



Ministry of Education of Azerbaijan
Ministry of Education and Science of Ukraine



Azerbaijan University of Architecture and Construction
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

CONFERENCE PROCEEDINGS

I International Azerbaijan-Ukraine Conference



**BUILDING
INNOVATIONS**

24 – 25.05.2018

Baku
Azerbaijan

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Ukrayna Təhsil və Elm Nazirliyi

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universiteti

BUILDING INNOVATIONS – 2018

I Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna
Konfransının

elmi materiallar toplusu

24 – 25 may, 2018

Beynəlxalq elmi komitə:

Məmmədova G.H. – memarlıq doktoru, professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin rektoru, Azərbaycan;
Onişenko V.A. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava milli texniki universitetinin rektoru, Ukrayna;
Abdullayeva N.C. – m.d., professor, əməkdar memar, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin beynəlxalq əlaqələr üzrə prorektoru, Azərbaycan;
Ağayeva K.A. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Xidmət sahələri və menecmentin iqtisadiyyatı kafedrası, Azərbaycan;
Anika Hunjet – t.e.d., professor, Şimal Universitetinin prorektoru, Xorvatiya;
Barxalov R.R. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Texnologiyə məşin və avadanlıqlar kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Bayramov R.K. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat materiallarının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrası, Azərbaycan;
Bondar V.A. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Tikinti konstruksiyaları və materialların texnologiyası kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Cermiş İ.V. – i.e.d., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Turizm və administrasiya kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Cevqanova V.Y. – i.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Biznes iqtisadiyyatı və heyətin idarə olunması kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Əliyev F.Q. – t.e.n., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Ekologiya mühəndisliyi kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Əliyev R.D. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyaları kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Əmrahov A.T. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi tərkibində Tikintidə təhlükəsizliyə nəzarət Dövlət Agentliyinin S.A. Dadaşova adına Tikinti materiallarının Elmi-Tədqiqat və Layihə-konstruksiya İnstitutunun direktor müavini, Azərbaycan;
Əzizov T.N. – t.e.d., Pavel Tçin adına Uman dövlət pedoqoji Universitetinin Texnologiyə intizam və əməyin mühafizəsi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Fərzəliyev S.F. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat istehsalının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Hacıyev M.A. – t.e.d., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyaları kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Hüseynova Q.Q. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi kafedrası, dosenti, Azərbaycan;
Xəlilov Q.A. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyaları kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Kəngərli A.D. – t.e.n., dosenti, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və iktisadi kafedrası, Azərbaycan;
Korobko B.O. – t.e.d., dosent, birinci prorektor-Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin elmi-pedaqoji işlər üzrə prorektoru, Ukrayna;
Kozaçenko A.V. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrası, Ukrayna;
Qalinskaya T.A. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Memarlıq və şəhərsalma kafedrasının dosenti, elmi katib, Ukrayna;
Qasımov A.F. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin tədris işləri üzrə prorektoru, Azərbaycan;
Qasımlı E.A. – m.n., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Memarlıq layihələri və şəhərsalma kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Qasıy Q.N. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Metal, taxta və plastmas konstruksiyaları kafedrasının doktorantı, Ukrayna;
Qrişko V.V. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə, iqtisadiyyat və menecment üzrə tədris-elmi institutunun direktoru, Ukrayna;
Quliyev R.Q. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin inşaat materiallarının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrası, Azərbaycan;
Məmmədov N.Y. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Məmmədova A.M. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İqtisadi nəzəriyyə və marketinq kafedrası, Azərbaycan;

Məmmədova Z.Q. – m.n., professor, əməkdar memar, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Memarlıq fakültəsinin dekani, Azərbaycan;
Michal Boltryk – t.e.d., professor, elBostok Texnoloji Universitetinin Vətəndaş və ekologiya mühəndisliyi fakültəsinin dekani, Polşa;
Muhamməd Arif Kamal – doktor, Aliqarx Munitsipal Universitetinin Memarlıq kafedrasının dosenti, Hindistan;
Muravlev V.V. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Memarlıq fakültəsinin dekani, Ukrayna;
Musayev Z.S. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Su təsərrüfatı və mühəndis kommunikasiya sistemləri fakültəsinin dekani, Azərbaycan;
Nazarenko İ.İ. – t.e.d., Ukrayna İnşaat Akademiyasının prezidenti, Ukrayna;
Nesterenko N.P. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin İnşaat fakültəsinin dekani, Ukrayna;
Nikolayenko V.A. – memarlıq d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Binaların memarlığı və şəhərsalma kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Novoxatniy V.Q. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Təbii kologiya və təbiətdən istifadə kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Onişenko S.V. – i.e.d., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrası, Ukrayna;
Pavlikov A.N. – t.e.d., professor, PMTU, Dəmirbətən, daş konstruksiyaları və materialların müqaviməti kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Piçuqin S.F. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Metal, taxta və plastmas konstruksiyalar kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Poqorelov Y.S. – i.e.d., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Qeydiyyat və audit kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Ptaşenko L.A. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Roman Kacziński – t.e.d., professor, Belostok Texniki Universitetinin inkişaf üzrə prorektoru, Polşa;
Semko A.V. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Memarlıq və şəhərsalma kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Sivitskaya S.P. – i.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin beynəlxalq işlər üzrə prorektoru, Ukrayna;
Sribnyuk S.M. – t.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Hidravlika, su təchizatı və su drenajları kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Storojenko L.İ. – t.e.d., professor, PMTU, Metal, taxta və plastmas konstruksiyalar kafedrasının professoru, Ukrayna;
Şarıy Q.İ. – i.e.d., dosent Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Avtomobil yolları, torpaq idarəçiliyi və yaşayış binalarının geodeziya kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Şarıyov A.R. – t.e.d., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin elmi işlər üzrə prorektor, Azərbaycan;
Şkurupiy A.A. – t.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin İnşaat və nəzəri mexanika kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Şulqa A.V. – t.e.d., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin İnformasiya texnologiyaları və mexatronika tədris-elmi institutunun direktoru, Ukrayna;
Varnalij Z.S. – i.e.d., professor, Taras Şevçenko adına kiyev Milli Universitetinin Maliyyə kafedrası, Ukrayna;
Vartsaba V.İ. – t.e.d., professor, Ujğorod dövlət Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Vatulya Q.L. – t.e.d., dosent, Dəmiryol nəqliyyatı Ukrayna dövlət Universitetinin Elmi işlər üzrə prorektoru;
Vinnikov Y.L. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Neft və qazın çıxarılması və geotexnika kafedrasının professoru, Ukrayna;
Yermolenko D.A. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Avtomobil yolları, torpaq idarəçiliyi və yaşayış binalarının geodeziya kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Yurkiv N.Y. – i.e.d., professor, Ukrayna prezidenti yanında strateji araşdırmalar milli institutunun İqtisadi təhlükəsizlik şöbəsinin elmi əməkdaşı, Ukrayna;
Zeynalov L.M. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyaları kafedrasının dosenti, Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi tərkibində Tikintidə təhlükəsizliyə nəzarət Dövlət Agentliyinin Bütçədənkənar Dövlət ekspertizası əsas idarəsinin konstruksiya şöbəsinin müdiri, Azərbaycan.

«BUILDING INNOVATIONS Proceedings – 2018» – I Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna konfransının elmi materiallar toplusu, 24 – 25 May 2018 – Bakı: PoltMTU, 2018-ci il – 480 səh.

«BUILDING INNOVATIONS – 2018» I Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna konfransı Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti və Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universiteti arasında əməkdaşlıq müqaviləsi çərçivəsində keçirilib. Topluya tikinti konstruksiyaları, texnologiya və texnika, şəhərsalma, bina və mühəndis şəbəkələrin yaradılması, tikintinin idarə olunması, tikinti iqtisadiyyatı və s. kimi aktual mövzular üzrə tədqiqatların nəticələrini əks etdirən materiallar, elmi nəticələrin, mütəxəssis və elmi kadrların yetişdirilməsinin inkişaf perspektivlərinin təqdimatları daxildir.

Elm və təhsil, mühəndis və texniki heyət, doktorant, magistr və bakalavrlar üçün.

Гудзь С.А., к.т.н., ORCID: 0000-0002-4764-8635, e-mail: goods.sergiy@gmail.com
 Гасій Г.М., к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0002-1492-0460, e-mail: grigoriigm@gmail.com
 Пенц В.Ф., к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0001-9580-1457, e-mail: vpents@yandex.ua
 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ДО ПРОБЛЕМИ ВИНИКНЕННЯ ТА ВРАХУВАННЯ КРУЧЕННЯ В БАЛКАХ

Анотація. Розглянуто основні етапи розрахунку сталевих нерозкріплених і частково розкріплених балок покриття із початковими недосконалостями. Розкріплення може відбуватися за допомогою приєднаних до сталевої балки конструкцій, а саме профільованого настилу та дискретних в'язей. Виокремлено особливості експлуатації балки при сумісній дії поперечного згину та кручення. Вказано на необхідність удосконалення існуючої теоретичної моделі для усунення присутніх у ній недоліків. Запропоновано збільшити економію матеріалу шляхом деталізації розрахунку.

Ключові слова: бімомент, втрата стійкості, розкріплення, сталева балка, кручення, секторіальні напруження.

Hudz S.A., candidate of technical sciences,
 ORCID: 0000-0002-4764-8635, e-mail: goods.sergiy@gmail.com
 Gasii G.M., candidate of technical sciences, associate professor,
 ORCID: 0000-0002-1492-0460, e-mail: grigoriigm@gmail.com
 Pents V.F., candidate of technical sciences, associate professor,
 ORCID: 0000-0001-9580-1457, e-mail: vpents@yandex.ua
 Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THE PROBLEM OF TORSION EMERGENCE AND CONSIDERATION IN BEAMS

Abstract. The calculation of the steel unrestrained and partially restrained roof beams with initial imperfections main stages is discussed. Restraining can be done by structures attached to the steel beams, namely, profiled flooring and discrete joints. The features of the beam operation with the joint flexural and torsion are singled out. The need to improve the existing theoretical model for present deficiencies elimination is indicated. It is proposed to increase the material saving by applying calculations.

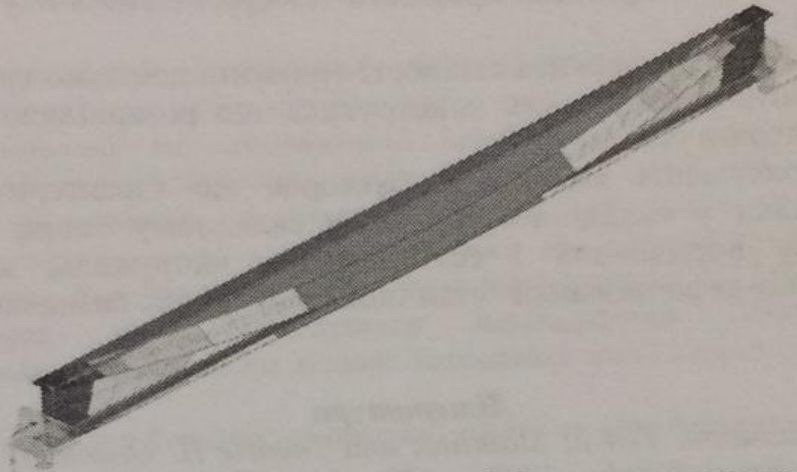
Keywords: bimoment, lateral-torsional buckling, restraint, steel beam, torsion, warping stresses.

У сталевих балках різного призначення з відкритим поперечним перерізом можуть виникнути напруження від наявності деформацій обмеженого кручення, що з'являються внаслідок ексцентричного прикладення навантаження. Проблема врахування цих напружень тісно пов'язана з таким явищем як «згинально-крутильна форма втрати стійкості», котру для балок прийнято називати «поперечно-крутильна форма втрати стійкості». Слід звернути увагу на існуючу суперечність, яка полягає у невідповідності роботи частково розкріпленої конструкції більшості класичних теоретичних уявлень про обмежене кручення тонкостінних стрижнів. Математичні моделі, зазвичай, характеризують далеко не всі особливості поведінки конструкції у складі покриття, особливо при значній жорсткості приєднаних елементів. У таких випадках моделювання часто має мало чого спільного з дійсними процесами, не відповідає реальній картині напружено-деформованого стану та потребує уточнення для адекватного відображення ступеня використання поперечного перерізу за напруженнями, необхідного для забезпечення надійності конструкції загалом. Для збільшення точності розрахунків і наближення їх до дійсних умов роботи конструкції

внутрішні зусилля потрібно визначати за нелінійною теорією другого порядку [1]. Вона враховує геометричну нелінійність і являє собою по суті розрахунок за деформованою схемою, в якому рівняння рівноваги записуються для деформованого стану системи.

Сучасні теоретичні та експериментально-теоретичні дослідження напружено-деформованого стану, кручення і стійкості тонкостінних сталевих балок, без розкріплення і з розкріпленням, представлені в роботах [2, 3]. Робота двотаврових балок при дії згинального моменту та бімоменту розглядається в статті [4], однак у цих дослідженнях не враховано вплив кута закручування на згинальні моменти.

Рівна двотаврова балка, що згинається в площині стінки, може відмовити внаслідок втрати нею загальної стійкості. При досягненні навантаженням критичного значення така балка починає закручуватись і виходити з площини згину (малюнок 1).



Малюнок 1. Вихід нерозкріпленої балки з площини згину при поперечно-крутильній формі втрати стійкості

Однак найчастіше кручення виникає з самого початку завантаження конструкції. Це відбувається у випадках: позацентрового прикладення навантаження (наприклад, при однобічному завантаженні під час монтажу, при різній завантаженості з двох сторін); поперечного згину балки у двох площинах (у разі, коли балка слугує прогоном похилої покрівлі або ригелем поперечної рами, яка сприймає горизонтальне навантаження від вітру в рівні верхнього поясу); наявності початкових геометричних недосконалостей балки, що виникають внаслідок випадкового утворення дефекту, пошкодження, або від цілеспрямованої зміни форми об'єкта (викривлення осі балки у площині найменшої жорсткості, закручування перерізу); застосування швелерних та інших балок несиметричного перерізу.

При розрахунку та дослідженні пропонується звертати увагу на такі фактори:

- 1) кут закручування стрижня суттєво впливає на значення розрахункових згинальних моментів у двох площинах, тому при відсутності у формулі визначення сумарних напружень коефіцієнта стійкості при згині, який виводився для деформованого стану системи, явище повороту перерізу слід урахувувати;
- 2) урахування жорсткості приєднаних конструкцій при визначенні крутильних геометричних характеристик перерізу балки точніше відображає дійсну роботу балки у складі покриття;
- 3) урахування заокруглень у місці примикання полочки до стінки дозволяє в прокатних профілях суттєво збільшити значення моменту інерції при вільному крученні;
- 4) при наявності бокового розкріплення та скатної складової навантаження вплив останньої на напруження помітно знижується за рахунок зменшення деформацій у площині меншої жорсткості (викривлення балки);
- 5) при прийнятті зв'язаної осі обертання секторіальні напруження в балках похилої покрівлі від поперечного навантаження практично не утворюються;
- 6) причиною виникнення секторіальних напружень може слугувати не тільки поперечне навантаження, але і наявність геометричної недосконалості, а саме початкового викривлення, яке можна урахувати шляхом збільшення рівномірно

розподіленого крутного навантаження, що призведе до зростання бімоменту, або визначення додаткових напружень;

7) урахування наявних резервів пластичної роботи сталі можна здійснити за допомогою розрахунку несучої здатності балки в пластичній стадії за методом часткових внутрішніх зусиль при дії моментів і бімоменту та прийнятті більшого максимального початкового викривлення;

8) зусилля, що виникають від ексцентричності прикріплення балки болтами на опорах, можуть відчутно знизити напруження в небезпечному перерізі, не зважаючи на нещільність болтових з'єднань;

9) форму кривої розподілу кута закручування по довжині балки навіть при шарнірному обпиранні на кінцях та прикладанні рівномірно розподіленого крутного навантаження не рекомендується приймати синусоподібною у випадку значної жорсткості покриття;

10) при визначенні коефіцієнта стійкості при згині доцільно врахувати крутильну або крутильну та зсувну жорсткість конструкцій, що розкріплюють стиснутий пояс балки, схильної до втрати стійкості.

Висновок. Урахування зазначених факторів, що характеризують особливості роботи сталевих балки у складі покриття при складному опорі, дозволяє точніше визначити значення нормальних і секторіальних напружень, які впливають на загальний напружено-деформований стан конструкції та визначають розрахункове співвідношення.

Література

1. Kindmann R. *Stahlbau, Teil 2: Stabilität und Theorie II. Ordnung. 4* / R. Kindmann // Auflage, Berlin: Ernst & Sohn, 2008. – 429 s, <https://doi.org/10.1002/9783433600030>.
2. Balázs I. *Stability of Thin-Walled Beams with Lateral Continuous Restraint* / I. Balázs, J. Melcher // *Transactions of the VŠB–Technical University of Ostrava, Civil Engineering Series*, 15(1), 2015, pp.1-10, <https://doi.org/10.1515/tvsb-2015-0001>.
3. Pavlenko A.D. *Non-uniform torsion of thin-walled open-section multi-span beams* / A.D. Pavlenko, V.A. Rybakov, A.V. Pikht, E.S. Mikhailov // *Инженерно-строительный журнал. №7(67)*, 2016, pp:55-69, <https://doi.org/10.5862/MCE.67.6>.
4. Туснин А.Р. *Работа симметричных двутавровых сечений при развитии пластических деформаций и действии изгибающего момента и бимоментов* / А.Р. Туснин, М. Прокич // *Инженерно-строительный журнал. №5(49)*, 2014. – С. 44–53, <https://doi.org/10.5862/MCE.49.5>.