

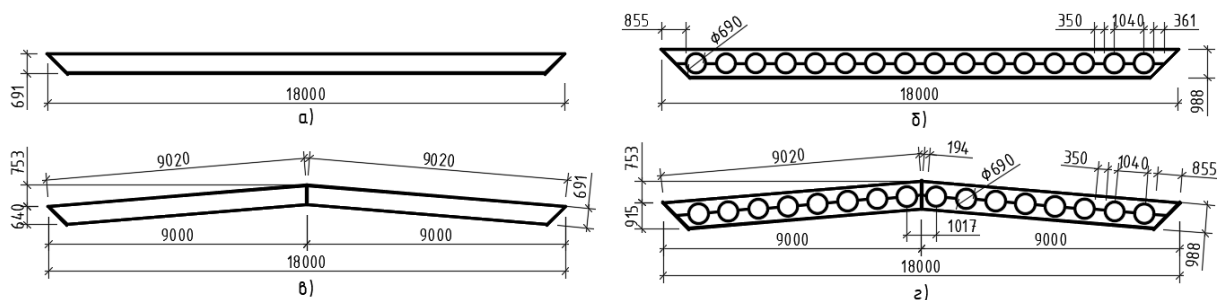
**І. М. Підгурський, к.т.н., доцент, Д. З. Биків, А. М. Топільчук, В. А. Давідчук**  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ СТАЛЕВОГО КАРКАСУ

**I. M. Pidgurskyi, Ph.D., Assoc. Prof., D. Z. Bykiv, A. M. Topilchuk, V. A. Davidchuk**  
**INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STRUCTURAL  
ELEMENTS OF STEEL FRAME**

При будівництві промислових будівель часто у ролі їх несучих конструкцій використовують сталевий каркас, оскільки таке рішення дозволяє зменшити загальну вагу по відношенню до залізобетонних елементів. Одним із ключових аспектів, що визначає надійність та ефективність сталевих конструкцій є їх напружено-деформівний стан (НДС). Дослідження НДС металевих конструкцій дозволяє збільшити їх загальну ефективність та зменшити ризики руйнувань конструкцій, зокрема, і для елементів перекриття.

Основним несучим елементом покриття є ригель. В основному він може бути представлений у вигляді суцільної або наскрізної конструкції. Для зменшення трудомісткості робіт часто використовують суцільні балки різних поперечних профілів. Найпопулярнішими такими конструкціями є прямі двотаврові балки, похилі двотаврові балки та перфоровані двотаврові балки [1] (рис. 1 (а, б, в)), також для порівняння результатів досліджена перфорована похила балка (рис. 1 (г)).



а) пряма балка; б) похила балка; в) перфорована балка; г) перфорована похила балка  
Рисунок 1. Ригелі сталевого каркасу

Для дослідження НДС представлених конструкцій проведено моделювання методом скінченних елементів в програмному комплексі ANSYS. Для оптимального аналізу за базисний параметр взято первісний переріз, з якого виготовлені всі чотири конструкції, оскільки їх вага може дещо змінюватись через різну конфігурацію і методи виготовлення.

За первісний ригель приймаємо двотаврову балку 70Б1. На її основі буде спроектовано та змодельовано всі інші типи – похила, перфорована та перфорована похила. Довжина ригеля в осях становить 18 м. Розрахункова схема балки – жорстке защемлення з обох боків. Для цього краї балки виготовляють під кутом 45° з опорними плитами товщиною 25 мм. Навантаження прикладається рівномірно розподіленим і становить  $q = 16$  кН/м. Матеріал балки – сталь класу С255.

Похила балка спроектована з двох однакових частин, довжиною 9,02 м і з ухилом 5°; по середині встановлена плита товщиною 25 мм, яка запобігає зминанню торців. Перфорована балка виконана з круглими отворами в стінці [2], що утворюють регулярну структуру. Діаметр перфорації  $d = 690$  мм, крок отворів  $s = 1040$  мм, повна висота балки  $h = 988$  мм. Дана балка виконується шляхом розрізу первісної 70Б1, далі

прямі частини «зубів» стінки накладаються одне на одне та зварюються. Таким чином утворюється балка більшого поперечного перерізу, що має більший момент опору та момент інерції. Перфорована похила балка виконана методом об'єднання параметрів перфорованої та похилої балки.

Після розрахунку скінчено-елементної моделі отримано значення прогину, нормальних, дотичних та еквівалентних (за Мізесом) напружень (табл. 1). Також показані критичні місця, де виникають максимальні напруження (рис. 2), і які знаходяться біля опорних вузлів балок.

Таблиця 1. Максимальні (за модулем) показники напружено-деформівного стану

Вид ригеля	Прогин, мм	Напруження, МПа			Вага, т
		Нормальні	Дотичні	Еквівалентні	
Пряма балка	15,150	168,66	72,37	157,53	2,348
Похила балка	9,348	128,39	53,01	131,14	2,391
Перфорована балка	9,566	135,55	69,84	158,58	2,268
Перф. похила балка	7,251	133,29	67,79	156,57	2,329

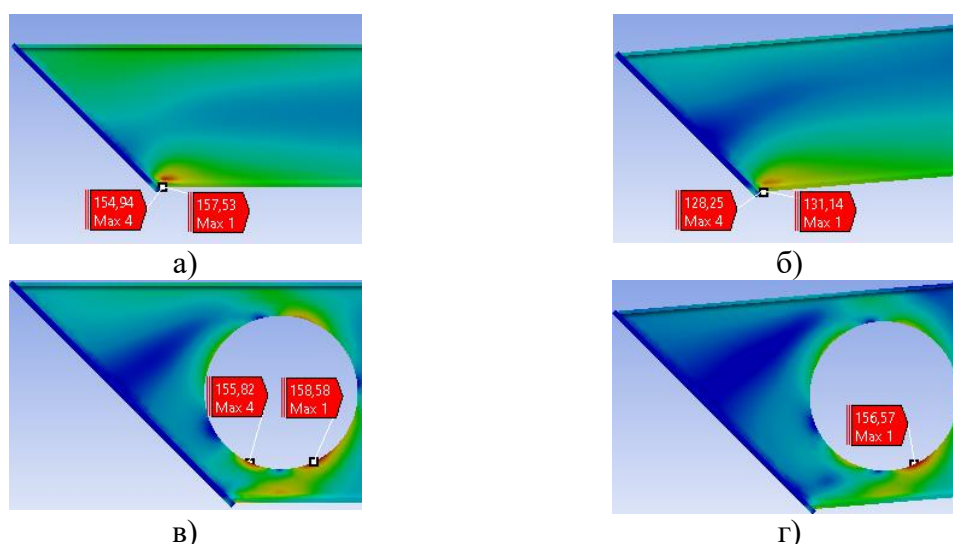


Рисунок 2. Зони максимальних еквівалентних напружень (МПа) для різних видів балок: а) пряма балка; б) похила балка; в) перфорована балка; г) похила перфорована балка

Отже, за результатами дослідження НДС обраних ригелів, можна зробити висновок, що в заданих умовах похила балка з суцільною стінкою зазнає найменших еквівалентних напружень 131,14 МПа, але прогин не є мінімальним – 9,348 мм. Найменшого прогину зазнає похила перфорована балка – 7,251 мм, але максимальні еквівалентні напруження мають близьке значення, як в прямої і перфорованої балки – 156,57 МПа.

### Література

- Нілов О. О., Пермяков В. О., Шимановський О. В., Білик С. І., Лавриненко Л. І., Белов І. Д., Володимирський В. О. Металеві конструкції: Загальний курс. К.: Видавництво «Сталь», 2010. 869 с.
- Pidgurskyi I., Slobodian V., Bykiv D., Pidgurskyi M. (2021) Investigation of the stress-strain state of beams with different types of web perforation. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 103, no 3, pp. 79–87.