

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Гули Васи́лини Олега́вни"
Несуча здатність, деформативність та довговічність
скляних плит які працюють на згин",
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 "Архітектура та будівництво"
за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

Актуальність теми дисертації

Скло – це унікальний світлопрозорий матеріал для зведення різних архітектурних форм. Скло дозволяє втілити найсміливіші ідеї інженера-будівельника. Найпоширенішого використання скло дістало в промисловості та побуті: для застосування будівель, споруд, а також транспортних засобів. Звичне використання скла не розкриває в повній мірі його потенціалу, а сучасна тенденція використання скла в елементах несучих конструкцій змушує проводити все більше досліджень його фізико-механічних властивостей. Одним із основних критеріїв використання матеріалу у конструкціях є наявність розрахункових методик та норм проектування, які встановлюють граничні умови для роботи матеріалу під навантаженням та терміну його експлуатації. В Україні скло в основному використовується як огорожувальний матеріал або оздоблювальний елемент, а наукові дослідження скляних несучих конструкцій та методики їх розрахунку практично відсутні.

На вирішення окреслених вище питань скерована дисертаційна робота Гули В.О. Виходячи з вищесказаного, вважаю що тема дисертаційної роботи є актуальною з точки зору вивчення згинаних елементів зі скла на прикладі плит та їх несучої здатності, деформативності та довговічності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Гули В.О. на тему «Несуча здатність, деформативність та довговічність скляних плит які працюють на згин» відповідає науковому напряму кафедри будівельних конструкцій та мостів «Теоретичні та експериментальні дослідження звичайних та попередньо напружених

залізобетонних, металевих, дерев'яних та інших конструкцій будівель, споруд, мостів і фундаментів та методів їх підсилення з врахуванням різних видів армування, бетонування, способів та інтенсивності навантаження, дії агресивного середовища, підвищених температур», дата затвердження на Вченій раді Інституту будівництва та інженерних систем - 08.10.2019, протокол № 3 та уточнена на Вченій раді Інституту будівництва та інженерних систем - 02.02.2023, протокол № 6.

Мета і завдання дослідження сформульовані з врахуванням стану наукових досліджень скляних конструкцій, а саме встановити несучу здатність та деформативність скляних плит опертих по чотирьох кутах, що працюють на згин під дією короткочасного статичного навантаження, прикладеного через штамп посередині дослідних зразків, і довговічність скляних плит під дією довготривалого статичного навантаження та розробити рекомендації з їх проектування.

Мету дослідження досягнуто вирішенням наступних завдань:

- обґрунтувати доцільність застосування скляних плит в якості несучих конструкцій у проектуванні та будівництві;
- розробити експериментальну методику та провести натурні випробування скляних плит, виготовлених з різною кількістю шарів скла, які шарнірно оперті по чотирьох кутах та працюють на згин під дією короткочасного статичного навантаження, прикладеного посередині дослідних зразків через металевий штамп;
- удосконалити методику застосування кореляції цифрових зображень для визначення деформацій на зовнішніх поверхнях скляних плит;
- визначити фізико-механічні характеристики скла використаного у дослідних зразках плит;
- розробити методику та дослідити довговічність дослідних зразків скляних балочних плит, а також проаналізувати отримані результати досліджень;
- розробити методику досліджень тріщиностійкості скла та визначити параметри розгалуження тріщин в скляних конструкціях;
- виконати аналіз отриманих результатів експериментальних досліджень

міцності та деформативності скляних плит на згин;

- розробити рекомендації з проектування скляних плит з різною кількістю шарів скла що працюють на згин та методику прогнозування їх довговічності;
- впровадити результати досліджень.

Дисертантом обрано в якості об'єкта дослідження – міцність, деформативність та довговічність скляних одно та багат шарових плит, що працюють на згин

Методи дослідження

- експериментальні дослідження несучої здатності та деформативності скляних плит, виготовлених з різної кількості шарів скла, що працюють на згин, за спеціально розробленою методикою та експериментальні дослідження фізико-механічних характеристик скла на згин;
- визначення довговічності скляних балочних плит у процесі проведення експериментів за допомогою механічних (мікроіндикаторів годинникового типу) та оптичних приладів (прилади фото- та відеофіксації);
- фрактографічний аналіз скляних зразків з використанням цифрової оптичної мікроскопії для визначення критеріїв тріщиностійкості і розгалуження тріщин в склі;
- статистичний аналіз отриманих експериментальних даних з випробувань скляних плит, виготовлених з різної кількості шарів скла;
- статистично-ймовірнісний аналіз даних експериментальних досліджень з визначенням характеристичної міцності скла на розтяг при згині за допомогою двопараметричного розподілу Вейбулла, характеристичних значень тріщиностійкості і розгалуження тріщин в склі.

Наукова новизна отриманих результатів

- отримано нові експериментальні дані з випробувань скляних плит на міцність та деформативність, опертих по чотирьох кутах, що працюють на згин під дією статичного навантаження різних серій в залежності від кількості шарів скла.

- отримано експериментальні результати фізико-механічних характеристик скла з використанням ймовірно-статистичного методу оцінки даних;

- розроблено нову методику дослідження скляних балочних плит на довговічність та отримано і проаналізовано результати цих досліджень;

- удосконалено методику визначення деформацій на поверхні скляних плит за допомогою кореляції цифрових зображень, запропоновано удосконалити методику проведення оптичних замірів та підготовки поверхні скляних дослідних плит

- набула подальшого розвитку методика фрактографічного аналізу за допомогою цифрової оптичної мікроскопії для дослідження тріщиностійкості та розгалуження тріщин у склі. Було визначено критерії тріщиностійкості та розгалуження тріщин у склі;

- набули подальшого розвитку методики розрахунків скляних плит з використанням теорії пружності пластин, методу скінченних елементів (МСЕ) та лінійно-пружної механіки руйнування для розрахунку несучої здатності скляних плит, що працюють на згин. методику проведення оптичних замірів та підготовки поверхні скляних дослідних плит.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні методик дослідження скляних зразків та плит на міцність, деформативність та довговічність. Отримані результати досліджень фізико-механічних характеристик скла, розроблені рекомендації з проектування міцності та довговічності скляних плит можуть бути застосовані в будівництві та при проектуванні скляних перекриттів і покриттів, а також у програмах навчальних курсів для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Отримано Висновки Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності» (Укрпатент) про видачу патенту на корисну модель №150703 «Комбінована скляна плита», заява № u202106289 від 08.11.2021, опубліковано 16.03.2022; та патенту на корисну модель №151488 «Установка для випробування скляних плит на довговічність, заява № u202107242 від 14.12.2021, опубліковано 03.08.2022.

Отримано акти про впровадження результатів досліджень при проектуванні:

скляної багат шарової стінки консольного басейну в СПА-зоні житлового комплексу готельного типу в ур. Вишні, с. Полянниця Яремчанського району, Івано-Франківської області від ТзОВ «ПЕЛЕ-ІНЖИНГІНГ»; скляного покриття перголи на приватному об'єкті у м. Львів на вул. Ярославенка від ТзОВ «Компанія ландшафтної архітектури Розквіт».

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і результатів.

Обґрунтованість та достовірність результатів дисертаційних досліджень базуються на достатній кількості експериментальних досліджень, використанні загально визнаних та добре апробованих методів розрахунку, а також у використанні сучасних методик та обладнання для експериментального дослідження.

Особистий внесок здобувача

Результати дисертаційної роботи отримано здобувачем особисто або за безпосередньої участі. Гулою В.О. самостійно визначено стан проблеми досліджень, науково обґрунтовано їхню мету та завдання. У дисертації вирішено всі поставлені наукові завдання, отримані та сформульовані основні висновки. Автором опубліковано сім публікацій у співавторстві.

Апробація результатів дисертації

Матеріали дисертаційної роботи Гули В.О. пройшли апробацію на 9-му міжнародному молодіжному науковому форумі «Litteris et Artibus» (м. Львів, 21-23 листопада 2019 р., НУЛП) [6]; VII міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології в будівництві» (м. Київ, 19 листопада 2020р., КНУБА) [7]; міжнародній науково-технічній конференції «Інтелектуальні конструкції та інноваційні будівельні матеріали» (м. Херсон, 15 квітня 2021р., ХДАЕУ) [8]; XXII міжнародній науково-практичній конференції «Interaction of society and science: prospects and problems» (м. Лондон, Великобританія, 20-23 квітня 2021р.) [9]; VII міжнародній науково-практичній конференції «Science, innovations and education: problems and prospects» (м. Токіо, Японія, 9-11 лютого 2022р.) [10]; 11-тій міжнародній науковій сесії з прикладної механіки (м. Бидгощ, Польща, 18 листопада 2022) [11], наукових семінарах Національного університету «Львівська політехніка» кафедри «Будівельні конструкції та

мости» (2019-2023.).

Мова і стиль роботи

Мова і стиль виконання чітко і зрозуміло висвітлюють здобуті науково-практичні результати з використанням загальноприйнятих норм і класичних правил стилістики. Структура дисертації узгоджується з її метою і завданням дослідження та характеризується логічністю, послідовним викладенням матеріалу, науковим стилем. Істотних зауважень що до орфографічних, синтаксичних чи друкарських помилок немає.

Дисертаційна робота написана грамотно, з використанням сучасних наукових і технічних термінів. Рисунки, графіки та формули оформлені відповідно до чинних стандартів, є чіткими та зрозумілими; для кращого сприйняття складних графічних залежностей вдало використано технічні засоби, зокрема, виноски та надписи. Стиль викладення роботи відповідає вимогам до наукових праць; істотних зауважень щодо орфографічних, синтаксичних чи друкарських помилок немає. У цілому оформлення роботи відповідає вимогам до дисертаційних робіт.

Публікації

За тематикою дисертаційної роботи загалом опубліковано 7 наукових праць, дві з яких у наукових виданнях, які індексуються в Scopus; 6 публікацій у матеріалах міжнародних наукових конференцій.

Аналіз змісту дисертації

Дисертаційна робота має класичну структуру і викладена на 174 сторінках, складається з анотації двома мовами, змісту, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Робота містить 23 таблиці та 89 рисунки. Список використаних джерел складається зі 126 найменувань, з них 33 кирилицею та 93 латиницею.

У вступі розміщені усі обов'язкові елементи: обґрунтування актуальності теми дисертаційного дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, формулювання мети та завдань наукових досліджень, визначення об'єкту та предмету досліджень, опис використаних методів

дослідження, формулювання наукової новизни та практичного значення одержаних результатів; описано особистий внесок здобувача, подано інформацію про апробацію результатів роботи, структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ "Вибір напрямків досліджень та стан наукової проблеми" містить 28 сторінок. У ньому подано огляд наукової літератури з даної тематики. Зокрема історію виникнення та технологія виробництва скла, його види та класифікацію, фізико механічні характеристики, критерії довговічності та тріщиностійкості. Вказано існуючі методики розрахунку скляних плит.

Другий розділ "Об'єми та методики експериментальних досліджень. Конструкція скляних дослідних зразків" містить 23 сторінки. У розділі описані дослідні зразки за допомогою яких вирішується поставлена мета та завдання досліджень, а також методика проведення експерименту.

Третій розділ "Результати експериментальних досліджень" містить 28 сторінок. Представлено результати дослідження скляних балочних плит на довговічність та одно, дво та тришарових плит опертих по кутах на міцність. Подано критерії тріщиностійкості скляних зразків отримані з випробування міцності скла на розтяг при згині.

Четвертий розділ "Розрахунок напружено-деформованого стану скляних плит які працюють на згин. Аналіз результатів експериментальних досліджень та рекомендації з проектування" містить 34 сторінки. Подано розрахунки скляних плит двома методиками: аналітичним методом на основі концепції ефективної товщини та теорії пружності пластин; чисельно-аналітичним методом. Розрахунок довговічності одношарових скляних плит на основі лінійно-пружної механіки руйнування. Рекомендації щодо проектування скляних плит та впровадження результатів досліджень.

Висновки по роботі – чіткі та логічно впливають з наукових результатів, отриманих автором.

Разом з тим, до дисертаційної роботи є деякі незначні зауваження.

1. У роботі упродовж дослідження скляних плит, деформації вимірювали за допомогою мікроіндикаторів розміщених в стиснутій і розтягнутій зонах (верхня і нижня поверхня), а зона фотофіксації кореляції цифрових точок (спектр поверхня) розміщувалась лише на верхній поверхні. Як ми бачимо з графіків рисунків 3.11, 3.14, 3.17, деформації стиску і розтягу не співпадали, мікроіндикатори під час дослідження знімали при навантаженні 0,7 від руйнівного, а метод кореляції цифрових точок дозволяв проводити заміри аж до руйнування, то доцільно було б розмістити спектр поверхню і в розтягнутій зоні.

2. У роботі в третьому розділі визначаються фізико механічні характеристики скляних зразків. При цьому значення модуля пружності скла у даному розділі не подані. Інформацію про модуль пружності знайдено лише у четвертому розділі.

3. У роботі для проведення числових та експериментальних досліджень, отримання коефіцієнтів по запасу міцності $K_{F.i.}$, $K_{W.i}$, поданих рекомендацій з розрахунку та запропонованого для розрахунків скляних плит критичного коефіцієнта інтенсивності напружень $K_{Ic,5\%}=0,47 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$, використано листове скло товщиною 10мм. Не зрозуміло, що робити при інших товщина скла?

Зазначені зауваження та побажання не впливають на загальне позитивне ставлення до роботи, не зменшують її наукової новизни та практичної значимості і тому не є перешкодою для її представлення до офіційного захисту.

Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота Гули Васи́лини Олeгівни "Несуча здатність, деформативність та довговічність скляних плит які працюють на згин", представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» є самостійно завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення. У роботі

вирішується важливе завдання несуча здатність, деформативність та довговічність скляних плит які працюють на згин.

Основні положення і результати роботи опубліковані у фахових виданнях, включених в перелік МОН України та в наукових виданнях, що включені до наукометричних баз даних. За результатами дослідження подано заявку патенту на винахід.

Позитивно оцінюючи змістовність наукових досліджень, актуальність, наукову новизну та практичні значення отриманих результатів, вважаю що дисертаційна робота є завершеною науковою працею.

Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження Вимог до оформлення дисертації" (з наступними змінами) та "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022, а її автор Гула Васирина Олегівна заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» та спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Рецензент,

доцент кафедри «Будівельних конструкцій та мостів»

Національного університету «Львівська політехніка»

к.т. н., доцент



Ільницький Б. М.

Підпис доцента кафедри БКМ Ільницького Б.М.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Вчений секретар Національного університету

«Львівська політехніка»

« _____ »



Брилинський Р.Б.