

($\sigma_s = 588$ МПа). При этом растягивающие напряжения в арматурном стержне во всех случаях было $\sigma_s \geq \sigma_{sn}$ где σ_{sn} – нормативное сопротивление растяжению арматурных стержней класса А500С.

Разрушение анкерных соединений при $l_{анк} = 17,5d_s$ происходило в результате разрыва арматурного стержня с образованием конуса вырыва бетона вокруг клеевой обоймы и трещин в бетоне возле загруженного конца анкера. В момент разрушения анкерных соединений средние значения нормальных осевых растягивающих напряжений на загруженном конце анкера были равны $\sigma_s \approx \sigma_b = 600$ МПа, то есть, равны временному сопротивлению арматурного стержня при разрыве.

Анализ результатов испытаний прочности анкерных соединений показал следующее. Уже при заделке арматуры серповидного профиля класса А500С в бетон класса В20 на глубину $l_{анк} = 15d_s$ разрушение образцов анкерного соединения происходит при $\sigma_s = 546$ МПа (для железобетонных образцов с поперечным армированием стержня $\varnothing 3$ А240С), что является удовлетворительным, так как это значение выше нормативного сопротивления растяжению арматуры класса А500С $\sigma_{sn} = 600$ МПа. При этом образцы анкерных соединений разрушались в результате разрыва арматурных стержней. При $l_{анк} = 17,5d_s$ разрушение всех образцов анкерного соединения на акриловом клее для обоих случаев армирования железобетонных призм происходило в результате разрыва арматурных стержней.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОПЛАСТИКОВОГО ПРОФІЛЮ

**Пічугін С.Ф., д-р техн. наук, проф., Бойко Є.М., Горова Т.С.,
Терегеря М.В.**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
36011, Україна, м.Полтава, пр-т Першотравневий, 24
E-mail: pichugin_sf@mail.ru*

Постановка проблеми. 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 пластмаси 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 $0,4 \dots 1,8 \text{ г/см}^3$ і в середньому становить $1,1 \text{ г/см}^3$);
- висока вогнестійкість, згідно з пунктом 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), скловолокна 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 вивчені не повністю, що дає підґрунтя для подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 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, 6, 7]. Актуальним є розширення застосування склопластиків, зокрема фібергласу, в несучих будівельних конструкціях.



Рис. 1 – Приклад застосування склопластику у будівництві

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

Виклад основного матеріалу. Для визначення властивостей фібергласу проводилися випробування стандартних зразків, які виготовлялися в кількості, достатній для оцінювання мінливості властивостей склопластику, за-

лежно від товщини листів. З метою вивчення однорідності механічних властивостей за довжиною профілю заготовки для зразків брали вздовж профілю. Було проведено три серії дослідів. У першій серії випробовувалися зразки на розтяг, у другій – досліджувалася робота рівнобічних кутиків на стиск, у третій серії досліджено болтове з'єднання склопластикових матеріалів. Для випробувань були вибрані рівнополичкові кутики 75x75x6 та 50x50x5.

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 (рисунок 3). При навантаженні, яке складало 50...70 % від руйнівного, зразки руйнувалися по шийці, а саме по перерізу 4 (рис. 2).

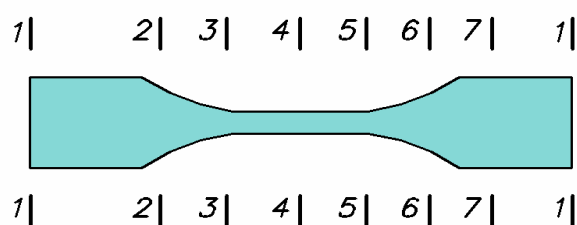


Рис. 2 – Розміщення перерізів у зразках

Таблиця 1 – Характеристики зразків

Зразок	Переріз руйнування	A_0 , мм ²	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.

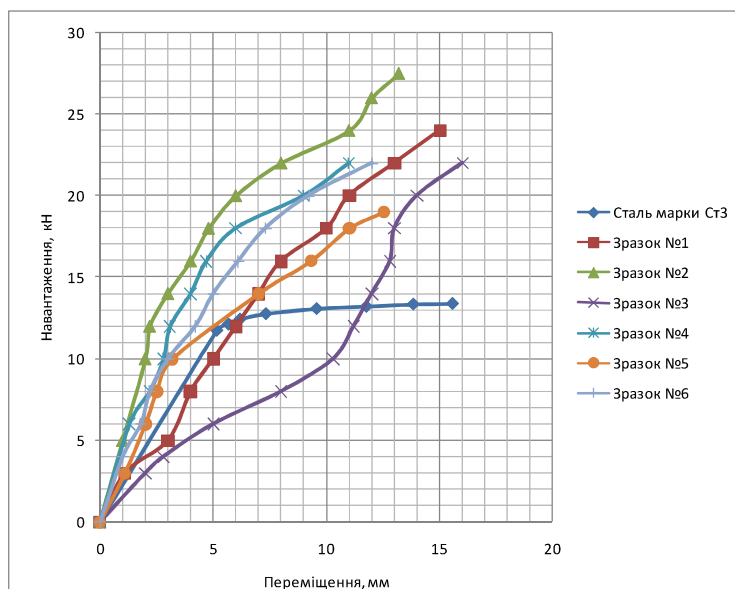


Рис. 3 – Графік розтягу дослідних зразків

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 побудовані діаграми, наведені на рисунках 4 і 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 та віссю напружень збільшувався на 50 % від свого початкового значення.

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

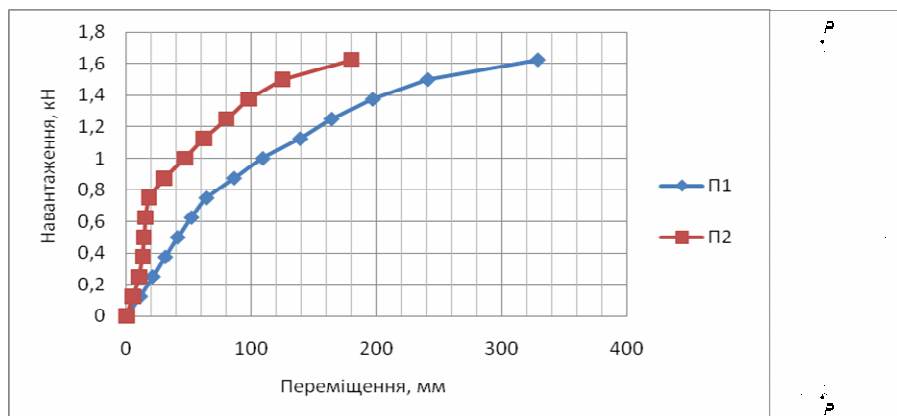


Рис. 4 – Переміщення зразка 1-75 при $\lambda=85,3$

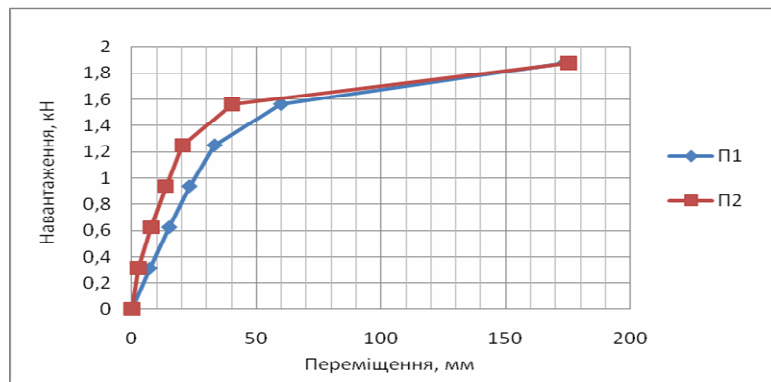


Рис. 5 – Переміщення зразка 2-50 при $\lambda=90,5$

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.

Болтові з'єднання. Випробування виконувалися на моделі з'єднання, що показана на рисунку 6. З'єднувальні елементи являли собою листи перерізом 40x5 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).

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

Таблиця 2 – Характеристики зразків

Номер зразка	Діаметр болта, мм	Руйнівне навантаження F_u , кН	A_0 , см ²	$\sigma_{pp} = \frac{F_u}{A_0}$, 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

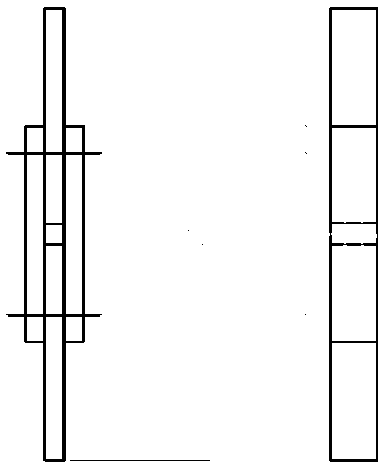


Рис. 6 – Ескіз зразка



Рис. 7 – Зразок у пресі УИМ-50



Рис. 8 – Характер руйнування болтового з'єднання

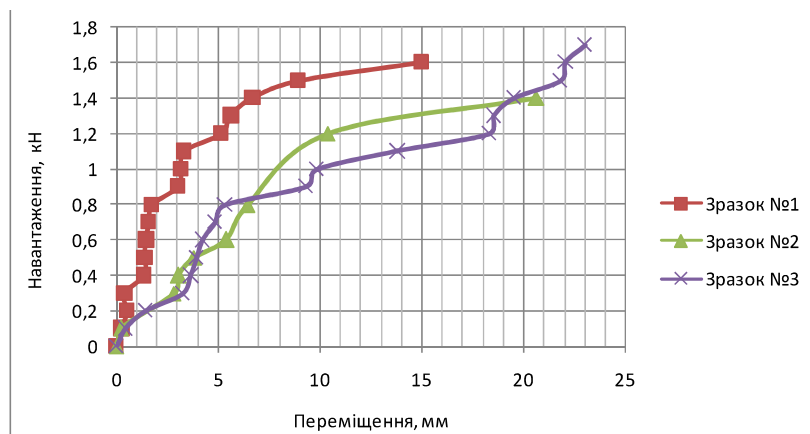


Рис. 9 – Графік роботи болтового з'єднання

Висновки. Проведені дослідження склопластику показали, що він має достатньо 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 набагато 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.
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: підручник / 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.: Высшая школа, 1980. – 311 с.
6. Хрулев В.М. Производство конструкций из дерева и пластмасс / В.М. Хрулев. – М.: Высшая школа, 1982. – 231с.
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.

НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОГИБОВ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ПАНЕЛЕЙ В ПЛОСКИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОКРЫТИЙ

Войтова Ж.Н., канд. техн. наук, Войтова В.Н.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

86123, Украина, г.Макеевка, ул. Державина, 2

E-mail: jnv2002@mail.ru

Одним из перспективных современных строительных материалов является поликарбонат. Ограждающие конструкции из поликарбоната позволяют удовлетворить самые разнообразные запросы и потребности, позволяют решать различные задачи при проектировании с учетом особенностей формо-