

**МІСЦЕВА СТІЙКІСТЬ СТІНОК ПОПЕРЕЧНО ГОФРОВаниХ БАЛОК
ПРИ ДІЇ ЛОКАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Викладаються результати чисельного дослідження місцевої стійкості гофрованої стінки сталеві балки при дії зосередженого навантаження. Розроблена методика для визначення форм втрати місцевої стійкості поперечно гофрованої стінки.

It's presented results of numerical investigation of local stability of corrugated web in steel beam under local load. It's developed the methodology for finding modes of local buckling of corrugated web.

Ключові слова: гофрована балка, місцева стійкість стінки, коефіцієнт запасу стійкості.

Сталеві двотаврові елементи з поперечно-гофрованими стінками (ПГС) синусоїдної форми знаходять дедалі більшого поширення в практиці будівництва. Найбільшого використання вони знайшли в легких каркасах виробничих будівель, де вони використовуються в ригелях з прольотами до 30 м включно, а також, в меншій мірі, – в колонах.

Існуючі методи розрахунку гофрованих стінок на стійкість базуються на досить загальних передумовах, і до теперішнього часу не існує універсального обґрунтованого методу вирішення задачі стійкості гофрованої стінки із різними формами та параметрами гофрів. Відомі методи наближені та, найчастіше, вони розроблені для оцінки стійкості гофрованих стінок з обмеженою номенклатурою форм і геометрією гофрів.

У даній статті дослідження місцевої стійкості гофрованої стінки проводилося на фізико-математичних моделях, побудованих згідно сортаменту гофрованих балок компанії Zeman. Розглядалися моделі зі стінками товщиною $t_w = 2,0; 2,5; 3,0$ мм і висотою $h_w = 500; 750; 1000; 1250; 1500$ мм та поясом ши-

риною $b_f = 300$ мм і товщиною $t_f = 8$ мм. Довжина всіх моделей була прийнята 1860 мм.

Виходячи з досвіду проектування, у переважній більшості випадків ширина полиць прогонів (холодногнутих швелерів і Z-профілів, а також прокатних швелерів і двотаврів) не перевищує 75...80 мм, що послужило основою для прийняття в даній роботі ширини розподілення зосередженого навантаження.

Моделі балок були завантажені зосередженою силою, котра розподілялася на площадці довжиною 78 мм (довжина півхвилі гофра) та шириною 40 мм з інтенсивністю 17455 кН/м^2 . Навантаження прикладалося посередині балок таким чином, що рівнодіюча сила приходилася на зміну кривини гофра (рис. 1).

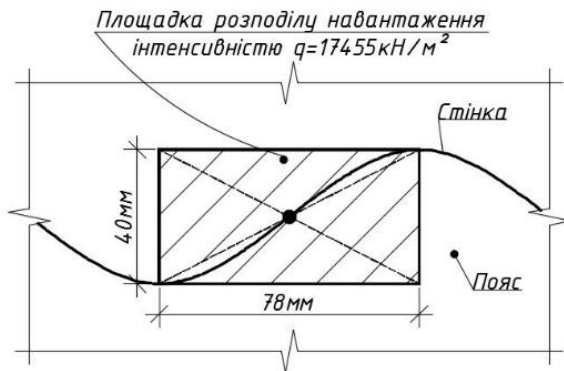


Рис. 1 Схема прикладення навантаження на балку

Розрахунок балок виконувався в програмному комплексі ЛІРА 10.4. Балки моделювалися скінченними елементами тонкої оболонки (№42, №44). Всі розрахунки виконувалися в припущенні пружної роботи сталі. В якості матеріалу конструкції була прийнята сталь С285.

Основними критеріями, на котрі робився акцент при аналізі отриманих результатів, є коефіцієнт запасу стійкості та форма втрати стійкості (рис. 2 і рис. 3).

Залежність коефіцієнта запасу стійкості та форми втрати стійкості від геометричних параметрів стінки

Висота стінки h_{sp} , мм	Товщина стінки t_{sp} , мм	За допомогою ПК ЛІРА 10.4				Ефективна довжина прикладення навантаження l_{ef} (м)	Модуль пружності E , Мпа	Опір сталі стінки за межею текучості $R_{y0.2}$, МПа
		Форма втрати стійкості	Коефіцієнт запасу стійкості ν_{cr}	σ_{loc} (МПа)	$\sigma_{loc. cr}$ (МПа)			
500	2	місцева	5.9276	344.59	2042.59	0.10	206000	280
	2.5	місцева	10.205	283.05	2888.53			
	3	місцева	15.939	240.13	3827.43			
750	2	місцева	5.8901	346.07	2038.39			
	2.5	місцева	10.134	284.06	2878.66			
	3	місцева	15.826	240.79	3810.74			
1000	2	місцева	5.8999	346.8	2046.09			
	2.5	місцева	10.147	284.45	2886.31			
	3	місцева	15.843	240.97	3817.69			
1250	2	місцева	5.9165	347.07	2053.44			
	2.5	місцева	10.168	284.51	2892.90			
	3	загальна	13.253	240.94	3193.18			
1500	2	місцева	5.9286	347.07	2057.64			
	2.5	загальна	8.6754	284.43	2467.54			
	3	загальна	10.797	240.87	2600.67			

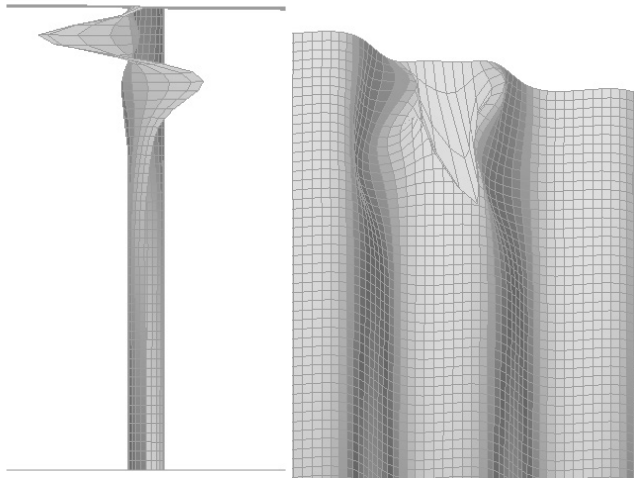


Рис. 2 Місцева втрата стійкості стінки

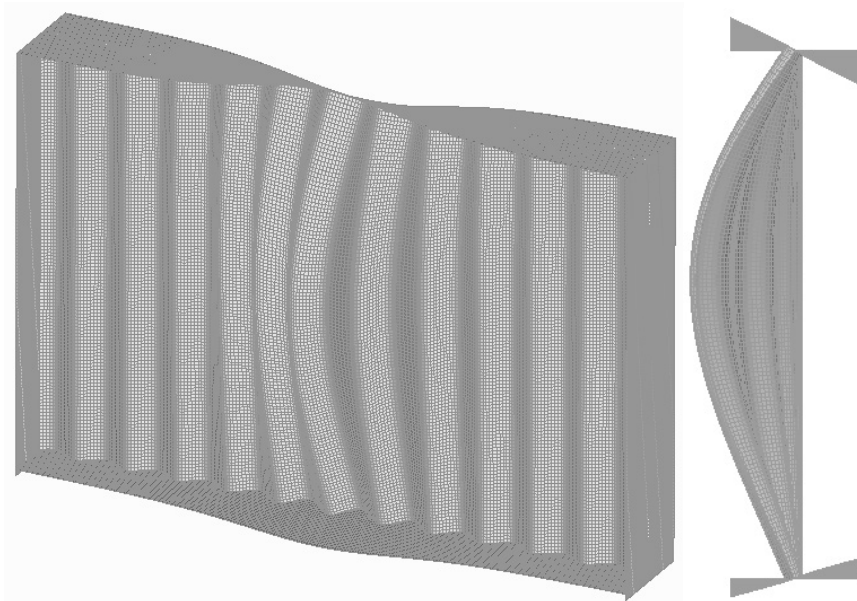


Рис. 3 Загальна втрата стійкості стінки

Встановлено [3], що локальна втрата стійкості гофрованої стінки проходить в зоні сполучення стінки із верхнім поясом на ділянці в межах $(50 \div 60) \cdot t_w$.

Спостерігається дві форми втрати стійкості стінки: перша, місцева, відбувається за одною складкою – вм’ятиною на панелі гофра, друга, загальна, – утворюється випинання декількох панелей гофра разом із закрученням поясу. Друга форма втрати стійкості спостерігається у балках з високою стінкою ($h_w = 1250; 1500$ мм). Форма втрати стійкості і величина критичних навантажень, перш за все, визначаються розташуванням зосередженої сили відносно направляючої гофрування. Якщо сила прикладена із ексцентриситетом в межах гофра ($e \leq 0,5f$, де e – ексцентриситет, f – амплітуда гофра), то критичне навантаження або менше, або таке ж як у випадку центрального прикладення навантаження, якщо ж $e > 0,5f$, то критичне навантаження різко падає.

Література

- [1] ДБН В.2.6-198-2014. Сталеві конструкції. Норми проектування – К.: Мінрегіон України, 2014. – 205 с. – Чинні з 1.01.2015.
- [2] Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- [3] Барановская С.Г. Прочность и устойчивость гофрированной стенки стальной двутавровой балки в зоне приложения сосредоточенных нагрузок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук /НИСИ. – Новосибирск, 1990. – 19 с.
- [4] Novák, R. – Macháček, J.: Design resistance of undulating webs under patch loading. Proc.Conf. CIMS'2000, Lisbon, 2000, s. 371-378