

УДК 624.072.001.5+666.11

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ СКЛЯНИХ БАЛКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Б. Демчина, д. т. н., М. Черевко, аспірант, В. Прокоп'юк, магістр
Національний університет «Львівська політехніка»*

Постановка проблеми. Будівельне виробництво на сьогодні вимагає від конструкцій вирішення дедалі більшої кількості функціональних завдань. Серед них можна виділити потребу прозорості та освітленості з метою задоволення антикорупційних та естетичних потреб користувача. Вирішити такі завдання може використання скляних будівельних несучих конструкцій, які забезпечують, окрім несучої здатності, необхідний рівень освітлення, а також створюють можливості реалізації архітектурних і дизайнерських рішень, які були неможливими з використанням інших видів непрозорих конструкцій (наприклад, будівництво прозорих будівель та споруд).

Однією з переваг скляних конструкцій є безпека застосування. Триплексоване скло – це два або більше органічних чи силікатних скла, склеєних між собою спеціальною полімерною плівкою. Навіть за втрати конструкцією своїх функціональних властивостей ця технологія не допускає її повного руйнування, утримуючи осколки на плівці.

Можливості використання триплексованого скла в будівельних конструкціях малодосліджені, зокрема в Україні, що зумовлює необхідність таких досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Триплексоване скло в Україні на сьогодні не дуже поширене. Його використовують у виготовленні самонесучих або ненесучих конструкцій, як-от перегородок, вікон, або дизайнерських елементів інтер'єру (столиків, підставок, колон тощо). Останнім часом таке скло почали активно використовувати у виробництві скляних прозорих підлогах. Проте немає державних норм і стандартів для розрахунку конструкцій із триплексованого скла, що зумовлює високу собівартість таких конструкцій, оскільки вони вимагають індивідуальних проектів і проведення експериментальних досліджень у кожному випадку.

Постановка завдання. Завдання нашого дослідження – визначити несучу здатність і деформативність скляної балки експериментальним шляхом; порівняти міцність і деформативність балок для різних способів виготовлення скляних балок.

Для проведення експерименту була виготовлена серія з двох скляних балок з габаритними розмірами 1000x100x70 мм. Кожна балка була

виготовлена з п'яти шарів скла. Матеріал – негартоване листове скло згідно з ДСТУ Б В.2.7-122:2009 (міцність на стиск – 700 МПа, питома вага – 2500 кг/м³, товщина – 19 мм [1]. Відповідно до технології триплексування, між шарами скла була вкладена полімерна плівка, після чого балки були запечені за температури 130 °С. Для балки БС-1 використовували два шари полімерної плівки між кожним шаром скла, а для балки БС-2 – один шар (рис. 1).

Виклад основного матеріалу. Експериментальні балки досліджували як балки, оперті на двох опорах із прикладанням зосереджених сил у третинах прольоту (рис. 2) [2]. Зовнішнє навантаження створювали за допомогою гідравлічного домкрату 1 та передавали через

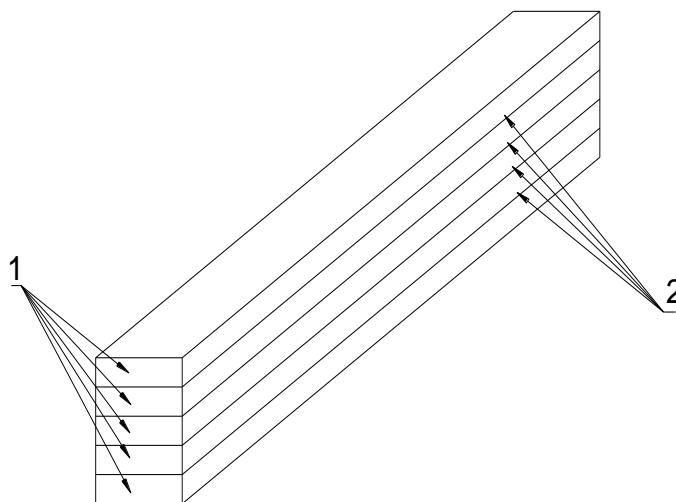


Рис. 1. Модель скляної багатошарової балки: 1 – шар скла; 2 – полімерна плівка.

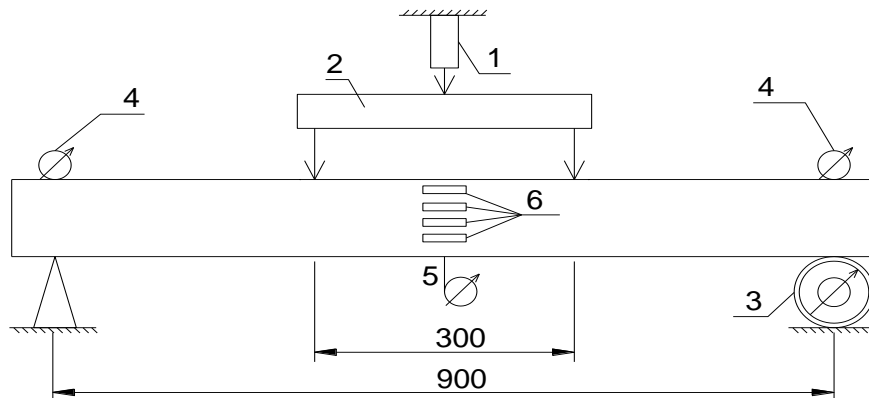


Рис. 2. Схема випробувань скляної балки:

1 – гідравлічний домкрат; 2 – траверса для передачі завантаження у третинах прольоту балки; 3 – динамометричне кільце з індикатором годинникового типу; 4 – мікроіндикатор; 5 – прогиномір Аістова; 6 – тензорезистори.

траверсу 2. Між елементами стану та скляною балкою встановлювали прокладки з волоку для уникнення місцевого сколювання та руйнування скла в місцях обпирання. Зусилля фіксували за допомогою індикатора годинникового типу, встановленого у динамометричне кільце 3, яке розміщували між балкою та опорою. Над опорами поверх балок були встановлені індикатори годинникового типу 4 для заміру осадок опор, прогини балки вимірювали за допомогою прогиноміра Аістова 5, встановленого посередині прольоту під балкою.

На одній із бічних поверхонь були наклеєні тензорезистори з базою 20 мм для вимірювання деформацій. Навантаження зразків здійснювали ступенями з кроком 1,5 кН до руйнування. Витримка між ступенями навантаження становила 5 хв.

За результатами аналізу показів тензодатчиків, розміщених у середині прольоту балок за висотою перерізу, отримано характер розвитку нормальних напружень з умови $\sigma = E \cdot \epsilon$ (рис. 3).

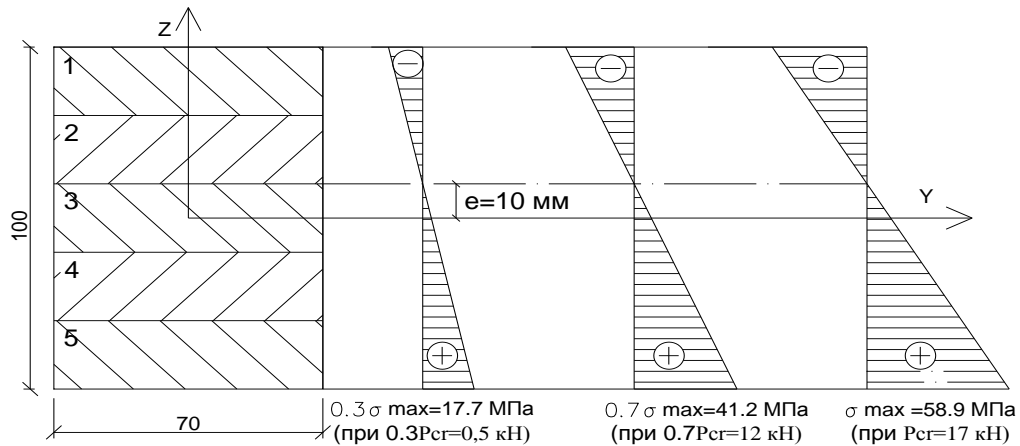


Рис. 3. Епюри нормальних напружень скляної балки БС-1 (де знаком “-” позначені стиснуті шари, “+” – розтягнуті).

Під час завантаження балок спостерігали утворення вертикальної наскрізної тріщини у нижньому шарі № 5 балки БС-1 посередині її прольоту за навантаження $P=0,95 P_{cr1}=16\text{кН}$ (рис. 4). За значення навантаження $P=0,9, P_{cr2}=10,9\text{кН}$ спостерігали утворення вертикальної наскрізної тріщини у нижньому шарі № 5 балки БС-2 посередині прольоту. Повне руйнування дослідних зразків наставало за $P_{cr1}=17\text{кН}$ (для БС-1) і $P_{cr2}=12\text{кН}$ (для БС-2), що супроводжувалося різким звуком. Спостерігали утворення незначної кількості осколків у місцях руйнування балок.

На основі аналізу показів за прогиноміром Аістова та опорних індикаторів побудовані графіки прогинів балок БС-1 та БС-2 залежно від зовнішнього навантаження (рис. 5).

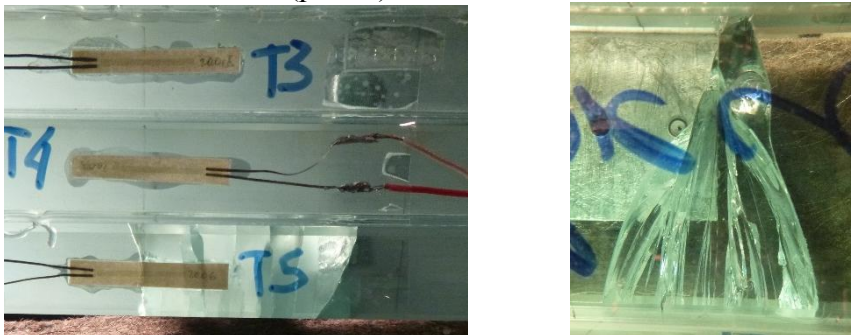


Рис. 4. Утворення тріщини у нижньому шарі балки БС-1 (вигляд збоку (фото ліворуч) та зверху (фото праворуч)).

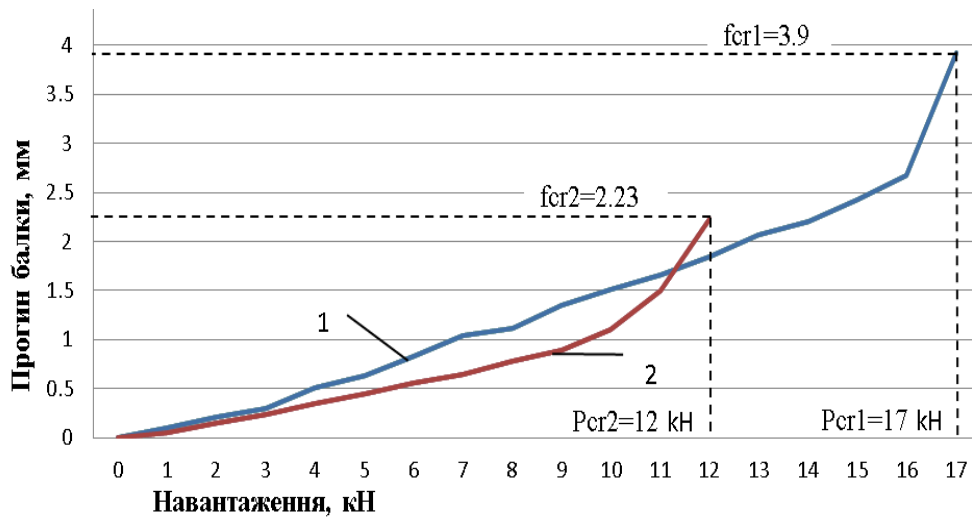


Рис. 5. Графіки залежності прогину скляної балки від навантаження:
 1 – балка марки БС-1; 2 – балка марки БС-2.

Характер руйнування дослідних зразків показано на рис. 6 (а; б).

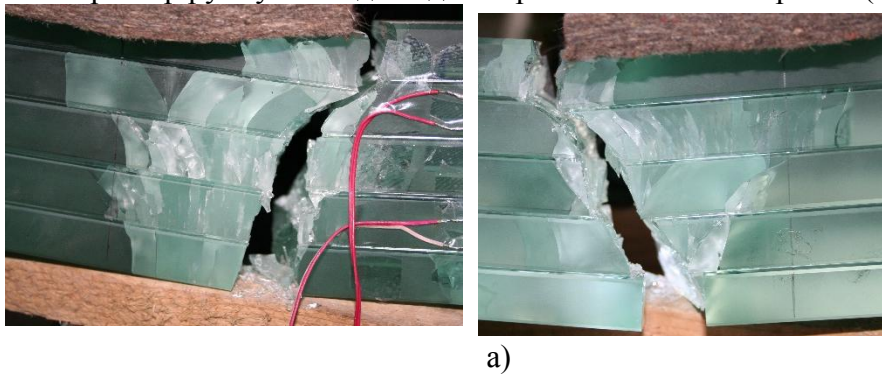


Рис. 6. Руйнування балки марки БС-2 у зоні чистого згину біля точки прикладання навантаження (вигляд з двох протилежних боків).

Висновки

1. Балка марки БС-1 із подвійним шаром плівки між шарами скла зруйнувалася за $P_{cr}=17$ кН, на відміну від балки марки БС-2 ($P_{cr}=12$ кН), що свідчить про вплив кількості шарів полімерної плівки на несучу здатність балки.

2. Аналіз отриманих показів тензодатчиків дав змогу визначити величини стиснутих і розтягнутих шарів скла. Нейтральна вісь балок проходить між другим і третім шарами балки (нумерація згори балки) та зміщена від геометричної осі балки вгору (див. рис. 3).

Бібліографічний список

1. ДСТУ Б.В.2.7-122:2009. Скло листове. Технічні умови. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – С. 52.
2. ДСТУ 2825-94. Розрахунки та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять. – К., 1998. – С. 42.

Демчина Б., Черевко М., Прокоп'юк В. Дослідження міцності та деформативності скляних балкових конструкцій

Описано експериментальне дослідження несучої здатності та деформативності скляних балок, виготовлених за технологією триплексування.

Ключові слова: скляна балка, триплексування.

Demchyna B., Cherevko M., Prokopjuk V. Research of strength and deformability of glass beam constructions

The article describes experimental study of bearing capacity and deformability of glass beams produced by triplexing technology.

Key words: glass beam, triplexing.

Демчина Б., Черевко М., Прокоп'юк В. Исследование прочности и деформативности стеклянных балочных конструкций

Описано експериментальное исследование несущей способности и деформативности стеклянных балок, изготовленных по технологии триплексирования.

Ключевые слова: стеклянная балка, триплексирование.