

УДК 624.014 (076.5)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВИДИ МЕТАЛУ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ МЕТАЛЕВИХ БАЛОК

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент; А. О. КОМАРОВ, студент  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*  
E-mail: [bakulin\\_evgeniy@nubip.edu.ua](mailto:bakulin_evgeniy@nubip.edu.ua)

Метали є основним матеріалом для виготовлення металевих конструкцій, що використовуються в будівництві, машинобудуванні, інфраструктурних та промислових об'єктах. Основні вимоги до металів регулюються низкою нормативних документів, таких як ДСТУ EN 10025-2:2019, ДСТУ EN 10210-1:2019, а також ДБН В.2.6-163:2010.

### Основні характеристики металів для металевих конструкцій:

1. **Міцність** – здатність металу витримувати механічні навантаження без руйнування. Наприклад, будівельна сталь S235, S275 та S355 (ДСТУ EN 10025-2:2019) має різні класи міцності.
2. **Твердість** – опір матеріалу проникненню сторонніх тіл. Визначається за методами Брінелля, Віккерса або Роквелла.
3. **Пластичність** – здатність металу змінювати форму без руйнування, що важливо для зварювання та холодного формування.
4. **Корозійна стійкість** – здатність металу протистояти впливу зовнішнього середовища. Відповідно до ДСТУ ISO 12944-2:2019, оцинковані та леговані сталі забезпечують тривалий термін експлуатації.
5. **Теплопровідність** – важливий фактор для конструкцій, що працюють у високотемпературних умовах. Наприклад, алюміній має високу теплопровідність і використовується у вентиляційних системах.

### Види металів для металевих конструкцій:

1. **Чорні метали: вуглецева сталь** – найпоширеніший матеріал у будівництві (ДСТУ EN 10025-2:2019), **низьколегована сталь** – містить додаткові елементи (хром, нікель) для підвищення міцності та корозійної стійкості, **чавун** – використовується в спеціалізованих конструкціях завдяки високій жорсткості.
2. **Леговані сталі: нержавіюча** – містить хром (не менше 10,5%), що забезпечує корозійну стійкість (ДСТУ EN 10088-1:2014), **жароміцні сталі** – використовуються для високо-температурних конструкцій.

3. **Кольорові метали: алюміній та його сплави** – мають низьку щільність і високу стійкість до корозії (ДСТУ EN 755-2:2019), **мідь та сплави** – використовуються у спеціалізованих конструкціях через високу електропровідність.

**Види, характеристики та сортамент металевих балок.**

Двотаврові балки являють собою фасонний металопродукт, поперечний переріз якого має форму перевернутої літери «Н». Віссю симетрії є вертикальний центр стіни, від якого відходять горизонтально розташовані верхня і нижня полиці. Завдяки такій конфігурації прикладені сили, поверхневі і внутрішні напруження рівномірно розподіляються в товщі металу. Тому профіль характеризується високою механічною міцністю і стійкістю до динамічних і статичних деформацій.

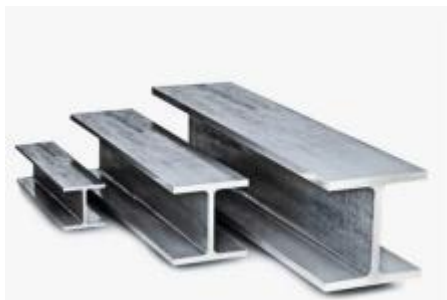


Рис.1.Двотаврова балка

**Нормативні документи.** Ключовими стандартами для модельного ряду двотаврових балок відносяться: європейський EN 10365; американський ASTM A6/A6M; Стандарти України та СНД: [ДСТУ Б В.2.6-200:2014](#), ДСТУ 8768/ГОСТ 8239, ДСТУ 8807/ГОСТ 19425, СТО АСКМ 20-93 та інші. Двотаврові балки виготовляють з вуглецевих і низьколегованих марок сталі.

Розміри і необхідний набір механічних характеристик підбираються в залежності від конкретних умов використання. У стандартному виконанні по ДСТУ 8768 / ГОСТ 8239 двотавр може бути мірної, багатомірної і безмірної довжини з висотою і шириною стінки 100 - 600 мм і 4,5 - 12,0 мм відповідно. Габарити полиць складають 55 - 190 мм і 7,2 - 17,8 мм відповідно.

Сьогодні прокат, виготовлений за стандартами Європейського Союзу, користується великим попитом на ринку України. Також в Україні можна зустріти двотаврові балки IPE виробництва CELSA HUTA OSTROWIEC (Польща). Це балка з I-подібним перетином і паралельними гранями полиць, який виготовляється з марок сталі S235JR та S275JR відповідно до ряду стандартів: EN 10365, який регламентує асортимент та вагу IPE, HE, HL та ін.; EN 10025, який визначає технічні вимоги (хімічний склад, фізико-механічні властивості, якість поверхні тощо); EN 10034, який обумовлює допустимі відхилення за формою і розмірами. При цьому стандарти України, СНД, Європи, США та Японії чітко регламентують: маркування; якість поверхні; розміри і площу секції; допустимі граничні відхилення; величина кута між половиною полиці і віссю симетрії.

**Загальна класифікація.** Система, що використовується в країнах СНД, класифікує сталеві двотаврові балки в залежності від ширини і конфігурації внутрішніх кромek полиць. Таким чином, балки поділяються на такі види: звичайні (аббревіатура при маркуванні - «Б»); вузькополичні (аббревіатура –«У»); середньополичні (аббревіатура при маркуванні - «Д»); широкополичні (аббревіатура для маркування - «Ш»); колонні (аббревіатура в маркуванні - «К»); з нахилом внутрішніх граней полиць; з паралельними полицями. Згідно з EN 10365 двотаври з конструкційної сталі класифікуються за формою поперечного перерізу на такі види: ІРЕ – з вузькими паралельними фланцями; НЕ – з широкими полицями; НL і НLZ – з надширокими полицями; НD – широкополичні колони; НР і UBP – широкополичні несучі палі; UB – універсальний; UC – універсальні колони; ІPN і J – з нахилом полиць.

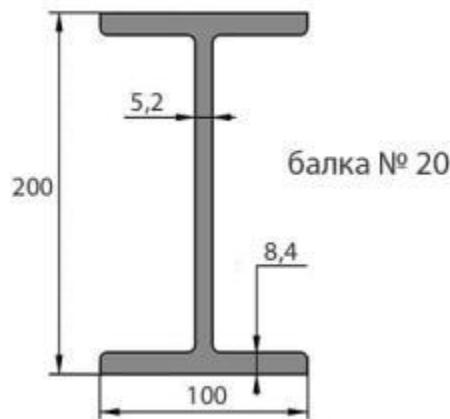


Рис.2. Балка №20 в перерізі

**Матеріали.** Металевий двотавр виготовляється зі звичайних вуглецевих сталей з різним ступенем розкислення: киплячої, спокійної і напівспокійної: Ст3, Ст4 і Ст5 за стандартами ДСТУ 2651 / ГОСТ 380 і європейських S235JR/J0/J2, S275JR/J0/J2 і S355JR/J0/J2 за EN 10025-2 і його українським аналогом ДСТУ EN 10025-2. Також затребувані марки сплавів: низьколегована сталь 09Г2С (ДСТУ 8541 / ГОСТ 19281), сталь після нормалізації прокату S355N, S420N, S460N (ДСТУ EN 10025-3), сталі після термомеханічної прокатки S420M, S460M (ДСТУ EN 10025-4) та інші. Балки з алюмінієвих і магнієвих сплавів користуються меншим попитом, а їх застосування в основному обмежується авіаційною промисловістю і автомобілебудуванням.

**Стійкість до корозії.** Металеві балки можуть бути піддані впливу вологи та хімічних речовин, що може привести до їх іржавіння. Тому для збереження міцності використовуються методи антикорозійного захисту, такі як оцинкування або застосування спеціальних покриттів.

#### **Використання металевих балок у будівництві:**

1. **І-подібні балки** (поперечний переріз у вигляді літери "I") — ці балки широко застосовуються в будівництві житлових і промислових будівель, а також при створенні мостових конструкцій. Вони забезпечують високу міцність і здатні витримувати значні навантаження при відносно невеликій вазі.

Ідеально підходять для конструкцій, що вимагають великих прогинів (наприклад, для покрівель і перекриттів).

2. **Т-подібні балки** — використовуються для виготовлення перекриттів і каркасів у будівництві, особливо в складських приміщеннях або інших спорудах, де потрібна висока жорсткість на вигин.

3. **Коробчаті балки** — зазвичай використовуються для великих прогонів, таких як мостові споруди або в якості підпірних елементів в багатоповерхових будівлях, оскільки вони мають високу жорсткість та здатність до витримування великих навантажень.

4. **Листові та зварні балки** — застосовуються для зниження загальної ваги конструкцій, коли необхідна більш легка та економічна конструкція, наприклад, у складі каркасів або конструкціях із середнім навантаженням.

### **Висновок.**

Правильний вибір металу для металоконструкцій є ключовим фактором забезпечення їхньої довговічності, міцності та ефективності. Використання чорних, легованих і кольорових металів регламентується відповідними стандартами, такими як ДСТУ EN 10025-2:2019 та ДСТУ EN 10088-1:2014. Дотримання нормативних вимог дозволяє підвищити безпеку, надійність і економічну ефективність конструкцій у різних сферах застосування.

Металеві балки є важливим елементом у багатьох будівельних і промислових конструкціях. Різноманітність їх видів і характеристик дозволяє вибрати найбільш оптимальний варіант для кожного конкретного випадку. Визначення видів, характеристик та сортаменту металевих балок потребує врахування таких параметрів, як матеріал, форма поперечного перерізу, механічні властивості, а також вимоги до корозійної стійкості. Нормативні документи, як-от ДСТУ 3436:2006, ДСТУ 8828:2019 та ГОСТ 8239-89, є основою для правильної класифікації та вибору металевих балок у різних будівельних проектах.

### **Список використаних джерел**

1. URL: <https://metinvest-smc.com/ru/products/balka-dvutavrovaya/>
2. ДСТУ 8828:2019. Конструкції сталеві будівельні. Балки і стійки з прокатної сталі.
3. Володін А.В. Металеві конструкції в сучасному будівництві: навч. посібн. К. : Видавничий дім "Освіта", 2018.
4. ДСТУ Б В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.
5. Башинський О.В., Башинська О.Ю. Аналіз напружено-деформованого стану вогнезахищеної сталеві балки перекриття. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2023. Вип.12. С.126–138.
6. Башинський О.В. Оцінка несучої здатності сталеві балки перекриття в умовах високих температурних впливів. *Наука та будівництво*. 2024. Том 39. №1. С. 72–78.

7. Бакулін Є.А., Яковенко І.А., Дмитренко Є.А., Бакуліна В.М. Результати аналізу причин руйнування сталевих ферм покриття конверторного цеху. Збірник тез доповідей 9-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (17–19 листопада, 2021 р., м. Харків). Харків, УкрДУЗТ, 2021. С. 87–88.

8. Бакулін Є.А., Усенко М.В., Бакуліна В.М. Чисельне моделювання посилення сталевого підземного циліндричного резервуару. *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини*. 2024. Вип. № 28. С. 63–74. <https://doi.org/10.31650/2707-3068-2024-28-63-74>

---

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
118-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2025 року  
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF  
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



## ***PROCEEDINGS***

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated  
to the 118th anniversary of the birth of  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Vice President of the UAAS  
KRAMAROV  
Volodymyr Savovych  
(1906-1987)*

**«KRAMAROV'S READINGS»**

*February 20-21, 2025  
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**  
**Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.