

Міністерство освіти Азербайджанської Республіки  
Міністерство освіти і науки України

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет  
Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка

# **BUILDING INNOVATIONS – 2018**

Збірник наукових праць  
за матеріалами

I Міжнародної  
азербайджансько-української  
конференції

24 – 25 травня 2018 року

Баку 2018

## Міжнародний науковий комітет:

**Мамедова Г.Х.** – д.арх., професор, ректор Азербайджанського архітектурно-будівельного, Азербайджан;  
**Онищенко В.О.** – д.е.н., професор, ректор Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, Україна;  
**Абдуллаєва Н.Д.** – д.арх., Професор, заслужений архітектор, проректор з міжнародних відносин АЗАБУ, Азербайджан;  
**Агасєва К.А.** – к.е.н., доцент кафедри економіки сфери послуг та менеджменту АЗАБУ, Азербайджан;  
**Азізов Т.Н.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри техніко-технологічних дисциплін і охорони праці Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, Україна;  
**Алієв Р.Д.** – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;  
**Алієв Ф.Г.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри екологічної інженерії АЗАБУ, Азербайджан;  
**Амрахов А.Т.** – к.т.н., доцент, заступник директора Науково-дослідного і проектно-конструкторського інституту Будівельних Матеріалів ім. С.А. Далашова Державного Агентства з Нагляду Безпеки в Будівництві при Міністерстві Надзвичайних Ситуацій Азербайджанської Республіки, Азербайджан;  
**Байрамов Р.К.** – к.т.н., доцент кафедри технології, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;  
**Бархалов Р.Р.** – к.т.н., доцент кафедри технологічних машин і устаткування АЗАБУ, Азербайджан;  
**Болтрік Михайл** – д.т.н., професор, декан факультету цивільної та екологічної інженерії Білостоцького технологічного університету, Польща;  
**Бондар В.А.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ПолтНТУ, Україна;  
**Варналії З.С.** – д.е.н., професор, професор кафедри фінансів Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна;  
**Варлаба В.І.** – д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів та банківської справи ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна;  
**Ватуля Г.Л.** – д.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Українського державного університету залізничного транспорту, Україна;  
**Винников Ю.Л.** – д.т.н., професор, професор кафедри видобутку нафти і газу та геотехніки ПолтНТУ, Україна;  
**Гаджієв М.А.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;  
**Галинська Т.А.** – к.т.н., доцент, доцент кафедри архітектури та міського будівництва, вчений секретар Вченої ради ПолтНТУ, Україна;  
**Гасимзаде Е.А.** – професор, завідувач кафедри архітектурного проектування і містобудування АЗАБУ, Азербайджан;  
**Гасимов А.Ф.** – к.т.н., доцент, проректор з навчальної роботи Азербайджанського архітектурно-будівельного університету, Азербайджан;  
**Гасій Г.М.** – к.т.н., доцент, докторант кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;  
**Гришко В.В.** – д.е.н., професор, директор навчально-наукового інституту фінансів, економіки та менеджменту ПолтНТУ, Україна;  
**Гулієв Р.Г.** – к.е.н., доцент кафедри технології, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;  
**Гусєйнова Г.Г.** – к.т.н., доцент кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;  
**Ермоленко Д.А.** – д.т.н., доцент, професор кафедри автомобільних доріг, геодезії землеустрою та сільських будівель ПолтНТУ, Україна;  
**Зейналов Л.М.** – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, начальник відділу «Конструкції» Головного Управління Позавідомчої Державної Експертизи Державного Агентства з Нагляду Безпеки в Будівництві при Міністерстві Надзвичайних Ситуацій Азербайджанської Республіки, Азербайджан;  
**Качинський Роман** – д.т.н., професор, проректор з розвитку Білостоцького технологічного університету, Польща;  
**Кенгерлі А.Д.** – к.т.н., доцент кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;

**Козаченко А.В.** – д.е.н., професор, професор кафедри фінансів і банківської справи ПолтНТУ, Україна;  
**Коробко Б.О.** – д.т.н., доцент, перший проректор – проректор з науково-педагогічної роботи ПолтНТУ, Україна;  
**Мамедов Н.Я.** – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;  
**Мамедова А.М.** – к.е.н., доцент кафедри економічної теорії та маркетингу АЗАБУ, Азербайджан;  
**Мамедова З.Г.** – к.арх., Професор, заслужений архітектор, декан архітектурного факультету АЗАБУ, Азербайджан;  
**Муравльов В.В.** – к.т.н., доцент, в.о. декана архітектурного факультету ПолтНТУ, Україна;  
**Мусасєв З.С.** – к.т.н. доцент, декан факультету водного господарства та систем інженерної комунікації АЗАБУ, Азербайджан;  
**Мухамад Аріф Камал** – д-р, доцент кафедри архітектури, Муніципальний університет Алігарх, Індія;  
**Назаренко І.І.** – д.т.н., професор, президент Академії будівництва України, Україна;  
**Нестеренко Н.П.** – д.т.н., професор, декан будівельного факультету ПолтНТУ, Україна;  
**Ніколаско В.А.** – д.арх., професор, завідувач кафедри архітектури будівель і містобудування ПолтНТУ, Україна;  
**Новохатний В.Г.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри прикладної екології та природокористування ПолтНТУ, Україна;  
**Онищенко С.В.** – д.е.н., доцент, доцент кафедри фінансів і банківської справи ПолтНТУ, Україна;  
**Павліков А.М.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів ПолтНТУ, Україна;  
**Пічугін С.Ф.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;  
**Погорєлов Ю.С.** – д.е.н., доцент, завідувач кафедри обліку і аудиту ПолтНТУ, Україна;  
**Птащенко Л.А.** – д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів та банківської справи ПолтНТУ, Україна;  
**Семко О.В.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва ПолтНТУ, Україна;  
**Сівіцька С.П.** – к.е.н., доцент, проректор з наукової та міжнародної роботи ПолтНТУ, Україна;  
**Срібнюк С.М.** – к.т.н., професор, завідувач кафедри гідравліки, водопостачання і водовідведення ПолтНТУ, Україна;  
**Стороженко Л.І.** – д.т.н., професор, професор кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;  
**Фарзалієв С.Ф.** – к.т.н., доцент, завідувач кафедри технології, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;  
**Халілов Г.А.** – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;  
**Хундєт Аніца** – д.т.н., професор, проректор Університету Північ, Хорватія;  
**Чевганова В.Я.** – к.е.н., професор, завідувач кафедри економіки підприємства та управління персоналом ПолтНТУ, Україна;  
**Черніш І.В.** – д.е.н., доцент, завідувач кафедри туризму і адміністрування ПолтНТУ, Україна;  
**Шарій Г.І.** – д.е.н., доцент, завідувач кафедри автомобільних доріг, геодезії землеустрою та сільських будівель ПолтНТУ, Україна;  
**Шаріфов А.Р.** – д.т.н., професор, проректор по науково-технічним справам Азербайджанського архітектурно-будівельного університету, Азербайджан;  
**Шкурупій А.А.** – к.т.н., професор, завідувач кафедри будівельної та теоретичної механіки ПолтНТУ, Україна;  
**Шульга О.В.** – д.т.н., доцент, директор навчально-наукового інституту інформаційних технологій та мехатроніки ПолтНТУ, Україна;  
**Юрків Н.Я.** – д.е.н., професор, головний науковий співробітник відділу економічної безпеки Національного інституту стратегічних досліджень при Президенті України, Україна.

## Збірник наукових праць I Міжнародної азербайджансько-української конференції «BUILDING INNOVATIONS – 2018», 24 – 25 травня 2018 року – Баку: ПолтНТУ, 2018. – 480 с.

I Міжнародна азербайджансько-українська конференція «BUILDING INNOVATIONS – 2018» проводилася в рамках виконання договору про співробітництво між Азербайджанським архітектурно-будівельним університетом та Полтавським національним технічним університетом імені Юрія Кондратюка. До збірника увійшли матеріали, які відображають результати досліджень з актуальних проблем розвитку будівельних конструкцій, технологій й техніка, планування міст, будівель та інженерних мереж, а також організації управління та економіки будівництва; презентації результатів наукових досліджень учених і визначення перспектив розвитку, підготовки фахівців і наукових кадрів.

Для наукових, науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників, аспірантів, магістрантів і студентів.

Чичулін В.П., к.т.н., доцент,  
 ORCID: [http:// orcid.org/ 0000-0003-1838-7269](http://orcid.org/0000-0003-1838-7269)  
 E-mail: [chichulinvp@gmail.com](mailto:chichulinvp@gmail.com)  
 Чичуліна К.В., к.т.н., доцент  
 ORCID: [http:// orcid.org/ 0000-0001-7448-0180](http://orcid.org/0000-0001-7448-0180)  
 E-mail: [chichulinak@ukr.net](mailto:chichulinak@ukr.net)

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

## РЕГУЛЮВАННЯ ЖОРСТКОСТІ ВУЗЛІВ СТАЛЕВИХ РАМ

**Анотація.** Розглянуті аспекти отримання граничних за жорсткістю вузлів сталевих рам. Використовуються демпферні пристрої. Представлена модель вузла для розрахунку сталевих рам методом скінчених елементів. Пропонується 2 типи демпферних вузлів. Пристрій за допомогою пружин може сприйняти динамічне навантаження і запобігти можливим коливанням конструкції. Використовується синтетична прокладка. Вона дасть можливість сприймати зовнішній вплив без руйнування основних сталевих конструкцій. Регулювання жорсткості пружин та прокладок забезпечується натягом болтів за допомогою динамометричного ключа. Використання демпферних пристроїв дасть змогу отримувати вузли заданої жорсткості. Отримані деякі результати розрахунків одноповерхових сталевих рам. Виявляється необхідність регулювання для різних рам з жорсткими вузлами. Процес регулювання обумовлюється коли момент на опорі балки вище ніж в прольоті.

**Ключові слова:** демпфер, пружина, прокладка, вузли сталевих рам.

Chichulin Viktor, PhD, Associate professor,  
 ORCID: [http:// orcid.org/ 0000-0003-1838-7269](http://orcid.org/0000-0003-1838-7269)  
 E-mail: [chichulinvp@gmail.com](mailto:chichulinvp@gmail.com)  
 Chichulina Kseniia, PhD, Associate professor  
 ORCID: [http:// orcid.org/ 0000-0001-7448-0180](http://orcid.org/0000-0001-7448-0180)  
 E-mail: [chichulinak@ukr.net](mailto:chichulinak@ukr.net)

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

## ADJUSTING OF THE STEEL FRAME KNOTS INFLEXIBILITY

**Abstract.** Considered aspects of receipt, maximum for inflexibilities knots of steel frames, with the use of damper devices. Presented model of knot for the calculation of steel frames by finite element method. There are 2 types damper knots. A device by means of springs the dynamic loading can perceive and to extinguish the possible vibrations of construction. The use of synthetic gasket will give an opportunity to perceive external influence non-destructive basic steel constructions. Adjusting the stiffness of springs and spacers is ensured by the tension of the bolts with a torque wrench. The use of damper devices will give an opportunity to get the knots of the set in flexibility. Some results of calculations of one-story steel frames are got.

**Keywords:** damper, spring, gasket, knots of steel frame.

У ході проведеного дослідження було виявлено, що в сучасному будівництві існує необхідність відмови від вузлів на монтажному зварюванні в зв'язку зі зменшенням трудомісткості на монтажі. Рекомендовано до використання, як вітчизняними [1, с. 99], так і європейськими нормами [2, 3] застосування в сталевих рамах фланцевих вузлів на болтах. Удосконалення та скорочення монтажу будівель та споруд вимагає впровадження високоефективних з'єднань металевих конструкцій на болтах, котрі необхідно проектувати з більш повним урахуванням реальної роботи окремих елементів даних вузлів.

Розглянемо жорстке з'єднання ригеля з колоною (рис. 1), котре характерне для рамно-в'язевих каркасів одноповерхових та багатоповерхових будівель. З'єднання виконується за допомогою фланця на болтах підвищеної міцності класу 6.6 – 10.9. Розглядаючи безпосередньо роботу конструкції в цілому, необхідно відмітити, що болти працюють на розтяг, а фланець працює на згин, поперечну силу від балки приймає на себе столик приварений до колони чи болти самого фланцю, які частіше за розрахунком працюють в запас на зрізання.

Умовно жорсткі податливі з'єднання вкрай необхідні для розвантаження, або перерозподілу зусиль (моменту згину) між навантаженими ригелями та колонами. Якщо обмежити значення моменту, котрий передається па колону від балки за рахунок регулювання жорсткості вузла, можливо отримувати значну економію сталі при проектуванні колон одноповерхових та багатоповерхових будівель.

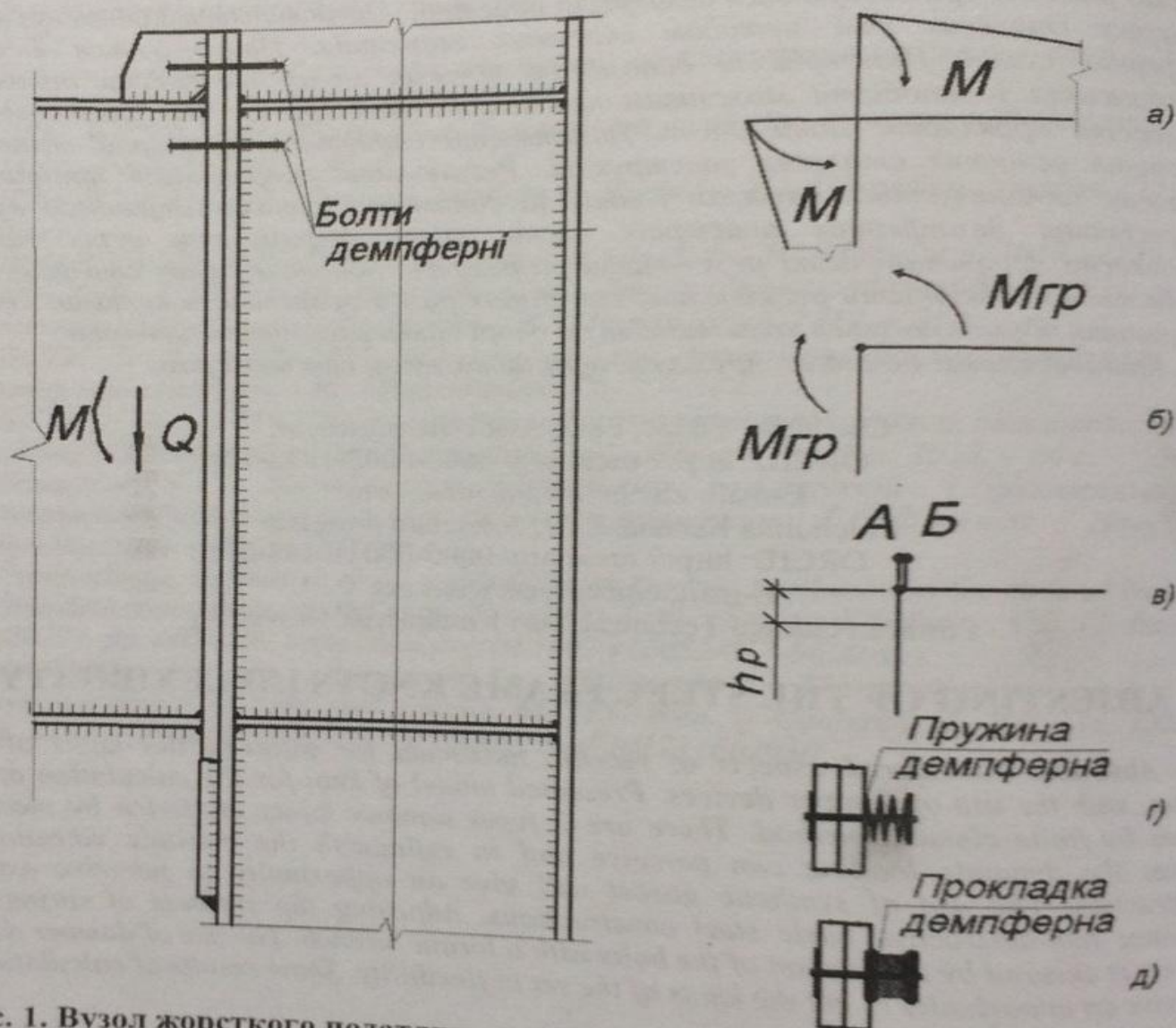


Рис. 1. Вузол жорсткого податливого з'єднання балки з колоною з демпферним пристроєм: а) схема жорсткого вузла (карнизного) з фрагментом епюр моментів; б) схема шарнірного вузла з забезпеченням жорсткості у вигляді зворотних моментів критичного значення; в) схема представлення жорсткого податливого вузла у вигляді стержневих елементів; г) схема демпферного пристрою на жорстких пружинах; д) демпферний пристрій на жорстких синтетичних прокладках у обмеженому сталевому контурі.

Такі операції характерні для залізобетонних конструкцій, в котрих жорсткість регулюється арматурою. До визначеного розрахунком моменту  $M_{гр}$ , вузол працює як звичайне жорстке з'єднання. При зростанні навантаження і досягнувши граничного

моменту далі вузол працює як умовно шарнірний. Податливість вузла можливо забезпечити за рахунок пружно пластичної роботи болтів у фланцевому з'єднанні, або використанням нестиснених розрахованих пружин (рис.1, г) на болтах фланцевого з'єднання чи встановленням пружних прокладок в замкненому сталевому корпусі (рис. 1, д). Усі ці демпферні пристрої повинні попередньо розраховуватись на стиск, враховуючи границю жорсткості вузла. Демпферні пристрої мають виконувати роль вирівнювача зусиль в рядах болтів у фланцевому з'єднанні. Представлення жорсткого податливого вузла у вигляді шарніру з прикладанням направленим друг до друга моментами в супереч навантаженим моментам вузла (рис. 1, б) можливо лише у вузлах з одним направленням дії моментів і де з'єднуються не більше двох стержнів. Застосування схеми закріплення жорсткого вузла з податливим елементом АБ (рис.1, в) можливо в різноманітних ситуаціях закріплення і кількості елементів що з'єднуються. Висота  $h_p$  відповідає висоті двотавра ригеля, а жорсткість елементу АБ відповідає жорсткості болтів що працюють на розтяг у фланцевому з'єднанні вузла. Довжина елементу АБ приймається незначною. Вузол працює, як жорсткий до досягнення моменту  $M_{зр}$ . При зростанні зусиль елемент АБ працює у пластичній стадії з напругою

$$\sigma_m = \frac{M_{зр}}{h_p \cdot A_{bn}}, \quad (1)$$

де  $A_{bn}$  – об'єднана площа болтів нетто.

Були проведені попередні статичні розрахунки одноповерхової сталевої рами, карнизні вузли якої були представлені у вигляді стержневої системи (рис.1, в). За допомогою метода кінцевих елементів, змінюючи тільки жорсткість елементу АБ можливо суттєво знизити момент в карнизному вузлі рами. Пластичні деформації болтів враховуючи нормативні прогини балки незначні в границях площадки текучості. Недоліками цих вузлів на болтах працюючих у пластичній стадії можуть бути остаточні пластичні деформації. Після пластичних деформацій болтів викликає сумнів навіть пружна робота цього з'єднання. Для даного випадку можливо використання регулювання натягу болтів за допомогою динамометричних ключів.

Необхідність регулювання обумовлюється коли момент на опорі балки вище ніж в прольоті таке буває частіше в одноповерхових рамах (карнизні вузли) і взагалі метод регулювання необхідний для різних рам з жорсткими вузлами. Використання жорстких вузлів в рамах дає зменшення: затрат матеріалу 30 – 40 % в порівнянні з шарнірними. Обмеження впливу дії моменту у позацентрово-стиснених елементах надасть можливість зменшити затрати матеріалу на колони на 10 – 20%, що набагато покриває заграти на виконання демпферних пристроїв.

### Література

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Київ: Міністерство України, 2014. 198 с.
2. Eurocode 3 EN 1993-1-5: 2006. Design of steel Structures. Part 1.5. Plated Structural Elements. Brussels: Management Centre, 53 p. (European Standard).
3. Eurocode 3 EN 1993-1-1: 2005. Design of steel Structures. Part 1.1. General rules and rules for buildings. Brussels: Management Centre, 109 p. (European Standard).