

5. СНиП 2.01.06-85. Магистральные трубопроводы / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 52 с.
6. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1999. – 67 с.
7. СНиП III-42-80\*. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приёмки работ, 1997. – 74 с.
8. Таран, В.П. Сооружение магистральных трубопроводов / В.П. Таран. – М.: Недра, 1964. – 242 с.
9. Хохлов, Г.П. Исследование точности и методики геодезических работ при изысканиях трубопроводов в сельскохозяйственных районах: автореф. дис. канд.тех.наук : спец. 05.24.01 / Г.П. Хохлов. – К.: КИСИ, 1977. – 15 с.

Надійшла до редакції 11.04. 2011

© С.Ф. Пічугін, О.Є. Зима, Т.М. Нездойминога, О.Г. Хохлов

## **ВЛИЯНИЕ ДОПУСКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА НАДЕЖНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

*Проанализирована система допусков при строительстве линейной части магистральных трубопроводов. Показано, что оценка величины отклонений зависит не только от погрешности строительных работ, но и от погрешностей измерений. Рассмотрен вопрос влияния допусков на надежность магистральных трубопроводов.*

**Ключевые слова:** магистральный трубопровод, надежность, допуски измерений, геодезические измерения.

## **INTRODUCTION TOLERANCE FOR RELIABILITY OF THE MAIN PIPELINE BUILDING**

*Tolerance system in the construction of the linear part of the main pipelines was analyzed. An estimate of the deviation depends not only on the error in construction, but also from measurement errors. Question of the tolerances impact on the reliability of main pipelines was considered.*

**Key words:** main pipeline, reliability, tolerances of measurement, geodetic measurements.

С.Ф. Пічугін, д.т.н., проф., Є.М. Бойко, студент, М.В. Терегеря, студентка  
Т.С. Горова, студентка

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ФІБЕРГЛАСУ

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

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

**Постановка проблеми.** Фіберглас – це різновид склопластику, композиційний матеріал, який складається зі скляного наповнювача і синтетичного полімерного зв'язуючого. Наповнювачем в основному служать скловолокна у вигляді ниток, джгутів, тканин, матів, рублених волокон; зв'язуючим матеріалом – епоксидні, поліефірні смоли і т.д. [1, 2] (рисунок 1).

Склопластик характеризується такими основними властивостями:

- високі міцнісні характеристики, жорсткість, ударостійкість;
- довговічність, стійкість до впливу водного середовища і хімічна стійкість;
- відчутно менша вага виробів порівняно з аналогічними із традиційних матеріалів (питома вага склопластиків коливається від 0,4 до 1,8 і в середньому становить  $1,1 \text{ г/см}^3$ , для порівняння питома вага сталі –  $7,8 \text{ г/см}^3$ , міді –  $8,9 \text{ г/см}^3$ );
- висока вогнестійкість, згідно з пунктом 2.3 [3] композиційні вироби із скловолокнистих матеріалів належать до групи Г1 (низької горючості).

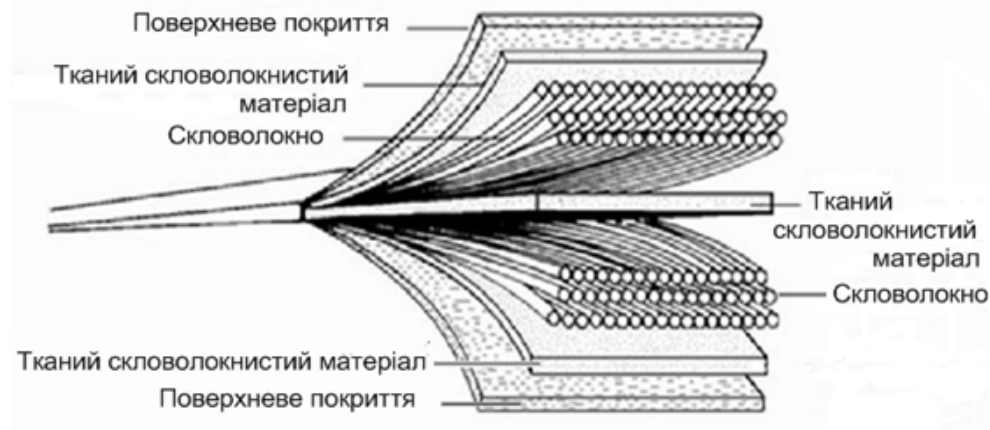


Рисунок 1– Структура склопластику

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання склопластиків у будівництві має багато техніко-економічних переваг, завдяки яким вони використовуються в будівництві головним чином 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, короточасні 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 [5, 6, 7].

На основі попередніх публікацій можна зробити висновок, що властивості фібергласу не досить вивчені. Це дає підґрунтя для подальших досліджень.

**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, залежно від товщини листів. З метою вивчення однорідності механічних властивостей за довжиною профілю заготовки для зразків брали вздовж довжини профілю.

З метою розв'язання поставлених завдань 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.

Зразки випробовувалися на випробувальній машині УИМ-50. Метою випробувань було отримання експериментальної кривої «навантаження –переміщення». Навантаження прикладалося ступенями з витримкою 60 с, а переміщення фіксувалися тільки вздовж волокон зразка.

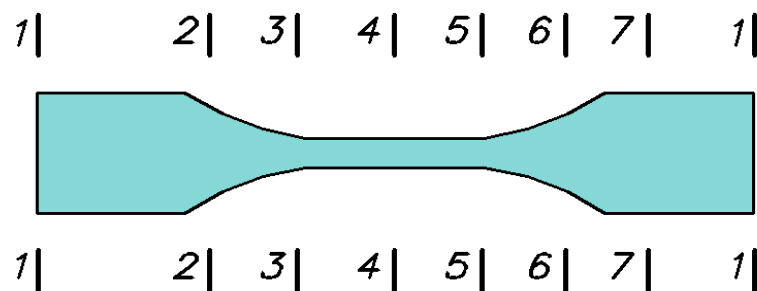
На всі зразки було встановлено таровані прогиноміри марки 6-ПАО.

**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 (рисунок 2).

**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.



*Рисунок 2 – Розміщення перерізів у зразках*

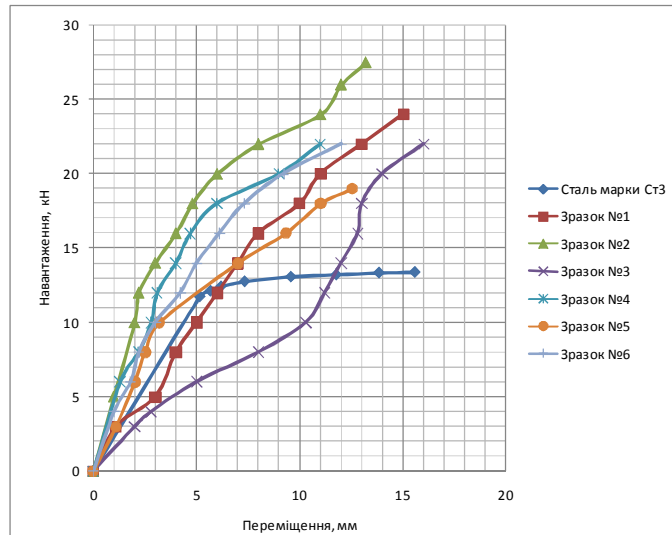


Рисунок 3 – Графік розтягу дослідних зразків

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

Межа пропорційності також визначалася умовно – 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.

За результатами випробування побудовані діаграми, наведені на рисунках 4 і 5.

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.

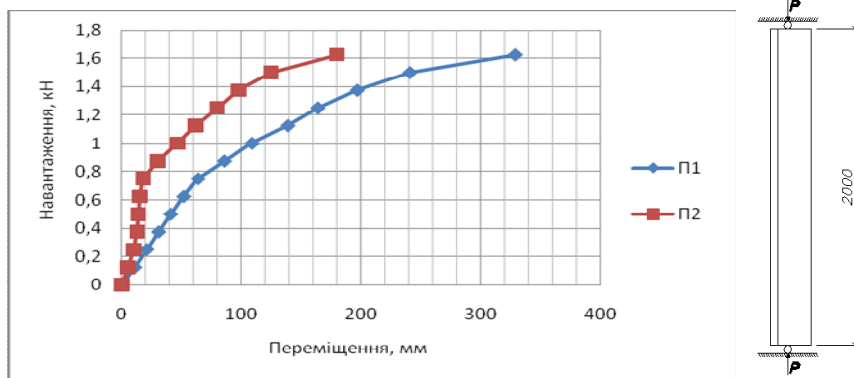


Рисунок 4 – Переміщення зразка 1-75 при  $\lambda=85,3$

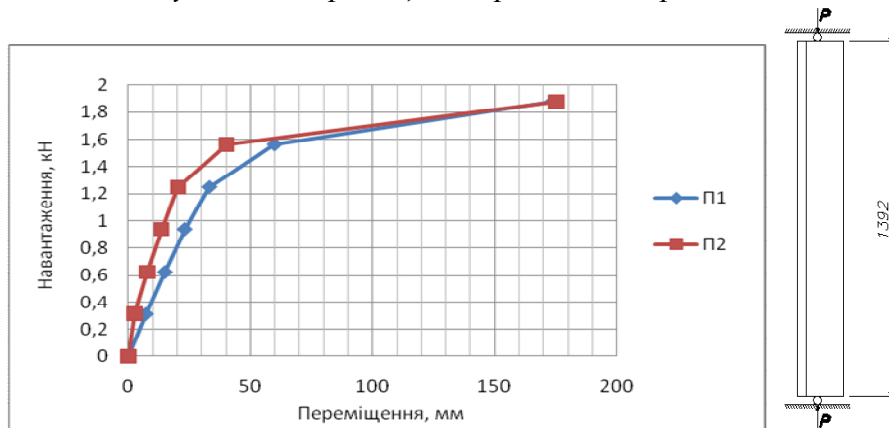


Рисунок 5 – Переміщення зразка 2-50 при  $\lambda=90,5$

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 (рисунок 7).

Усі зразки мали схожий характер руйнування – зминання склопластику (рисунок 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 (рисунок 9).

**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

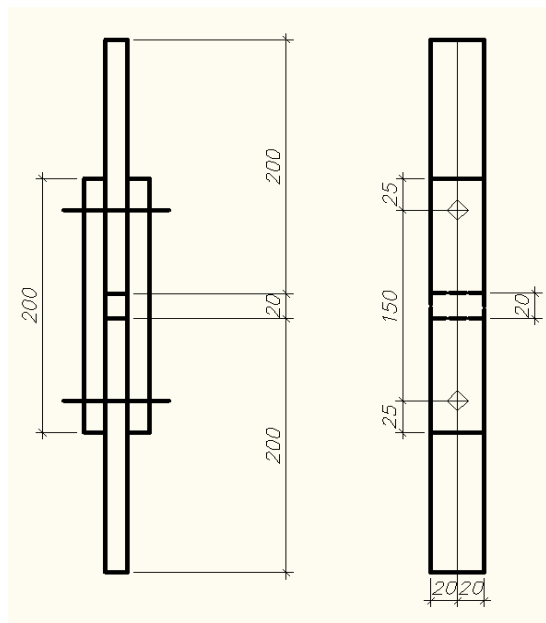


Рисунок 6 – Ескіз зразка



Рисунок 7 – Зразок у пресі УИМ-50



Рисунок 8 – Характер руйнування болтового з'єднання



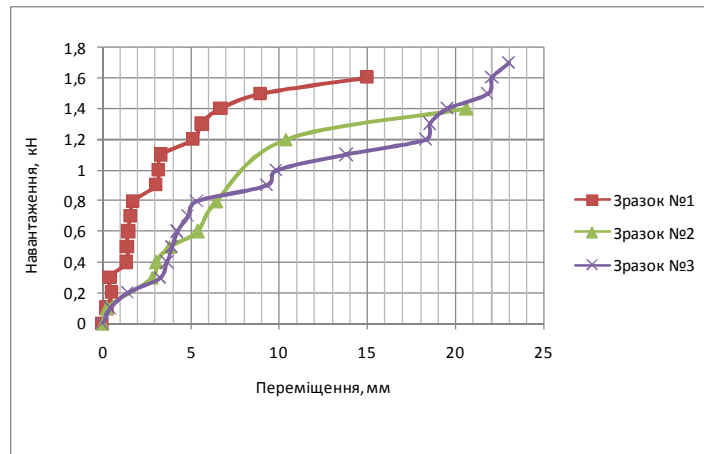


Рисунок 9 – Графік роботи болтового з'єднання

**Висновки.** Проведені дослідження склопластику показали, що він має достатньо велику міцність на розтяг, у більшості випадків аналогічну до міцності сталі 3.

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.

#### Література

1. Конструкции из дерева и пластмасс / Г.Г. Карлсен, Ю.В. Слуцкоухов, 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: 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. – 231 с.
7. Губенко, А.Б. Строительные конструкции с применением пластмасс / А.Б. Губенко. – М.: Стройиздат, 1970. – 326 с.

Надійшла до редакції 11.04. 2011

© С.Ф. Пічугін, Є.М. Бойко, М.В. Терегеря, Т.С. Горова

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ФИБЕРГЛАСА

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

**Ключевые слова:** фиброглас, стеклопластиковый профиль, критическая нагрузка, перемещения, деформации, болтовое соединение.

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF FIBERGLASS ELEMENTS

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

**Keywords:** fiberglass, fiberglass profile, critical load, displacement, strain, bolted connection.