

Технічні науки

УДК 624.014

Гоголь Мирон Васильович

кандидат технічних наук, доцент кафедри

будівельного виробництва

Національний університет «Львівська політехніка»

Гоголь Мирон Васильевич

кандидат технических наук, доцент кафедры

строительного производства

Национальный университет «Львовская политехника»

Gogol Myron

Ph.D in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department Construction production

Lviv Politechnic National University

**ВПЛИВ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАЛКИ ЖОРСТКОСТІ НА
РОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ В СИСТЕМІ**

**ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БАЛКИ
ЖЕСТКОСТИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СИСТЕМЕ**

**INFLUENCE OF DEFORMED STATE STEADY STEPS TO
DISTRIBUTE THE EFFECTS IN THE SYSTEM**

Анотація: Оцінено вплив деформованого стану балки жорсткості на розподіл зусиль в шпренгельній металевій конструкції.

Ключові слова: деформований стан, балка жорсткості, раціональна система.

Аннотация: Оценено влияние деформированного состояния балки жесткости на распределение усилий в шпренгельной металлической конструкции.

Ключевые слова: деформированное состояние, балка жесткости, рациональная система.

Summary: The influence of the deformed state of the beam of stiffness on the distribution of forces in the spurge metal structure is estimated.

Key words: deformed state, beam of rigidity, rational system.

Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі вимагають створення принципово нових, більш досконалих інженерних конструкцій, в яких високі експлуатаційні якості оптимально поєднуються зі зниженням матеріалоемності і трудомісткості виготовлення. Цим критеріям найбільш відповідає більшість комбінованих (шпренгельних, вантових, висячих) конструкцій, основним несучим елементом яких є балка жорсткості, від металоємності якої значною мірою залежать техніко-економічні показники усієї системи. Одним із методів підвищення їх ефективності є використання регулювання напружено-деформованого стану (НДС) в них у процесі проектування, що не вимагає ніяких додаткових матеріальних витрат [2].

Саме регулювання НДС створює значні можливості для удосконалення конструктивних форм і його можна здійснювати вже на стадії проектування без необхідності його контролю під час експлуатації, що характерно для попередньо-напружених конструкцій [2].

Це, в свою чергу, вимагає розробки нових методів розрахунку таких конструкцій, адекватності розрахункових схем, що найбільшою мірою відповідають реальним умовам їх експлуатації, які б сприяли підвищенню їхньої надійності і довговічності поряд зі зниженням вартості [1].

Основна задача при проектуванні будівельних конструкцій, з якою зустрічається інженер, є одержання рівномірної конструкції, тобто найбільш раціональної системи. За критерій раціональності конструкції приймаємо одночасне досягнення напруженнями розрахункового опору

матеріалу балки жорсткості в розрахункових перетинах балки жорсткості для основного навантаження.

Продемонструємо це на прикладі. Виконаємо регулювання зусиль у балці за допомогою шпренгеля із одним вертикальним стояком по розробленій нами методиці - розрахунковим методом [1,2] з врахуванням деформованого стану балки жорсткості і досягненням в розрахункових перерізах рівнонапруженого стану. Така конструкція ретельно досліджена у [3], тому матимемо можливість порівняти запропоновану методику із методикою, розробленою в [3]. В цій конструкції, з метою зменшення деформативності, здійснювали попереднє напруження силовим способом - натягуванням затяжки, яка була із високоміцного дроту ($R_y = 1000$ МПа). Розрахована вона симплекс-методом для визначення оптимальних величин зусиль попереднього напруження, а також значень площ поперечних перерізів елементів.

Отже, залишимо топологію конструкції, поданої там, без змін. Схема конструкції показана на рис. 1.

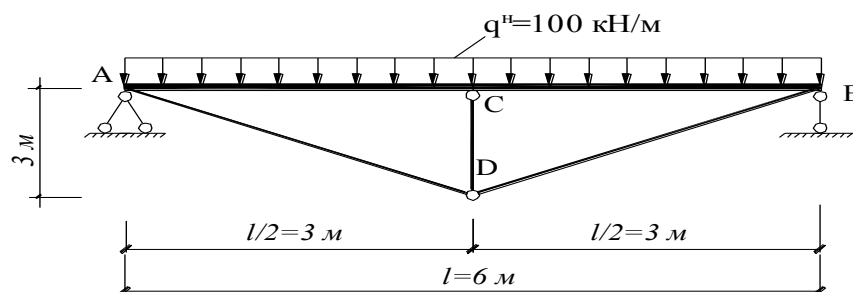


Рис. 1. Регулювання зусиль у балці за допомогою шпренгеля

Здійснимо її розрахунок розробленим нами методом на рівнорозподілене навантаження. Прийемо матеріал для всіх елементів - сталь із $R_y = 210$ МПа, $E = 2,0 \cdot 10^5$ МПа. За запропонованою методикою [1,2] розрахункова модель такої конструкції наведена на рис. 2.

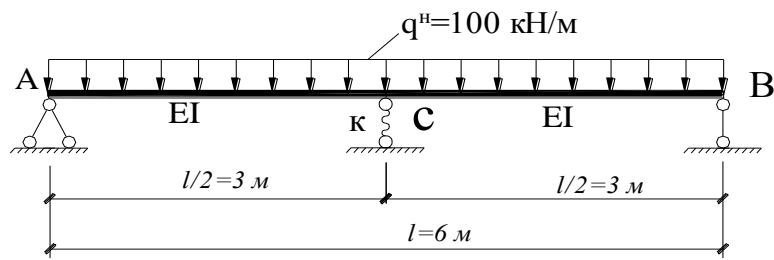


Рис. 2. Розрахункова модель

На базі методики раціонального проектування комбінованих металевих конструкцій [1] з розрахунковим регулюванням НДС, яка враховує прогин балки на пружній опорі - для врахування впливу деформованого стану балки жорсткості, одержано рівномоментну епюру у балці жорсткості, а також епюру нормальних сил (рис. 3).

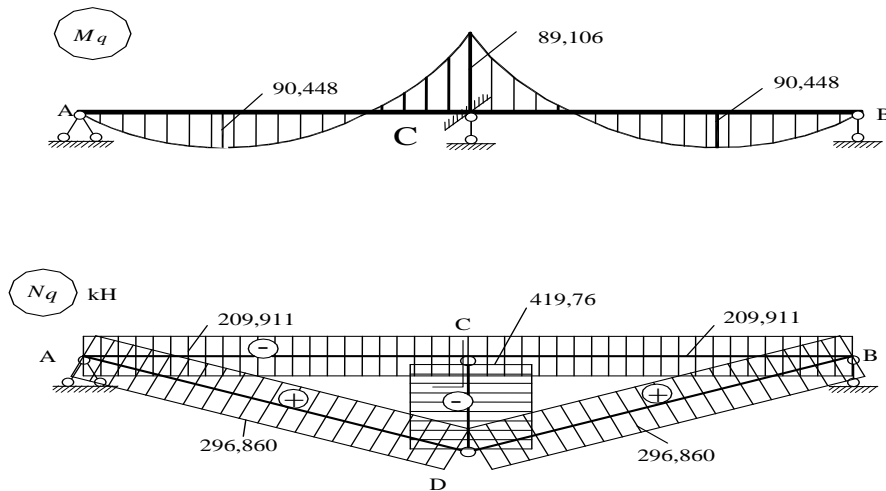


Рис. 3. Розрахункові епюри M_q та N_q

На цій основі: балка жорсткості – двотавр №33; тяжі елементів системи підкріплення із $2\angle 75 \times 6$; стояк: $2\angle 140 \times 9$ і визначаєм масу системи, отже

$$m = m_b + m_{sp} = 42,2 \cdot 6,0 + 2 \cdot 16,66 \cdot 4,24 + 38,82 \cdot 3,0 \Rightarrow m = 253,2 + 257,8 = 511 \text{ кг,}$$

де: m_b - маса балки жорсткості; m_{sp} - маса шпренгеля.

У результаті у всіх цих перерізах згинальний момент став $\sim 90,5$ кНм, тоді як у [3] в одному перерізі він ~ 201 кНм, а в інших – по $34,5$ кНм. Такому нераціональному розподілу "M" тут сприяло попереднє напруження системи, яке збільшило значення "N" у елементах системи. Так, у стояковій системі новим методом розрахунку одержано $N_c = 419,76$ кН, тоді як у [3] – $N_c = 494$ кН. У тяжках, відповідно, одержано $N_{st} = 296,86$ кН і $N_{st} = 348,4$ кН, а у балці $N_b = 209,91$ кН, $N_b = 247,0$ кН.

Тобто всі зусилля "N" за новим методом розрахунку менші на ~ 15 % від таких, одержаних у [3]. Отже, новий метод, врахувавши прогин балки жорсткості, зменшив у ній опорний момент над стояком та зусилля у ньому, вирівнявши до того ж максимальні моменти у інших перерізах балки. У результаті зменшені зусилля "N" у тяжках і самій балці.

Як бачимо, що за відрегульованих зусиль у системі маса балки жорсткості приблизно становить половину маси системи. У звичайній прокатній балці двотавр №60 (для також прольоту і навантаження) маса становить $m_b = 108,0 \cdot 6 = 648$ кг, тобто є на ~ 27 % більшою, ніж маса системи з двотавр №33, в якій відрегульовані зусилля – без силового попереднього напруження системи. Стосовно аналогічної конструкції [3] із двотавра №45 у нас маса на $4,8\%$ менша, а з врахуванням однакової міцності сталі на ~ 15 % менша, що пояснюється врахуванням деформованого стану системи та раціональним НДС (наявністю трьох екстремумів в епюрі M замість одного у [3]). Все наведене підкреслює необхідність і ефективність врахування впливу деформованого стану балки жорсткості на розподіл зусиль у системі.

Література:

1. Гоголь М. В. Методика і алгоритм раціонального проектування комбінованих металевих конструкцій / М. В. Гоголь // Металеві конструкції. – 2014. – Том 20. – № 1. – С. 29–43. ([РИНЦ](#))
2. Gogol Miron. The combined metal structures of the estimated regulation efforts / Miron Gogol // Czasopismo inżynierii lądowej, środowiska i architektury. Journal of civil engineering, environment and architecture, JCEEA. – Rzeszow, Poland. Rzeszow University of Technology, październik-grudzień 2015. - t. XXXII. - z. 62 (4/15). - S. 107-118. ([Index Copernicus](#))
3. Трофимович В. В. Оптимальное проектирование металлических конструкций / В. В. Трофимович, В. А. Пермяков. – К.: Будівельник, 1981. – 136 с.