

СТІЙКІСТЬ СТИСНУТОЇ ОБШИВКИ ЗГИНАНИХ КОМПЛЕКСНИХ КАРКАСНО-ОБШИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Петренко О.В., 2011

Обґрунтовано застосування існуючих методик визначення умов забезпечення стійкості стиснутої неметалевої обшивки згинаних комплексних каркасно-обшивних конструкцій із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса. Залежно від фізико-механічних характеристик та геометричних параметрів обшивки, а також способу прикладення навантаження визначено мінімально допустиму товщину обшивки з умови забезпечення її стійкості.

Ключові слова: забезпечення стійкості, неметалева обшивка, допустима товщина.

Grounded an application of existent methods of terms determination for providing of firmness of the compressed non-metal edging for curved complex framed constructions with the steel thin-walled cold-formed elements to framework. Depending on mechanical characteristics and geometrical parameters of edging, and also method of loading application, the minimum limit edging thickness is determined from the condition of its firmness providing.

Key words: providing of firmness, non-metal edging, limit edging thickness.

Вступ. Комплексні каркасно-обшивні конструкції з використанням плитної неметалевої обшивки та сталевих тонкостінних холодногнутих елементів каркаса можуть застосовуватись для будівництва та реконструкції промислових та цивільних будинків завдяки своїм високим техніко-економічним показникам.

Аналіз досліджень. Для ефективного проектування комплексних конструкцій необхідно виконати багатоінженерні та наукові завдання [1]. Одним з таких завдань є забезпечення стійкості стиснутої обшивки. Особливістю роботи неметалевої стиснутої обшивки є складний напружено-деформований стан, зумовлений місцевим прикладенням навантаження.

Листи стиснутої обшивки, виконані з гіпсокартону, склопластика, фанери, ДСП, фіброцементу за загального згину комплексної конструкції (рис. 1) працюють як стиснуті елементи, розміщені у верхній частині поперечного перерізу [2]. Робота обшивки комплексних конструкцій за місцевого прикладення навантаження є складною, оскільки згинані місцевим навантаженням листи обшивки стискаються за загального згину панелей і працюють як стиснуто-зігнуті елементи.

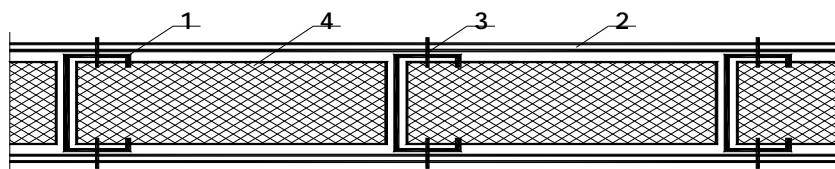


Рис. 1. Переріз згінаної комплексної конструкції: 1 – сталевий ТГЕ; 2 – стиснута неметалева обшивка; 3 – елемент кріплення; 4 – тепло-звукоізоляційні матеріали на органічній основі

Існуюча методика [3] передбачає визначення мінімальної товщини стиснутої обшивки t_0 для забезпечення її стійкості з таких умов (1)–(3):

з умови стійкості з прикладенням місцевого навантаження $N = 1 \text{ кН}$:

$$t_0 = \sqrt{\frac{(100g_{\text{коп}}a_o + 1,8N)a_o}{200R_{\text{зс}}g_f g_m}}; \quad (1)$$

з умови забезпечення стійкості без прикладення місцевого навантаження:

$$t_0 = a_o \sqrt{\frac{g_{кор} + g_{вл.ваги}}{2R_{зг} g_f}}; \quad (2)$$

з умови обмеження прогину обшивки $f/l = 1/150$:

$$t_0 = a_o \sqrt[3]{\frac{1800(g_{кор}'' + g_{вл.ваги}'')}{384E_o}}. \quad (3)$$

У залежностях (1)–(3): a_o – відстань між елементами каркаса в чистоті; $g_{кор}$ – корисне рівномірно розподілене навантаження; $g_{вл.ваги}$ – вага конструкції перекриття; N – зосереджене навантаження; $R_{зг}$ – межа міцності матеріалу обшивки на згин; E_o – модуль пружності матеріалу обшивки; γ_f , γ_m – коефіцієнти запасу за навантаження та матеріалу відповідно.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз

Порівняльні характеристики	Вид обшивки	Комплексні панелі з дерев'яними елементами каркаса	Комплексні каркасно-обшивні конструкції з сталевими ТГЕ каркаса	Відмінність характеристик, %
Товщина обшивки, мм	Склопластик поліефірний	Від 1 до 2,5 мм	Від 1 до 2,5 мм	0
	Склопластик фенольний	Від 3,5 до 4,5 мм	Від 3,5 до 4,5 мм	0
	Фанера СФС	Від 8 до 10 мм	Від 8 до 10 мм	0
Модуль пружності стиснутої неметалевої обшивки	Склопластик поліефірний	6000МПа	6000МПа	0
	Склопластик фенольний	10000МПа	10000МПа	0
	Фанера СФС	9500 МПа	9500 МПа	0
Межа міцності, МПа	Склопластик поліефірний	Від 9,5 до 11,5 МПа	Від 9,5 до 11,5 МПа	0
	Склопластик фенольний	Від 11,0 до 14,5 Мпа	Від 11,0 до 14,5 Мпа	0
	Фанера СФС	Від 11,0 до 12,5 МПа	Від 11,0 до 12,5 МПа	0
Згинальна жорсткість стиснутої неметалевої обшивки	Склопластик поліефірний	Від 5 до 75 кНм	Від 5 до 75 кНм	0
	Склопластик фенольний	Від 370 до 750 кНм	Від 370 до 750 кНм	0
	Фанера СФС	Від 4100 до 8000 кНм	Від 4100 до 8000 кНм	0
Відношення жорсткості обшивки до загальної жорсткості комплексної конструкції, %	Склопластик поліефірний	Від 15 до 20 %	Від 15 до 20 %	0
	Склопластик фенольний	Від 40 до 45 %	Від 30 до 35 %	Від 22 до 25 %
	Фанера СФС	Від 55 до 60 %	Від 40 до 45 %	Від 25 до 27 %

Для виготовлення комплексних каркасно-обшивних конструкцій зі сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса застосовують неметалеву обшивку з аналогічними фізико-механічними характеристиками та геометричними параметрами (товщина, модуль пружності та згинальна жорсткість обшивки), що й для комплексних панелей покриття на дерев'яному каркасі. Крок дерев'яних елементів каркаса (від 0,25 до 0,6 м) відповідає кроку сталевих тонкостінних елементів каркаса (від 0,3 до 0,6 м). Порівняльний аналіз показує, що відношення жорсткості

обшивки до загальної жорсткості конструкції для комплексних конструкцій на тонкостінному сталевому каркасі є меншим за аналогічне відношення для панелей покриття на дерев'яному каркасі. Відмінність становить від 22 до 27 % (табл. 1). Елементи з'єднання обшивки з каркасом мають аналогічні значення несучої здатності та податливості як для конструкцій з тонкостінними сталевими елементами, так і для конструкцій з дерев'яними елементами каркаса.

Вказані аналогії дають можливість припустити, що незважаючи на відмінність відношень жорсткості, напружено-деформований стан стиснутої обшивки комплексних панелей покриття з дерев'яними елементами каркаса аналогічний до напружено-деформованого стану згинаних каркасно-обшивних конструкцій із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса. Це припущення дає змогу застосувати існуючу методику визначення мінімальної товщини з умов стійкості стиснутої обшивки комплексних панелей покриття з дерев'яними елементами каркаса для визначення мінімальної товщини обшивки комплексних конструкцій із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса.

Постановка задачі. Користуючись існуючими методиками визначення мінімальної товщини з умови стійкості стиснутої обшивки для згинаних комплексних конструкцій із дерев'яними елементами каркаса та неметалевої обшивки, визначимо мінімальну товщину стиснутої неметалевої обшивки комплексної конструкції із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса. Користуючись умовами (1)–(3), визначимо залежність мінімальної товщини стиснутої обшивки з умов стійкості від змінних проектування фізико-механічних характеристик матеріалу обшивки: межі міцності (умови (1), (2)), модуля пружності (умова (3)). Область змінних проектування приймаємо у таких межах, у яких лежать фізико-механічні характеристики матеріалів, що можуть бути використані як стиснута обшивка комплексних конструкцій: межа міцності $R=0,5...15$ МПа, модуль пружності $E=100...16000$ МПа.

Крок елементів каркаса $a_0=0,6$ м, корисне рівномірно розподілене навантаження $g_{кор}=2,5$ кН/м.кв., вага конструкції перекриття $g_{вл.ваги} = 0,5$ кН/м.кв., зосереджене навантаження $N=1$ кН, $R_{зг}$ – межа міцності матеріалу обшивки на згин, E_0 – модуль пружності матеріалу обшивки, коефіцієнти запасу за навантаження та матеріалу $\gamma_f=1,2$; $\gamma_m=1,05$. Прикладення навантаження: I комбінація – рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю $g_{кор}=2,5$ кН/м.кв. + зосереджене навантаження $N=1$ кН; II комбінація – рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю $g_{кор}=2,5$ кН/м.кв.

Результати досліджень. На графіках (рис. 2, 3) показано залежності значень мінімальної товщини стиснутої обшивки комплексних конструкцій від фізико-механічних характеристик матеріалу обшивки: межі міцності (рис. 2) та модуля пружності (рис. 3).

Користуючись результатами досліджень (рис. 2, 3) та геометричними параметрами різних видів неметалевих матеріалів, визначимо можливість використання кожного виду матеріалу з умови стійкості стиснутої обшивки для влаштування обшивки комплексних каркасно-обшивних конструкцій з тонкостінними холодногнутими елементами каркаса. Результати порівняння наведено у табл. 2

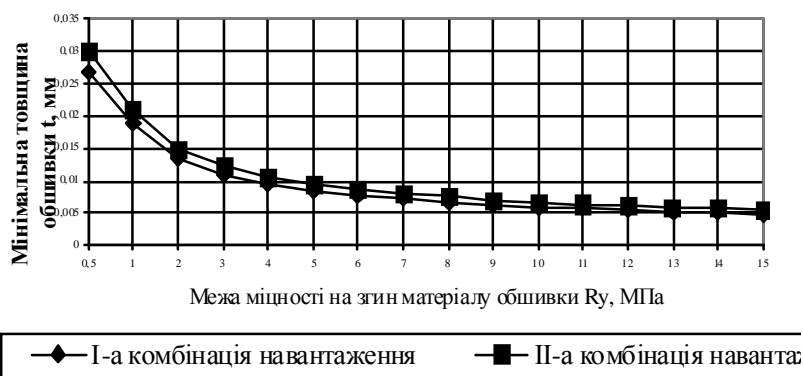


Рис. 2. Значення мінімальної товщини стиснуто-згнутої обшивки за умов стійкості залежно від міцності на згин матеріалу обшивки та схеми прикладення навантаження

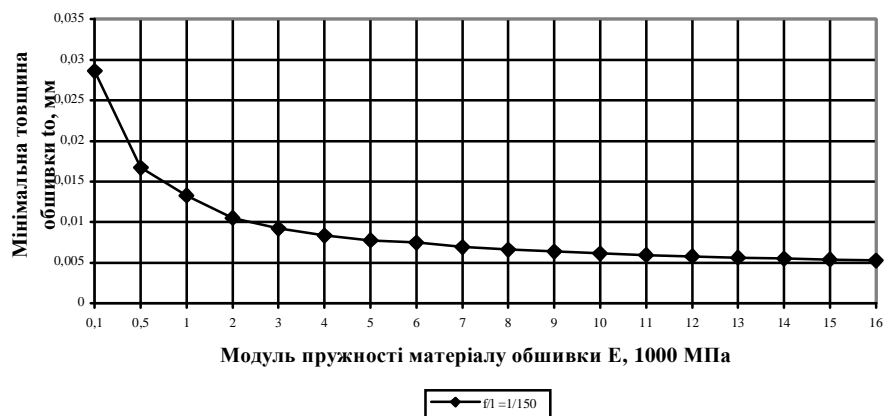


Рис. 3. Значення мінімальної товщини стиснуто-зігнутої обшивки за умов стійкості залежно від модуля пружності матеріалу під час зосередженого прикладення навантаження та граничному прогині листа обшивки $f/l = 1/150$

Таблиця 2

Результати порівняння

Вид матеріалу	Модуль пружності E, МПа	Межа міцності R, МПа	Мінімальна товщина обшивки, визначена з залежностей, мм			Фактична товщина матеріалу, мм	відповідність
			(1)	(2)	(3)		
гіпсокартон	1500	4,5	9	10	12,7	12,5	не відповідає
склопластик поліефірний	6000	9,5	6.2	6.9	7.8	2,5	не відповідає
Склопластик фенольний	10000	11	5.7	6.4	6.7	3,5	не відповідає
Фанера СФС	9500	11	5.7	6.4	6.8	8,0	відповідає
фіброцемент	12000	14	5.1	5.7	6,0	25	відповідає
ДСП	5000	6,5	7.5	8.3	8,5	20	відповідає

Висновки:

1. На основі порівняльного аналізу фізико-механічних характеристик та геометричних параметрів неметалевої обшивки, дерев'яних елементів каркаса, елементів з'єднання, конструкції комплексних панелей покриття та згинаних комплексних конструкцій зі сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса (табл. 1) зроблено припущення про аналогічність напружено-деформованого стану стиснутої обшивки комплексних панелей покриття і згинаних комплексних конструкцій.

2. З використанням існуючої методики визначення мінімальної товщини з умови стійкості стиснутої обшивки для згинаних комплексних конструкцій із дерев'яними елементами каркаса встановлено значення мінімальної товщини різних видів стиснутої неметалевої обшивки згинаних комплексних конструкцій із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса (рис. 2, 3).

3. Зроблено висновки про можливість застосування різних видів плитних матеріалів для влаштування стиснутої обшивки у згинаних комплексних конструкціях із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса (табл. 2). Серед порівнюваних матеріалів за своїми фізико-механічними характеристиками та геометричними параметрами умовам стійкості (1)–(3) відповідають фанера СФС, фіброцемент та плити ДСП.

4. Відповідність фактичного напружено-деформованого стану стиснутої неметалевої обшивки до прийнятого теоретично, а також можливість застосування різних видів плитних

неметалевих матеріалів для стиснутої обшивки згинаних комплексних конструкцій із сталевими тонкостінними холодногнутими елементами каркаса вимагає експериментального підтвердження.

1. Гоголь М.В., Петренко О.В. Підвищення ефективності роботи сталевих тонкостінних холодногнутих елементів у цивільному будівництві // Вісник ДУ "Львівська політехніка" "Теорія і практика будівництва". – 1998. – № 360. – С. 47–52. 2. Гоголь М.В., Петренко О.В. Експериментальні дослідження згинаних комплексних конструкцій каркасно-обшивного типу // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. Вип. 4. – Рівне: Рівненський ДТУ, 2000. – С.154–161. 3. Повышение эффективности металлических и дерево-пластмассовых конструкций / Под ред. М.М. Жербина. – К.: "Будівельник", 1978. – 144 с.

УДК 624.21

Рубаха М.В., Кваша В.Г., Салійчук Л.В.

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра мостів і будівельної механіки

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ПЛИТНОЇ НЕРОЗРІЗНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОСОЇ В ПЛАНІ ПРОЛЬОТНОЇ БУДОВИ ДО ТА ПІСЛЯ РОЗШИРЕННЯ НАКЛАДНОЮ ПЛИТОЮ

© Рубаха М.В., Кваша В.Г., Салійчук Л.В., 2011

Подано результати аналізу розрахункових моделей для розрахунку залізобетонної збірно-монолітної косої в плані прольотної будови до та після розширення залізобетонною накладною плитою.

Ключові слова: плитна залізобетонна, збірно-монолітна прольотна будова, косі в плані мости, розрахункові моделі, нормовані і випробувальні навантаження.

The results of analysis of calculation models for the calculation of reinforced-concrete precast-monolithic slanting in a plan span structure to and after expansion the reinforced-concrete superimposed plate are presented.

Key words: slabs reinforced-concrete precast-monolithic span structure; to the scythe in a plan bridges; calculation models; standard and testing loadings.

Вступ. Будівництво мостів з нерозрізними збірно-монолітними прямими і косими в плані прольотними будовами із збірних суцільних ненапружених плит завдовжки близько 18,0 м, об'єднаних в надпорних ділянках у багатопрольотну нерозрізну систему, належить до кінця 50-х – початку 60-х років минулого сторіччя. Через неодноразові зміни норм проектування і нормованих вимог до габаритів і навантажень ці мости не задовольняють сучасні експлуатаційні показники за вантажопідйомністю, пропускною здатністю та безпекою руху. За тривалий період експлуатації вони одержали різні дефекти, які впливають на фізичний стан, довговічність і знижують вантажопідйомність, тому їх експлуатаційний стан не можна вважати задовільним, а утримання за сучасної ваги транспортних засобів та інтенсивності руху є важливою проблемою експлуатуючих організацій.

До мостів такого типу належить плитний міст через р. Прут на км 14+913 автодороги Татарів–Кам'янець-Подільський Івано-Франківської області, можливості подальшої експлуатації якого через наявність значних експлуатаційних дефектів несучих конструкцій і недостатній габарит їздового полотна викликає обґрунтовані сумніви. Насамперед міст потребує аналізу реальної існуючої і перспективної вантажопідйомності на основі оцінки фактичного фізичного стану