

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗРАХУНКУ КРУТИЛЬНИХ  
ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВИХ БАЛОК****WAYS TO INCREASING THE ACCURACY OF CALCULATION  
TORSIONAL GEOMETRIC PROPERTIES OF STEEL BEAMS**

*канд. техн. наук С.А. Гудзь<sup>1</sup>, д-р техн. наук Г.М. Гасій<sup>2</sup>,  
канд. екон. Наук О.В. Гасій<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (м. Полтава)*

<sup>2</sup>*Сумський національний аграрний університет (м. Суми)*

<sup>3</sup>*Полтавський університет економіки і торгівлі (м. Полтава)*

*S.A. Hudz<sup>1</sup>, PhD (Tech.), G.M. Gasii<sup>2</sup>, D.Sc (Tech.), O.V. Hasii<sup>3</sup>, PhD (Econ.)*

<sup>1</sup>*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (Poltava)*

<sup>2</sup>*Sumy National Agrarian University (Sumy)*

<sup>3</sup>*Poltava University of Economics and Trade (Poltava)*

Геометричні характеристики, що потребують уточнення, пов'язані з крученням балок незамкненого профілю. До них належать: момент інерції при вільному крученні, секторіальний момент інерції, пружна згинально-крутильна характеристика перерізу, секторіальна координата (площа), координата центра згину, параметр моносиметричності (коефіцієнт Вагнера), параметр стійкості (допоміжна відстань перерізу при моносиметричності). До розрахунків, у яких використовуються ці геометричні характеристики, можна віднести: 1 – звичайний і альтернативний (за теорією другого порядку) розрахунок балок на загальну стійкість; 2 – розрахунок на сумісну дію поперечного згину (в одній або двох площинах) і кручення від ексцентричності прикладення навантаження; 3 – розрахунок балок із викривленнями у площині найменшої жорсткості. Для перерізів, які складаються з кількох вузьких прямокутників із певною довжиною і товщиною, момент інерції при вільному крученні визначається за формулою Сен-Венана і залежить від розмірів прямокутників. Але окрім розбиття на дві повні полиці та стінку, поперечний переріз швелера можна розкласти і на повну стінку, висота якої дорівнює висоті перерізу, та неповні полиці, що примикають до стінки. Якщо товщина полиці більша за товщину стінки, перший спосіб дає дещо вищий результат обчислення моменту інерції. Але є й інший метод розбиття перерізу на прямокутники, який призводить до усередненого результату, – по серединній лінії. Він виглядає найбільш обґрунтованим з точки зору теорії про кручення тонкостінних стрижнів. У роботі автора [1] визначено ступінь впливу заокруглення між стінкою та полчкою на емпіричний коефіцієнт  $\alpha$ , що характеризує тип і складність поперечного перерізу. Цей коефіцієнт спрощено враховує наявність заокруглень між прямокутниками, на які розбитий поперечний переріз. Так момент інерції двотаврового перерізу при вільному крученні  $I_t$  за ДБН В.2.6-198:2014 [2] визначається з урахуванням сталого множника  $\alpha = 1,29$ , для швелерного перерізу прийнято  $\alpha = 1,11$ . Ці дані ґрунтуються на посібнику [3].

Було зібрано до таблиць результати визначення моменту інерції при вільному крученні для вибраних балочних двотаврів з паралельними гранями полиць (по ГОСТ 26020-83) і швелерів з ухилом полиць (по ГОСТ 8240-89). Виявлено, що для прокатних профілів, особливо з відносно великим радіусом заокруглень, ступінь наближеності визначення моменту інерції при вільному крученні може бути значним. Більш точна оцінка корекції моменту інерції для відрахувань на відкритих кінцях і його посилення на стику є виправданою і може виконуватись у програмі LTBeam, яка показала найкращу збіжність з МСЕ, або за методикою вписаного кола, наведеною, наприклад, в роботі [4], або в електронному довіднику інженера ЭСПРИ 2014. Значення перехідного коефіцієнта  $\alpha$  для прокатних нормальних двотаврів, виходячи з найбільш подібних результатів у таблиці, коливається суттєво – в межах від 1,23 до 1,60 (для швелерів – від 1,05 до 1,13) і потребує аналітичного диференційованого опису. Найбільший ефект досягається для двотаврів середньої висоти (35Б1 – 45Б1) і високих швелерів (22 – 40). Наведені в [4] формули рекомендується використовувати для отримання  $I_t$  з урахуванням заокруглень. Припустимо, що при розкріпленні профіля в якості центра згину виступає перемінна точка, що проходить через вісь обертання перерізу і може переміщатися вгору або вниз залежно від ступеня розкріплення, тобто від жорсткості та місця розміщення приєднаних конструкцій. При достатній зсувній жорсткості приєднаних конструкцій вважається, що стиснутий пояс повністю закріплений від поперечних зміщень і вісь обертання, котру в цьому випадку називають зв'язаною, проходить по верху балки. Зсувна жорсткість настилу або в'язей часто досягає достатнього значення для прийняття зв'язаної осі обертання балки за критерієм наявності зменшеної потрібної зсувної жорсткості. Внаслідок високої збіжності результатів розрахунку і моделювання виявлено, що для швелера з достатньою жорсткістю настилу вісь обертання розташовуватиметься над центром згину на рівні верхньої полочки. Урахування жорсткості приєднаних конструкцій при визначенні крутильних геометричних характеристик перерізу балки точніше відображає дійсну роботу балки у складі покриття. Урахування заокруглень у місці примикання полочки до стінки дозволяє в прокатних профілях суттєво збільшити значення моменту інерції при вільному крученні. Зазначені фактори характеризують особливості роботи сталевих елементу при складному опорі, дозволяють точніше визначити значення внутрішніх зусиль, які впливають на загальний напружено-деформований стан конструкції та визначають розрахункове співвідношення. Секторіальні геометричні характеристики при жорсткому розкріпленні профіля пропонується визначати відносно точки примикання бокової опори, яка розташована на осі обертання балки.

[1] Hudz S.A. The Problem of Consideration Torsion Emergence in Beams / S.A. Hudz, G.M. Gasii, V.F. Pents // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – Vol. 7, № 3.2. – P. 141–148.

[2] ДБН В.2.6-198:2014. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування / Остаточна редакція. Видання офіційне. – Надано чинності з 1 січня 2015 р. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 199 с.

[3] Суздалов П.И. Руководство по подбору сечений элементов строительных стальных конструкций / П.И. Суздалов, В.И. Мейтин, С.Д. Курина // Часть 2. – М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 1987. – 75 с.

[4] Tata Steel, Steel building design: design data, The Steel Construction Institute and The British Constructional Steelwork Association Limited, (2013), 690 p.