

ЗАСТОСУВАННЯ ШПУНТОВИХ ПАЛЬ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ПІДПІРНИХ СТІН

*Поваляєв І.В. ДМ-51-21, Москаленко Д.П. ДМ-26т1-18
Науковий керівник: к.т.н., доцент Ігнатенко А.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

У транспортному будівництві підпірні стіни зі сталевих шпунт зводять понад 100 років. Вони являють собою ряд забитих палей, об'єднаних зверху спеціальною конструкцією, з анкерами в одному або кількох ярусах або без анкерів. Підпірні стіни зі сталевих шпунт прості по влаштуванню, мінімально чутливі до перевантажень і застосовуються в різних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умовах. Тривале за часом застосування сталевих шпунт при зведенні підпірних стін сприяло сталому розвитку і вдосконаленню профілів шпунтових палей і технологій зведення.

За кордоном, фірми Бельгії, Німеччини, Китаю, Кореї, Люксембургу, Польщі, США, Чехії, Японії [1] виготовляють гарячекатані, прокатно-зварні, зварні та трубчасті шпунти зі сталі, бетону, пластику і композитних матеріалів. Шпунти або шпунтові палі мають плоский, гнучий, коритний, U і Z профілі поперечного перерізу. Різноманіття типів сталевих шпунтових палей за геометричними параметрами і маркам конструктивних матеріалів з межею текучості від 240 до 420 Н/мм² забезпечує зведення підпірних стін різного призначення на основі принципів ресурсозбереження, безпечної і тривалої експлуатації.

На території СНД два металургійні комбінати виготовляють шпунт коритного профілю типів ШК-1, Л-4, Л-5 і Л-В. Приблизно півстоліття комбінати випускають гарячекатаний шпунт практично постійного сортаменту. Технічні характеристики його дозволяють зводити підпірні стінки заввишки до 7 м без розвантажувальних і екрануючих пристроїв.

Більше тридцяти років тому виникла необхідність будівництва причальних споруд (набережних) з вільною висотою стінки 12-15 м. Больверк

– споруда у вигляді тонкої підпірної стінки зі шпунтових паль [2]. Потреба в підпірних стінах висотою до 15 м була обумовлена не зарегульованим стоком водних об'єктів і підйомом води в паводок на 8 і більше метрів. У той же час з'явився морський і річковий флот нового покоління, більшої вантажопідйомності з осадкою 10 і більше метрів. У той час підібрати для таких підпірних стін прокатний або зварний шпунт з моментом опору W до 10000 см^3 не представлялося можливим.

На Україні комбінат «Азовсталь» виготовляє коритний шпунт з $W \leq 3500 \text{ см}^3$. Шпунтові палі виготовляють, в основному, зі сталі марки ЗСП з межею текучості до 210 МПа. Впровадження цих шпунтових паль, безумовно, забезпечило суттєвий прогрес при зведенні підпірних стін на вітчизняних транспортних об'єктах, але не вирішило актуальних завдань зі зведення підпірних стін висотою 10-15 м без влаштування ресурсоемних розвантажувальних і анкерних пристроїв [3].

На початку 80-х років минулого століття була спроба організувати виробництво на комбінаті «Азовсталь» замків для виготовлення зварного шпунта Z (зетового) профілю. Розроблений зварений шпунт зетового профілю [9] мав висоту h від 550 до 970 мм, ширину 500 мм, момент опору W від 7114 до 14726 см^3 на 1 м довжини, площа перерізу профілів від 188 до 237 см^2 , показник ефективності $W / m = 24 \div 40 \text{ см} / \text{кг}$; $W / F \cdot h = 0,34$ (тут – m – маса 1 м^2 шпунтової стінки); Зварні шпунти зетового профілю були економічніші за витратою металу, в порівнянні зі зварними двотавровими шпунтовими палями, виробництва ПНР і гарячекатаних двотаврів фірми Пейне (ФРН). Дослідно-експериментальні роботи при зведенні двох б'єверків показали низьку якість замкових з'єднань шпунтових паль зетового профілю при їх складанні [4].

Наявність замкових з'єднань шпунта зетового профілю на зовнішніх гранях конструктивно не раціонально і, як правило, є причиною технологічних проблем його занурення до проектних позначок. З 1988 р. комбінат «Азовсталь» (Україна) припинив випуск шпунта з-го профілю, в зв'язку із

зносом обладнання та відсутністю можливості дотримання геометричних розмірів замкових елементів вимогам технічного регламенту.

З точки зору теорії опору матеріалів, найбільш вигідним перерізом замкнутого профілю в частині міцності властивостей є кільце. Причому осьові моменти будуть тим вище, чим більше відношення зовнішнього діаметра кільця до його товщини. Можливо, саме ця обставина і спонукала японських інженерів «винайти» так званий Steel pipe sheet pile (SPSP) шпунт. Конструктивно SPSP складається з труби і приварених до неї пари сполучених конекторів. Різні варіації (з'єднання PP, PT, LT) системи SPSP наведені на рисунку 1. Вперше система SPSP була застосована в Японії в 1964 році і широко (більше 1600 разів) застосовувалася і застосовується до цього дня в різних проектах від огорожі фундаменту під доменну піч до огорожі звалищ.

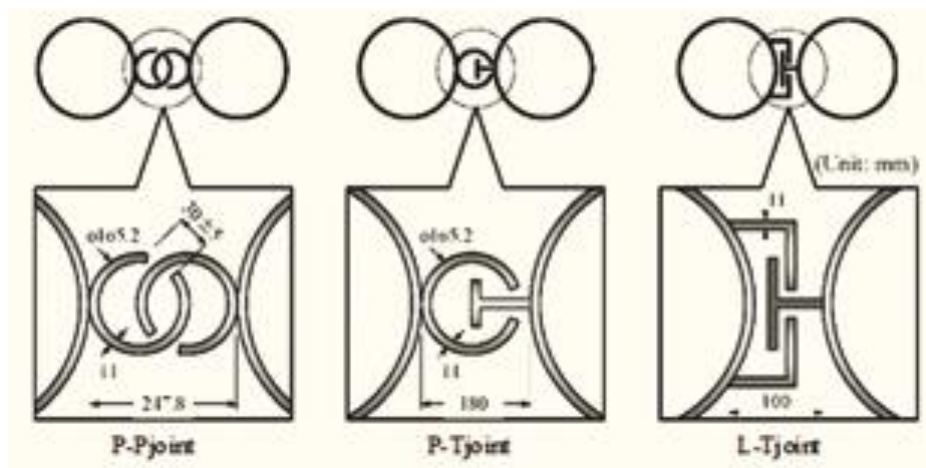


Рисунок 1 – Варіанти традиційної SPSP системи, Японія

Розвиток технологія отримала у вигляді використання в трубчастих шпунтах, в якості конекторів гарячепресовані з'єднувальні елементи і різаний гарячекатаний шпунт (рисунок 2)



Рисунок 2 – Варіант комбінованої шпунтової стінки

Аналіз розрахункових схем [5, 6] показує що, при спільній роботі трубчастих паль в споруді на них припадає основна частина, навантаження і тільки близько 5-10% її сприймають міжтрубні або замкові елементи. Встановлено також [7], що при зануренні шпунтових паль замкові елементи сприймають значну частину ударної енергії вібростанини або молота. Отже, при конструюванні профілю шпунтової палі і її замкового з'єднання слід враховувати не тільки експлуатаційні навантаження, але і напруження в замкових з'єднаннях шпунтових паль при їх зануренні.

Аналіз проектних рішень і досвіду зведення підпірних стін показує, що розробка і впровадження сталевих шпунтових паль для будівництва транспортних споруд є актуальною науково-технічною задачею.

Слід також враховувати, що застосування ШТЗ забезпечує можливість подальшого розвитку і вдосконалення конструкції підпірної стіни в процесі її експлуатації. У підпірних стінах з ШТЗ на будь-якому етапі їх життєвого циклу є можливість підвищення несучої здатності, шляхом встановлення арматурного каркаса і бетонування внутрішньої порожнини труби. У підпірних стінах з ШТЗ є також можливість встановлення всередині труби сезонного заморожувача пристрою. При цьому, створюються умови для підвищення несучої здатності ґрунтової основи.

Тому дослідження, розробка, виробництво і впровадження в транспортному будівництві підірних стін з надійних, економічних і технологічних шпунтів трубчастих зварних (ШТЗ) є актуальним завданням. Зведення підірних стін різного призначення з ШТЗ, які за рядом параметрів: статистичних властивостях, геометричним формам, масі одного погонного метра, зручності анкерування, опору корозії, перевершують не тільки вітчизняні шпунтові палі, а й зарубіжні їх аналоги, забезпечить впровадження ресурсозберігаючих конструкцій підвищеної надійності і безпеки експлуатації на всіх етапах життєвого циклу, у всіх інженерно-геологічних умовах.

Література:

1. Chen, Wai Fah, Han D. J. Tubular members in offshore structures. – Boston etc: Pifmar advanced publ. progr., 1985. —XI. 271.
2. Красов Н.В. Стальные шпунтовые сваи в портовом гидротехническом строительстве. М.: Транспорт, 1982. 134 с.
3. Вишневский П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве. М.: Воениздат, 1981, 247 с.
4. Лосев Л.Н., Корчагин Е.А., Койнаш Ю.А., Нехоченинова Г.А., Розендорн Н.Н. Определение несущей способности замкового соединения стальных шпунтовых профилей ШЗП. В сб. научных трудов «Технология гидромеханизации и гидротехнических работ в транспортном строительстве», М., ЦНИИС, 1989, с. 50-52.
5. Глушков Г.И. Расчёт сооружений, заглубленных в грунт. М., Стройиздат, 1977, 295 с.
6. Левачев С.Н., Федоровский В.Г., Колесников Ю.М., Курило СВ. Расчёт свайных оснований гидротехнических сооружений. М.: Энергоиздат, 1986.
7. Герсеванов Н.М. Теория продольного упругого удара с применением к определению сопротивления свай. Научно-исследовательский сектор ЦПТЭУ НКПС, вып. 124, 1930.