

ШПУНТОВІ ОГОРОЖІ З КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі наведено закордонний досвід використання шпунтового огороження з композитних матеріалів. Виконано порівняння фізико-механічних характеристик композиту та металу як матеріалів для шпунтового огороження, визначено переваги та недоліки. Для кількісної порівняння деформацій шпунтів, що виконані з металу та композитного матеріалу, було виконано розрахунок вигину. Для розрахунку обрано однакові геометричні параметри шпунтового огороження, різниця полягає лише в характеристиках матеріалу.

Ключові слова: шпунтове огороження, композитний матеріал, метал, порівняння

Abstract

The paper presents foreign experience in the use of sheet piling made of composite materials. The comparison of physical and mechanical characteristics of composite and metal as materials for sheet piling is performed, the advantages and disadvantages are determined. For quantitative comparison of deformations of sheet piles made of metal and composite material, the calculation of bending was performed. The same geometric parameters of the sheet piling were chosen for the calculation, the difference is only in the characteristics of the material.

Keywords: sheet piling, composite material, metal, comparison

Вступ

Будівництво у межах міста, як правило, здійснюється у стиснених умовах. Навколо знаходяться громадські та житлові будівлі, фундаменти яких можуть «поплисти» через нове будівництво по сусідству, саме тому рекомендується зведення шпунтового огороження котловану в умовах щільної міської забудови.

Шпунтове огороження – це щільний паркан із спеціальних окремих палей (шпунтин), мета якого утримувати стінки котловану, а також не пропускати ґрунтові води.

Шпунтини можуть бути дерев'яні, але частіше використовуються металеві. Таке шпунтове огороження застосовується на період зведення будівлі, після чого демонтується. Металеві шпунтини досить дороговартісні, тому передбачається їх багаторазове використання.

Шпунтини могли б виконувати функцію фундаменту або огорожуючої конструкції будівлі, але метал досить швидко кородує при змінній вологості і термін експлуатації таких шпунтин до 15 років, альтернативою металевим є шпунтини з композитних матеріалів.

Композитні матеріали дозволяють реалізувати комплекс протилежних властивостей – високу міцність і жорсткість при розтягу і стиску з високими показниками витривалості і руйнування у поєднанні з низькою питомою густиною. Це матеріали, утворені з двох чи більшої кількості інгредієнтів, наприклад, металева матриця, яка зміцнена безперервними або короткими волокнами, ниткоподібними кристалами, частинками і т.п. Матричний сплав передає навантаження на міцні волокна і перерозподіляє їх, перешкоджає виникненню та розповсюдженню тріщин через переріз деталі, формує волокна і захищає їх від зовнішнього впливу [1].

Композитні шпунтові палі виготовляються на спеціальній установці методом пультрузії – армування повздовжніми нитками з скляного, базальтового і других волокнистих матеріалів зв'язного на основі поліуретанових смол.

Перше встановлення композитних шпунтів було виконано у США більше 10 років назад і за період експлуатації композитні шпунтові огороження позитивно зарекомендували себе [2].

За останні роки у світі були встановлені багато тисяч кілометрів композитних шпунтів, і світовий об'єм їх використання зростає із року у рік, але, на жаль, в Україні поки що їх не застосовують.

Метою роботи є розглянути композитне шпунтове огороження, особливості його роботи під навантаженням, переваги та недоліки з порівнянням з традиційними рішеннями.

Результати дослідження

Композитні шпунтові огороження успішно використовуються у якості огорожі тунелів автошляхів, мостових шляхів та стін підземних паркінгів. Приклад використання цих шпунтів у ремонтах мостів та введення їх у експлуатацію з заміною металевих на композитні шпунти, наведено на рис.1.



Рис. 1 – Заміна стінок огорожі ЖД виадук, Сважендз, Польща [3].



Рис. 2 – З'єднання шпунта з композитного матеріалу [6]

Перевагою композитного шпунтового огороження є приємний естетичний вигляд і відсутність потреби в оздобленні, висока стійкість до агресивного середовища, також освітлення біля композитних шпунтових стін краще за рахунок меншого поглинання світла (рис. 2).



Рис. 3 – Огорожа з композитних шпунтів підземного паркінгу та тунелю автошляху [3].

Для комплексної оцінки композитного шпунтового огородження було виконано порівняння фізико-механічних характеристик композитного і металевого шпунта (таблиця 1). Як видно з таблиці 1, недоліками (таблиця 2) є неможливість застосування композитних шпунтів у крупнозернистих і уламкових ґрунтах; температурні обмеження; неоднакова міцність композитного матеріалу вздовж і поперек волокон; більші деформації у порівнянні з металевим шпунтом. До переваг можна віднести: корозійну стійкість, відсутність необхідності догляду, оздоблення під час експлуатації, тривалий термін експлуатації.

Таблиця 1 – Порівняння фізико-механічних властивостей матеріалів

Найменування характеристики	Одиниці виміру	Значення	
		Композитні	Металеві
Геологічні і геофізичні умови застосування	-	У дисперсних, незв'язних ґрунтах, у яких маса частинок розміром менше 2 мм включає у себе 50%; на просадкових ґрунтах	Щільні глинисті і гравіюваті ґрунти основ глибиною більше ніж 6 м і за глибини води в місці спорудження опори більше ніж 2 м
Природно-кліматичні умови застосування	-	У будь-яких кліматичних умовах згідно СП 131.13330.2012 (СНиП 23-01-99); у зонах вологості по СП 50.13330.2012(СНиП 23-02-2003)-сухий, нормальний, вологий.	У будь-яких кліматичних умовах згідно СП 131.13330.2012 (СНиП 23-01-99); у зонах вологості по СП 50.13330.2012(СНиП 23-02-2003)-сухий, нормальний, вологий.
Взаємодія з хімічними агресивними середовищами	-	Дозволяється довге використання в середовищі впливу агресивної водяному та ґрунтовому середовищі	Корозіє, низька стійкість
Температурний діапазон експлуатації	°С	Від -60 до +50	необмежується
Межа міцності при поперечному розтягу, R_x	МПа	1126,00	1020-1490
Межа міцності при поперечному розтягу, R_y	МПа	262,00	-
Поперечний модуль розтягу, E_x	МПа	46200,00	-
Поперечний модуль розтягу, E_y	МПа	18100,00	-
Стійкість	кНм ²	736,1	518-698
Ударна в'язкість поперек волокон	кДж/м ²	280	-

Продовження таблиці 1

Ударна в'язкість попере- рек волокон (при 50°C)	кДж/м ²	294	-
Модуль пружності	МПа	31500	30000
Міцність при стискан- ню впродовж волокон, не менше	МПа	600	-
Міцність при стискан- ню впродовж волокон, не менше	МПа	100	-
Відносне видовження при розриві, не менше	%	7	6-8,7
Відносне деформація при стиску, не менше	%	1	-
Вигинаюче напружен- ня при розрушенні, не менше	МПа	440	450-540
Ступень небезпеки для людини, пожаро- і ви- бухобезпеки	ГОСТ 12.1.007	4 класи небезпеки по ступенні впливу на організм(менш не- безпечні), повністю пожаро- і вибухобезпечна	4 класи небезпеки по сту- пенні впливу на орга- нізм(менш небезпечні), пов- ністю пожаро- і вибухобез- печна
Термін експлуатації	Дані виро- бника	До 80 років	10-15 років

Таблиця 2 – Недоліки шпунтових пал з різних матеріалів.

Шпунт металевий	ПВХ- шпунт	Шпунт з композитного матеріа- лу
Обмеженна стійкість до агresi- вних середовищ(Прибережні та морські зони).	Невисока несуча здатність	Недостатня поперечна жорст- кість
Невисока пластичність і значна вага конструкції.	Обмежений діапазон робочої температури(при мінусових температурах і при ударі (кри- жиною, топляком) розколюєть- ся як скло)	Відсутність пластичної дефор- мації (при розтягу)
Великі розходи на транспорту- вання і складування конструкції		
Хороша електропровідність		
Обмежений термін експлуатації (10-15 років)		
Обмеженна стійкість до агresi- вних середовищ(Прибережні та морські зони).		
Невисока пластичність і значна вага конструкції.		

Шпунт з композитного матеріалу досить вдало конкурує з металевим шпунтом по міцності, але конструкції з армованого скловолокном пластику мають значну гнучкість. Для кількісної оцінки деформацій шпунта, що виконаний з металу та композитного матеріалу, було виконано розрахунок вигину. Для розрахунку обрано однакові геометричні параметри шпунтового огороження, різниця полягає лише в характеристиках матеріалу.

Вихідні дані: ґрунтові умови однорідні – пісок мілкий, $\varphi_1=30^\circ$, $C_1=0$, $\gamma_1=18 \text{ кН/м}^3$. Висота консольної частини стіни $h=5 \text{ м}$, защемлена частина $t=4 \text{ м}$.

Стінки шпунта виконанні з:

- металу: момент інерції $I_1=0,000179 \text{ м}^4$; $I_2=0,000244 \text{ м}^4$; $I_3=0,000285 \text{ м}^4$; модуль пружності $E=20 \cdot 10^7 \text{ кПа}$;

- композиту: момент інерції $I_1=0,000179 \text{ м}^4$; $I_2=0,000244 \text{ м}^4$; $I_3=0,000285 \text{ м}^4$; модуль пружності $E=3,15 \cdot 10^7 \text{ кПа}$.

Таблиця 3 – Результати розрахунку деформації стінок шпунта

Перерізи	Вигин, м	
	композитний шпунт	металевий шпунт
600×145×5 мм	0,009	0,00068
600×146×7 мм	0,0062	0,0005
600×146×9 мм	0,0052	0,00041

Висновок

При порівнянні металевого шпунта та шпунта, який виконаний з композитного матеріалу (табл. 1 та табл.2) видно, що по фізико-механічних характеристиках композитний шпунт не поступається металевому шпунтові, а також має переваги такі як стійкість до корозії, не потребує оздоблення та має досить привабливий естетичний вигляд. Звісно одним з недоліків шпунта з композитного матеріалу є обмеження у температурному діапазоні (табл. 1), але так як у нашій країні такі атмосферні температурні показники не спостерігаються, а шпунти, як правило, використовуються як огорожуючі конструкції, то можна цей недолік не брати до уваги.

Порівняльний розрахунок шпунтів з металу та композиту на вигин (табл. 3) показав, що вигини не перевищують гранично допустимих. Варто зазначити, що для металевих вони, все таки, менші. Отже, можна зробити висновок, що шпунт з композитного матеріалу є досить міцним та може використовуватись як огорожуюча конструкція на довгий експлуатаційний термін (80 років), не потребує оздоблення та спеціального догляду.

Література

1. http://erste.su/docs/prezent_kompozit_shpuntovy_e_svai.pdf
2. <http://digest.wizardsoft.ru/articles/tech/shpunt-larsena-preimushchestva-i-nedostatki>
3. Maksim P., Tomaka W., Sobala D. Grodzice stalowe w podporach zintegrowanego wiaduktu drogowego / Inżynier budownictwa – 02.2011
4. Е.А.Сорочанов, Справочник проектировщика «Основания, фундаменты и подземные сооружения»: - Москва стройиздат, 1985. – 390с.
5. Снитко Н.К «Статическое и динамическое давление грунтов и расчёт подпорных стенок»: - Стройиздат. Ленинград, 1963. – 269-271с.
6. <https://сваи36.рф/шпунт-композитный/>

Колівошко Богдан Валентинович— студента групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kolivshkobohdan@gmail.com.

Блащук Наталя Вікторівна — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: vernatav@ukr.net.

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна**— кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kolivoshko Bohdan V. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kolivshkobohdan@gmail.com.

Natalia V. Blashchuk — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vernatav@ukr.net.

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.