

1.ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006.

2.Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.С. Матеріали і технології в сучасному будівництві. – К.: Вища освіта, 2006. – 495 с.

*Отримано 18.01.2012*

УДК 620.168:001.8.004.12

С.Ф.ПІЧУГІН, д-р техн. наук, Є.М.БОЙКО, Т.С.ГОРОВА, М.В.ТЕРЕГЕРЯ  
*Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОПЛАСТИКОВОГО ПРОФІЛЮ**

Досліджено роботу склопластикового профілю та болтового з'єднання цього профілю з метою визначення властивостей фібергласу та з'єднань у процесі завантаження.

Исследована работа стеклопластикового профиля и болтового соединения этого профиля с целью определения свойств фибerglassа и соединений в процессе нагружки.

There are given researches of the fiberglass profile and the profile bolting in order to determine the properties of fiberglass and connections in the load.

*Ключові слова:* фіберглас, склопластиковий профіль, критичне навантаження, переміщення, деформації, болтове з'єднання.

Конструкційні пластмаси в будівництві застосовують у складі елементів різних несучих та огорожуючих конструкцій [1, 4]. До них відносяться: склопластики, пінопласти, оргскло, вініпласт, повітро- і водонепроникні тканини і плівки, деревні пластики тощо.

З відомих у будівництві пластиків для дослідження було обрано композиційний матеріал склопластик, який являє собою листовий матеріал, що складається із скляних волокон або тканин, зв'язаних синтетичною смолою.

Склопластик характеризується такими основними властивостями:

- високі міцнісні характеристики, жорсткість, ударостійкість;
- довговічність, стійкість до впливу водного середовища і хімічна стійкість;
- відчутно менша маса виробів порівняно з аналогічними із традиційних матеріалів (питома маса склопластиків коливається в межах  $0,4...1,8 \text{ г/см}^3$  і в середньому становить  $1,1 \text{ г/см}^3$ );
- висока вогнестійкість, згідно з п. 2.3 [3] композиційні вироби із скловолокнистих матеріалів належать до групи Г1 (низької горючості).

Залежно від виду і розташування наповнювача розрізняють склопластики на основі рубаних волокон, тканини (склотекстоліти), скловолокно тощо. Склопластик на основі орієнтованих волокон – фіберглас – складається зі скляного наповнювача і синтетичного полімерного

зв'язуючого. При цьому наповнювачем в основному служать скловолокна у вигляді ниток, джгутів; зв'язуючим матеріалом – епоксидні, поліефірні смоли і т.д. [1, 2]. На основі попередніх публікацій можна зробити висновок, що властивості фібергласу вивчено не повністю, що дає підґрунтя для подальших досліджень.

Використання склопластиків у будівництві має багато техніко-економічних переваг, завдяки яким вони використовуються в будівництві у вигляді огорожувальних конструкцій (стінових і покрівельних панелей), несучих будівельних конструкцій, архітектурно-будівельних деталей та виробів, санітарно-технічних виробів, декоративно-облицювальних матеріалів, арматури й опалубки для бетонних конструкцій [1, 2].

Склопластики можуть сприймати знакозмінні періодичні навантаження, такі як вітрові, снігові, навантаження, які виникають при виконанні ремонтних робіт [4]. На відміну від традиційних конструктивних елементів – балок і колон – елементи із склопластику легко утворюють найбільш ефективні в експлуатації просторові конструкції (рис.1) [5-7]. Актуальним є розширення застосування склопластиків, зокрема фібергласу, в несучих будівельних конструкціях.



Рис.1 – Приклад застосування склопластику в будівництві

Метою наших експериментальних досліджень було вивчення роботи склопластикового профілю та болтових з'єднань таких профілів у процесі завантаження, визначення характеру руйнування зразків і болтового з'єднання.

Для визначення властивостей фібергласу проводилися випробування стандартних зразків, які виготовлялися в кількості, достатній для оцінювання мінливості властивостей склопластику, залежно від товщини листів. З метою вивчення однорідності механічних властивостей за довжиною профілю заготовки для зразків брали вздовж профілю. Було проведено три серії дослідів (табл.1). У першій серії випробовувалися зразки на розтяг, у другій – досліджувалася робота рівнобічних кутиків на стиск, у третій серії було досліджено болтове з'єднання склопластико-

вих матеріалів. Для випробувань було вибрано рівнополичкові кутики 75х75х6 і 50х50х5.

Таблиця 1 – Характеристики зразків

Зразок	Переріз руйнування	$A_0$ , мм <sup>2</sup>	$F_u$ , кН	$\sigma_{pp} = \frac{F_u}{A_0}$ , МПа	Видовження зразка $l_0$ , мм
№1	4-5	62,94	24,0	381,3	-
№2	5-6	65,1	27,5	422,4	87
№3	4-5	58,68	23,5	401	86
№4	5-6	62,34	25,5	409,1	88
№5	3-4	51,96	19,0	365,6	91
№6	2-3	59,22	22,5	379,9	81
$F_u$ – руйнівне навантаження; $A_0$ – площа поперечного перерізу зразка.					

Метою випробувань було отримання експериментальної кривої «навантаження - переміщення». Зразки випробовувалися на випробувальній машині УИМ-50. Навантаження прикладалося ступенями з витримкою 60 с, переміщення фіксувалися вздовж волокон зразка. На зразки було встановлено таровані прогиноміри марки 6-ПАО.

*Випробування зразків на розтяг.* Усі дослідні зразки мали схожий характер руйнування (рис.2). При навантаженні, яке складало 50...70% від руйнівного, зразки руйнувалися по шийці, а саме по перерізу 4 (рис.3).

*Центрально стиснуті стрижні.* Випробування мали за мету встановити особливості роботи склопластику на стиск порівняно з роботою на розтяг. Випробування зразків на центральний стиск виконувалися на випробувальній машині УИМ-50. Навантаження на зразок прикладалися послідовно, ступенями, починаючи з умовного нуля.

За результатами випробування побудовано діаграми, наведені на рис.4, 5. Межа пропорційності визначалася як напруження, при якому відстань від лінійної залежності між напруженням і деформаціями досягала такої величини, коли тангенс кута між кривою деформації і віссю напружень збільшувався на 50% від свого початкового значення.

У переважній більшості зразків спостерігалися деформації вигину, але в деяких були наявні ознаки деформацій кручення, які були незначними для оцінювання несучої здатності центрально стиснутих стрижнів.

Форма деформування стиснутих зразків, як правило, симетрична, а характер – пружний або пружно-пластичний. Зразки втрачали стійкість у формі плоского згину, що супроводжувався розклеюванням шарів

склопластику. При розвантаженні зразки поверталися до первинної форми, але відбувалося розщеплення окремих волокон.

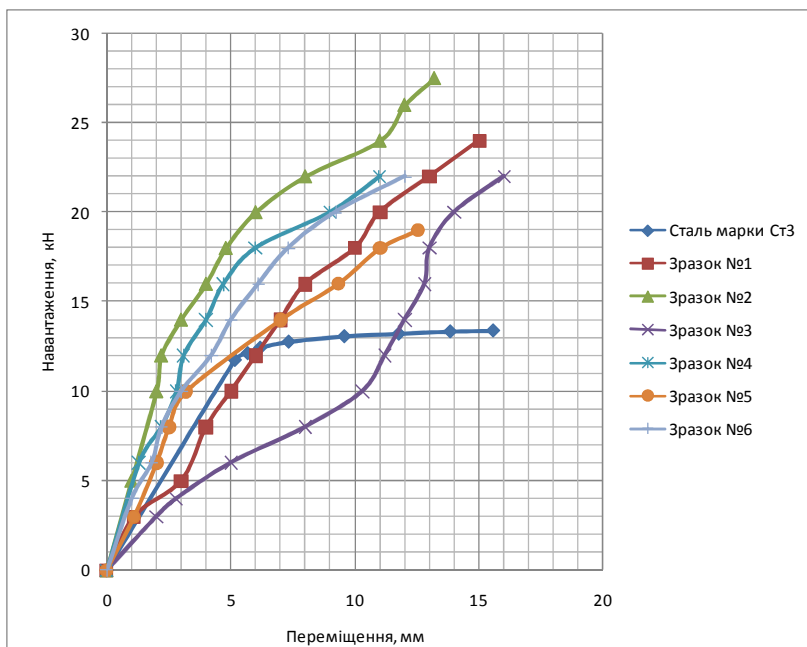


Рис.2 – Графік розтягу дослідних зразків

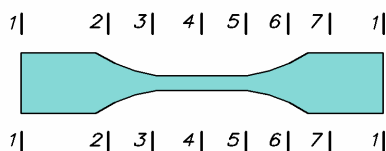


Рис.3 – Розміщення перерізів у зразках

**Болтові з'єднання.** Випробування виконувалися на моделі з'єднання, що показана на рис.6. З'єднувальні елементи являли собою листи перерізом 40х5 мм, довжиною 200 мм, виготовлені зі склопластику. Для вимірювання деформацій зсуву використовувалися два прогиноміри марки 6-ПАО, що дозволило зафіксувати середнє значення деформацій, виключивши при цьому можливість перекосів з'єднання (рис.7). Характеристики зразків наведено в табл.2.

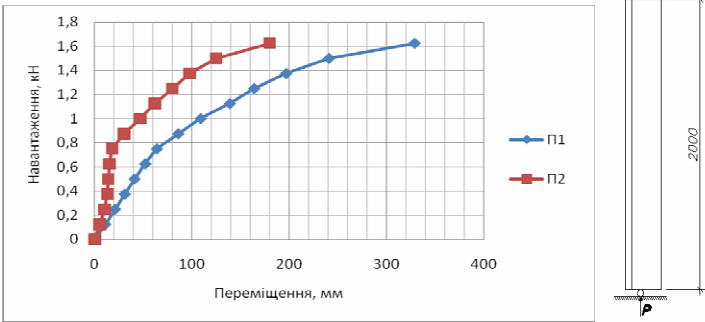


Рис.4 – Переміщення зразка 1-75 при  $\lambda=85,3$

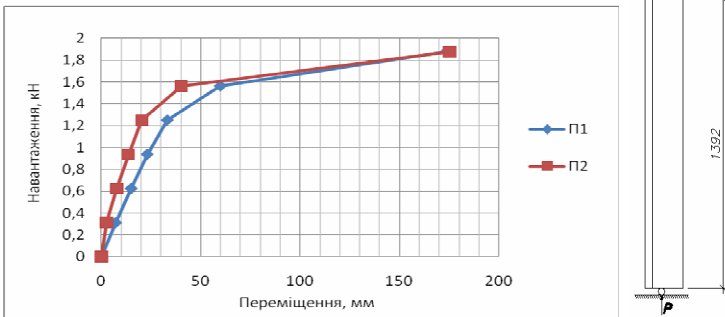


Рис.5 – Переміщення зразка 2-50 при  $\lambda=90,5$

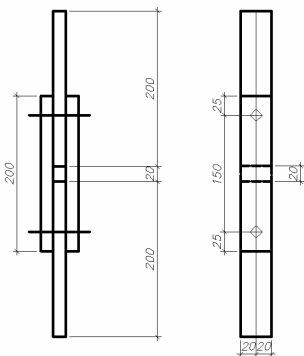


Рис.6 – Ескіз зразка



Рис.7 – Зразок у пресі УИМ-50

Таблиця 2 – Характеристики зразків

Номер зразка	Діаметр болта, мм	Руйнівне навантаження $F_u$ , кН	$A_0$ , см <sup>2</sup>	$\sigma_{pp} = \frac{F_u}{A_0}$ , МПа	Переміщення, мм
1	10	16,0	1,5	106,7	14,98
2	6	14,0	1,7	82,4	23,02
3	8	17,0	1,6	106,3	20,64

Усі зразки мали схожий характер руйнування – зминання склопластику (рис.8). Болти, як правило, залишалися неушкодженими. Винятком були зразки з болтами меншого діаметра, в них спостерігалось не тільки зминання склопластику, але й згин болтів. Також слід зауважити, що при навантаженні, яке становить 50...60% від руйнівного, зразки починали інтенсивно зминатися, і зразок не тримав прикладеного до нього навантаження (рис.9).



Рис.8 – Характер руйнування болтового з'єднання

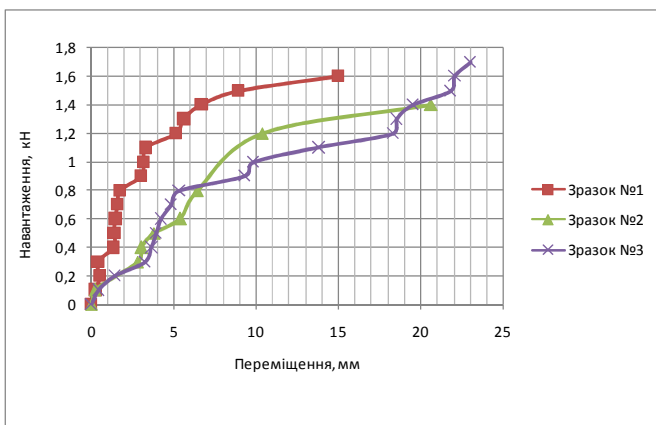


Рис.9 – Графік роботи болтового з'єднання

Таким чином, проведені нами дослідження склопластику показали, що він має досить велику міцність на розтяг, у більшості випадків аналогічну міцності сталі марки Ст3.

Центрально стиснуті склопластикові стрижні втрачали стійкість у формі плоского згину, що супроводжувався розклеюванням шарів склопластику. При розвантаженні зразки поверталися до первинної форми, але відбувалося розщеплення окремих волокон.

При руйнуванні болтових з'єднань склопластикового профілю, як правило, відбувалося його зминання. Винятком були зразки з болтами меншого діаметра, в яких спостерігався також згин болтів. Напружено-деформований стан таких з'єднань планується досліджувати за допомогою програмного комплексу SCAD.

Отже, механічні властивості склопластиків дозволяють раціонально проектувати і виготовляти несучі будівельні конструкції. Зокрема, на сьогоднішній день доцільно використовувати склопластикові профілі в якості елементів веж мобільного зв'язку, оскільки це значно зменшує власну масу конструкцій, а також трудомісткість їх монтажу.

1. Конструкции из дерева и пластмасс / Г.Г. Карлсен, Ю.В. Слущкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гапов. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с.

2. Легатт А. М. Застосування склопластику в будівництві [Електронний ресурс] / А.М. Легатт. – Режим доступу: [www.stekloplastiki.ru](http://www.stekloplastiki.ru).

3. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.

4. Клименко В.З. Конструкції з дерева і пластмас / В.З. Клименко. – К.: Вища шк., 2000. – 304 с.

5. Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс / Г.Н. Зубарев, И.М. Лялин. – М.: Высш. шк., 1980. – 311 с.

6. Хрулев В.М. Производство конструкций из дерева и пластмасс / В.М. Хрулев. – М.: Высш. шк., 1982. – 231 с.

7. Губенко А.Б. Строительные конструкции с применением пластмасс / А.Б. Губенко. – М.: Стройиздат, 1970. – 326 с.

8. Експериментальне дослідження елементів із фібергласу / С.Ф. Пічугін, Є.М. Бойко, Т.С. Горова, М.В. Терегеря // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – Вип.1 (29). – С.132-136.

*Отримано 25.11.2011*

УДК 625.7/8

В.К.ЖДАНЮК, д-р техн. наук, Д.Ю.КОСТІН, М.В.ОГУРЧЕНКОВ

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **РЕЗУЛЬТАТИ ПОРІВНЯЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ З ДОБАВКАМИ ПРИРОДНИХ БІТУМІВ**

Встановлено ефективність впливу добавок «Trinidad Epuré Z 0/8» та «Gilsonite» на показники властивостей модифікованих бітумів та щебенево-мастикових асфальтобетонів.