ВВЕДЕНИЕ

«Профиль» Группа Фирм - торговая марка группы аффилированных фирм с 1993 года.

Мы предлагаем нашим заказчикам комплексное обеспечение строительства чёрным сортовым и фасонным металлопрокатом, трубами, рельсами. Осуществляются как прямые поставки непосредственно с заводов-изготовителей, так и отгрузки со склада. На сегодняшний день имеется более 7000 тонн металлопроката строительного сортамента постоянного складского хранения – шпунты, балка (двутавр), швеллер, рельс, уголок, лист, арматура, профильные трубы и пр. В рамках сотрудничества с нашими партнёрами и с зарубежными поставщиками (Германии, Китая,Чехии, России, США, Южной Кореи, Японии) мы осуществляем прямые поставки широкой номенклатуры производимых ими шпунтов, анкерных тяг и техники для погружения шпунтов. Поставляются шпунты не только с замком типа Ларсен, но и с замком типа «шарик в гнезде», холоднодеформированным замком, «балочным замком», различные шпунтовые коннекторы с различными замками; комбинированные стены и системы с упругим моментом до 40 000 см^3 /м. К поставке предлагаются не только классические горячекатаные шпунты, но и холоднокатаные, холодногнутые, сварные, комбинированные шпунтовые стены.

Перечень поставляемых нами шпунтов (шпунтовых свай, шпунтовых панелей) разнообразен и охватывает всю линейку данной продукции, производимую российскими и зарубежными производителями: корытные (U-профили), Z-профили, плоские, балочные шпунты, трубошпунты, коробчатые, балочные шпунты, трубные сваи. На складах поддерживается складской остаток шпунтов отечественного и зарубежного производства в объёме до 3000 тонн.

Мы создали и поддерживаем уникальную для нашей страны электронную базу данных вариантов шпунтовых стен (более 6070 записей). База данных позволяет производить автоматизированный подбор шпунтовых решений с нормируемыми параметрами, учитывать логистику с целью уменьшения себестоимости проектируемой шпунтовой стены. Устройство шпунтовых стен весьма денежноёмкое мероприятие. Поэтому очень важно правильно подобрать профиль шпунта и тип замка для конкретного места применения, геологических условий и нагрузок.

Для наиболее полного удовлетворения запросов потребителей и удешевления стоимости мы предлагаем аренду шпунта Ларсена, а также комплекс работ и услуг по погружению и извлечению шпунтов – **ППП+ВВВ: Подберем + Привезем + Погрузим + Вытащим + Выкупим + Вывезем.** Ваш проектировщик может максимально экономично и близко к проектным нагрузкам выбрать нужный профиль.
Кроме того, в перечень продукции и услуг, предлагаемых нами и нашими партнёрами, входят:
• анкерные тяги, анкерные сваи, геоанкеры;
• буровая анкерная и инъекционная техника, сваебойное и буровое оборудование, новое и бывшее в употреблении;
• гидравлические вибропогружатели, дизельные и гидравлические сваебойные молоты;

• бывшая в употреблении землеройная и дорожностроительная техника из Германии;
• антикоррозионное покрытие для гидротехнического строительства, мостовых и других стальных конструкций;
• отбойно–швартовые устройства для причалов и защиты мостов;
• обустройство причалов отбойниками и швартовыми устройствами, цепями и пр.;
• услуги по поставке как по внешнеторговым контрактам, так и с оплатой в рублях на условиях DDP-стройплощадка заказчика на территории РФ (согласно нормам «Инкотермс»), включая транспортировку, таможенное оформление и уплату налогов, пошлин, сборов.

Если Вы Возводите:
- причалы и подпорные стены;
- шлюзы, молы, доки, плотины, рампы;
- водоприёмные и водоотводящие сооружения;
- тоннели, подземные сооружения, коллекторы;
- защитные навесы и виброизоляционные стены.

Укрепляете:
- берега рек, каналов, островов;
- склоны, плывуны, осыпи;
- плотины, причальные и доковые сооружения;
- якорные стоянки, швартовые палы;
- основания фундаментов, стены траншей и котлованов.

Обустраиваете:
- котлованы, шахтные стволы;
- откосы, опоры мостов;
- ландшафт, фундаменты зданий и сооружений;
- свалки, герметичные влагосборники;
- очистные сооружения,

То ВАМ, скорее всего, потребуются **ШПУНТ**
Если ВАМ нужны **ШПУНТ**, то для этого есть мы: **«Профиль» Группа Фирм**

- устоявшийся бренд "Профиль" Группа фирм;
- положительная и устойчивая репутация в среде делового сообщества и потребителей;
- коллективный член Российского Союза Поставщиков Металлопроката (свидетельство за №70);
- адекватный персонал;
- собственный офис в Москве;
- удобный номер (495) 707-4-707 (15 каналов);
- собственную интегрированную телефонно-компьютерную сеть;
- программное обеспечение продаж;
- склад в Московской области.

С нами можно связаться по тел/fax: +7 (495) 707 4 707 (15 каналов) или по электронной почте, e-mail: pochta@profilgroup.ru
дополнительная информация и наши цены доступны на нашем сайте www.profilgroup.ru

С 2002 года мы располагаемся в собственном офисе по адресу: 125412, а/я 21, РФ, г. Москва, ул. Ангарская, Д. 26, Кор. 3

Contact:
ZIP 125412. POB 21. 26 Angarskaya st. block 3, Moscow,
Tel/Fax: +7 (495) 707 4 707 (15 lines)
E-mail: pochta@profilgroup.ru
Web: www.profilgroup.ru

В своей работе мы соблюдаем принципы надёжности и добросовестности.
Надеемся быть полезными для Вашего предприятия.

В этом каталоге мы хотели бы предложить вашему вниманию обзор возможностей мировых производителей стальных и «пластиковых» шпунтов и эффективные альтернативы традиционным для отечественного рынка производителям стальных горячекатаных и сварных шпунтов. Невозможно (да и не нужно) в таком небольшом обзоре перечислить и охарактеризовать все шпунты со всего мира. Мы ограничились только наиболее близкими к российскому Л5-УМ и украинским шпунтам Л4, Л5. Дополнительно представлены данные по балочным шпунтам, коннекторам, трубошпунтам, сварным шпунтам, комбинированным шпунтовым стенам, холодногнутым и холоднокатаным шпунтам.
Ниже предпринята попытка определить и систематизировать понятия, используемые при описании шпунтов и шпунтовых стен.

Голоссарий.

Шпунт – получившее распространение в строительной практике – обобщённое название шпунтовых элементов-свай, применяемых при устройстве ограждений гидротехнических сооружений, соединенных между собой посредством шпунтового замка. Условно шпунт по функционалу можно подразделить на две основные части: замковый элемент и тело. Тело шпунта (исключая трубошпунты, балочные и плоские шпунты), в свою очередь, - на боковой фланец и полку. Шпунт может быть изготовлен из дерева, металла, бетона, пластика; иметь разную геометрическую форму: плоскую, корытного типа (U-тип), Z-профиль, балочного типа (H-профиль), трубного типа (O-профиль), комбинированную. Металлические шпунты по способу производства подразделяют на горячекатаные, холоднокатаные, холодногнутые, сварные.

REF: В обиходе приняты различные обозначения шпунтовых элементов, имеющих примерно равную смысловую нагрузку – свая, панель, штанга и пр. Принципиально различать шпунтовую сваю (штангу) и шпунтовую панель (юбку) при описании комбинированных шпунтовых стен.

Шпунтовая стена (ШС) – инженерное сооружение, образованное повторяющимися шпунтовыми элементами, последовательно погружёнными в грунт и соединённых собственными замковыми элементами или коннекторами. **ШС** служит водонепроницаемой преградой и удерживает от обрушения грунт при возведении конструкций гидротехнических сооружений (плотин, набережных, камер шлюзов, доков, перемычек и т.п.), как временное ограждение котлованов и траншей.
ШС может дополняться распорами, контрфорсами, обвязочными поясами, анкерами и пр. Иногда используется как часть конструкции сооружения. **ШС** может быть прямолинейной и криволинейной. (См. также Способы погружения шпунтов.)
ШС большой высоты устраивают с анкерами (стальными тягами), расположенными в верхней части стенки и закрепленными в сопредельном грунтовом массиве, не подверженном обрушению.

REF: На практике, по разным причинам, невозможно полностью исключить проникновение влаги через **ШС**. Для уменьшения фильтрации принимают дополнительные меры, например, создают глиняные затворы за замками **ШС** на её «сухой стороне». Для дополнительного снижения фильтрации полость замка до погружения шпунта может быть заполнена гигроскопичной мастикой, увеличивающей свой объём при соединении с водой от 4 до 20 и более раз, либо цементирующей смесью (под давлением), уже после установки свай в **ШС**.

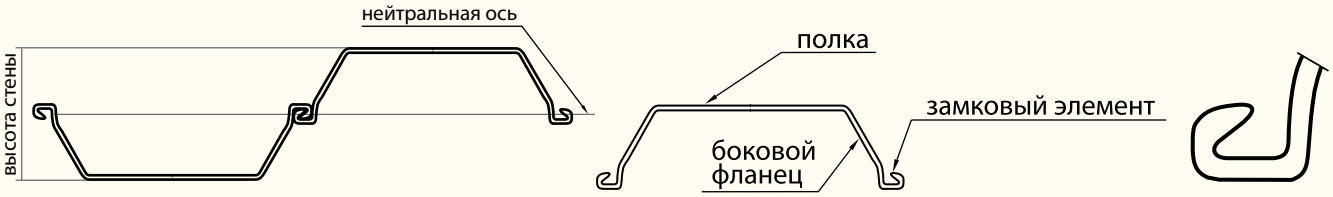
REF: В обиходе приняты различные обозначения **ШС,** имеющие примерно равную смысловую нагрузку - шпунтовое ограждение, сплошная стенка, стальная подпорная стенка, шпунтовое решение и пр.

Нейтральная ось ШС – плоскость, параллельная плоскости шпунтовой стены, для которой сумма моментов (с учётом знака) в сечении рана нулю.

Полка шпунта – максимально удалённая от нейтральной оси **ШС** и параллельная ей часть тела шпунта. Полка шпунта (там, где она есть) обычно даёт максимальный вклад в механические характеристики шпунта. Поэтому, обычно, она толще остальных частей шпунта.

Боковой фланец шпунта – часть шпунта, соединяющая полку шпунта и замковый элемент шпунта.

Замковый элемент шпунта – часть шпунта или коннектора, предназначенная для сопряжения (смыкания между собой) ответных частей соседних шпунтовых замковых элементов.



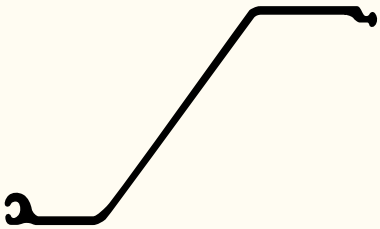
Шпунтовый замок (ШЗ) – часть шпунтовой стены, образованная смыканием между собой пары ответных частей соседних шпунтовых замковых элементов. **ШЗ** предназначен для образования (монтажа) **ШС**, уменьшения фильтрации через **ШС** и передачи нагрузки по **ШС**. Принципиально все **ШЗ** можно разделить на три типа: Ларсен (Larsen), «шарик в гнезде» (Ball and socket) и гибридный. **ШЗ** работает на уменьшение фильтрации при подаче растягивающей, а в некоторых случаях, и сжимающей нагрузки на шпунтовую стену. В ненагруженном состоянии сопрягаемые части замковых элементов соседних шпунтин должны свободно перемещаться относительно друг друга.

REF: В обиходе принято называть замковый элемент шпунта замком!!!

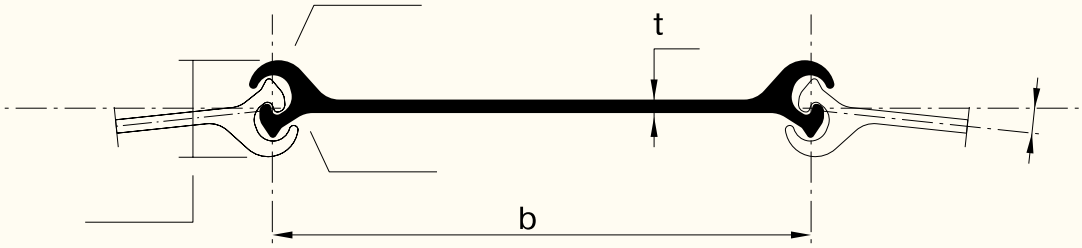
Замок типа Ларсен – геометрическое место точек смыкания сопрягаемых замковых элементов соседних шпунтин с замковыми элементами типа Ларсен, представляющее собой отрезок в сечении, а в трёхмерном пространстве – часть плоскости. Замок типа Ларсен имеет осевую симметрию в трёхмерном пространстве. (ось, полученная пересечением плоскости перпендикулярной плоскости сечения замка и плоскостью параллельной плоскости ШС, проходящей через центр масс ШЗ типа Ларсен) Части замка типа Ларсен одновременно находятся и внутри, и снаружи по отношению к геометрическому месту точек смыкания замка. Последнее вызывает дополнительный некомпенсированный крутящий момент в плоскости сечения замка при подаче нагрузки.

REF: В обиходе принято писать как одну, так и две буквы «с» в названии замка!!!

Замок типа «шарик в гнезде» – геометрическое место точек смыкания сопрягаемых замковых элементов соседних шпунтин с замковыми элементами типа «шарик в гнезде» **(далее BS)**, представляющее собой пару локальных точек в сечении, а в трёхмерном пространстве – пару отрезков параллельных прямых. Замок типа **BS** симметричен относительно плоскости перпендикулярной плоскости сечения, лежащей в плоскости **ШС**, проходящей через центр масс замка. Это обстоятельство при прочих равных делает замки типа BS более стойкими к раскрытию зева шпунтового замка (см. результаты испытания на стр.9–10) Одна его часть замка типа **BS** (папа) всегда внутри другой его части (мама) по отношению к геометрическому месту точек смыкания замка.

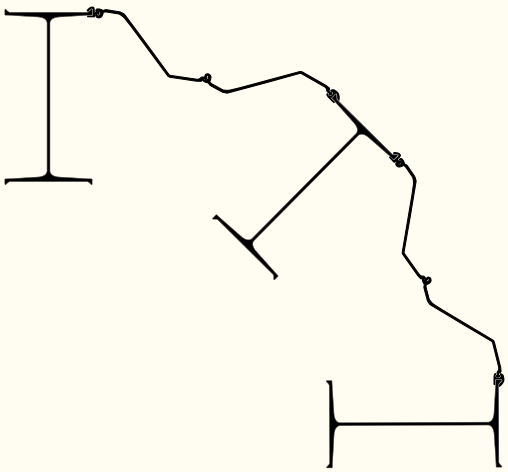


Гибридный шпунтовый замок – остальные типы замков кроме замков типа «шарик в гнезде» и замков типа Ларсен. Гибридный замок, как правило, одновременно обладает признаками и замка типа Ларсен, и замка типа «шарик в гнезде». К гибридному типу относится, например, замок плоского шпунта **AS-500**, замок малазийского шпунта , замок Piner, замок траншейных шпунтов (см. стр 8 соответственно) и пр.

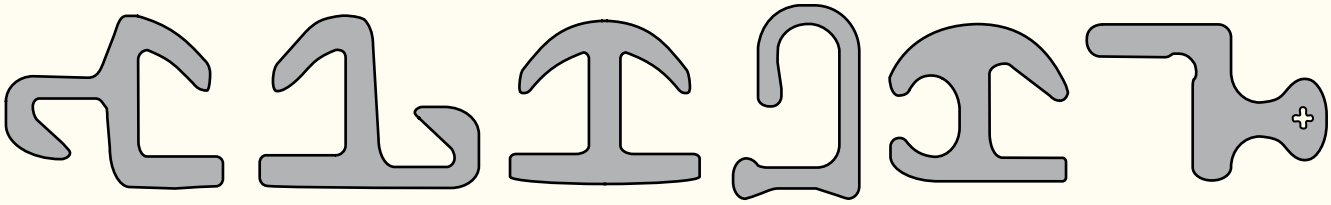


Зев шпунтового замка – часть **ШЗ**, удерживающая замок от раскрытия при приложении к **ШЗ** растягивающего усилия, направленного вдоль оси **ШС**, либо усилиям, направленным на разрыв замка при погружении.

Угол поворота (Ход) шпунтового замка – максимальный угол, на который возможно повернуть пару шпунтин в собранном состоянии относительно друг друга. Угол поворота **(УП)** для замков типа Ларсен обычно не превышает 4-5 градусов от оси смыкания. **УП** для замков типа BS обычно в интервале +\-10-20 градусов от нейтральной оси замка. **УП** задаёт минимальное количество целых стандартных шпунтовых свай необходимых для создания **ШС** стены в виде кольца без дополнительной обработки (сварки, резки) и потери герметичности. Например, из шпунта **PZC-18** (Z-профиль, тип замка – **BS**, США) можно создать кольцевую структуру **(ШС)** из 16 стандартных элементов, а из шпунта **AS-500** (плоский шпунт, тип замка – гибридный, Люксембург) - из 80 стандартных элементов.



Коннектор (КН) – часть шпунтовой стены, представляющий собой соединительный элемент (профиль) со шпунтовым замковым элементом, позволяющий соединить между собой отдельные элементы шпунтовой стены (шпунты, балки, трубы, другие профили). Одна часть **КН** на механическом (шпунтовым замком) или физическом (сварка) уровне соединяется с несущей шпунтовой сваей, а вторая часть механическом образом (шпунтовым замковым элементом) соединяется с ответной частью шпунтовой панели или второго коннектора. Коннекторы используются парами. Часть соединительных элементов создают соединение типа «мама-папа», например с замком типа **BS**. Некоторые виды коннекторов из-за симметрии своей конструкции могут быть взаимозаменяемыми, т.е. соединение «мама-папа» не образуется. Это справедливо, например, для замков типа Ларсен. Взаимозаменяемые коннекторы удобнее в производстве – одна номенклатурная позиция. По способу производства металлический **КН** может быть горячекатаным, экструдированым (горячепрессованным), холодногнутым, холоднокатаным.

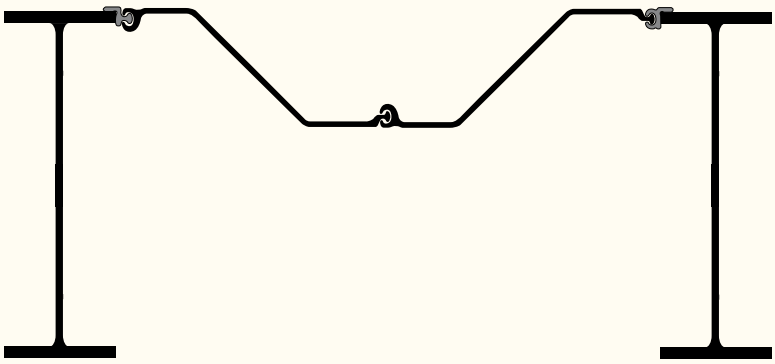


Шпунтовая свая, Шпунтовая панель – часть шпунта (тело шпунта), предназначенная для восприятия нагрузки от окружающей среды, удержания грунтов и ограничения фильтрации воды через шпунтовую стену. В теле шпунта сосредоточены инерционные свойства шпунта, которые определяют его механические характеристики: упругий момент сопротивления сечения и момент инерции сечения. Прочностные характеристики **шпунта** полностью определяются его сечением (геометрической формой), расположением частей сечения относительно нейтральной оси и материалом, из которого он изготовлен. Толщина стенки **ШС** определяет долговечность (срок безопасного использования) ШС. **REF:** Принципиально различать шпунтовую сваю и шпунтовую панель (юбку) при описании комбинированных стен.

Скорость коррозии ШС – время, за которое в результате окислительных реакций, толщина тела шпунта уменьшается на 1мм. Окисление металлов приводит к образованию плёнки из их оксида и корки из их гидроокиси (хлопья). Для металлических шпунтов без мероприятий антикоррозионной защиты (АКЗ) для первых 1-1,5 мм от поверхности шпунта присущ линейный характер коррозионного утоньшения. Далее процесс коррозии в отсутствии доступа кислорода из окружающей среды затухает. Скорость коррозии ШС непосредственно зависит от материала, из которых изготовлен шпунт; материалов покрытия шпунта; мероприятий АКЗ.

Комбинированные шпунтовые стены (КШС) – шпунтовые стены, состоящие более чем из одного типа повторяющихся элементов. В общем случае повторяющийся элемент КШС выглядит так: несущая свая КШС-коннектор1-шпунтовая панель КШС-коннектор2. К КШС относятся также стены, сформированные из составных коробчатых свай типа BOX (см. стр 7).

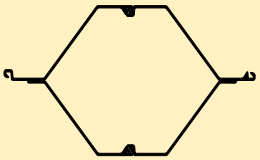
КШС обладает заведомо более высокой металлоёмкостью и более высокими прочностными характеристиками по сравнению с обыкновенными ШС. Однако при определённых условиях КШС могут оказаться намного дешевле, чем обычные ШС (см. раздел Трубошпунт).



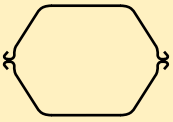
Несущая свая КШС – элемент, воспринимающий основную нагрузку на **ШС**. По типу сваи **ШС** различают трубошпунтовые **(ТШ)**, балочные **(БШ)**, составные сваи типа **BOX**.

REF: Составные сваи типа BOX ещё называют коробчатыми или В-сваями. ТШ сваи ещё называют О-сваями. Балочные сваи ещё называют Н-сваями.

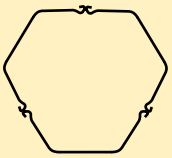
Составные сваи типа BOX – сваи, образованные путём сварки навстречу друг другу нескольких одинаковых шпунтовых элементов.



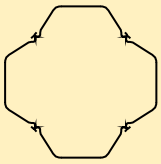
коробчатые сваи Z профиля



Двойные коробчатые сваи U профиля



Тройные коробчатые сваи U профиля



Четверные коробчатые сваи U профиля

Шпунтовая панель КШС (юбка) – промежуточные корытные шпунты или пары z-профилей, соединенных с несущей сваей парой коннекторов. Коннектор1 и коннектор2 – пара сопрягаемых со шпунтовой панелью специальных соединительных элементов. **ШП КШС** может быть короче на 20-40%, чем несущие шпунтовые сваи, что позволяет получить дополнительную экономию материала **ШС**.

Оборачиваемость шпунта – возможность многократного повторного использования шпунта.
Значительная часть стоимости шпунта (по некоторым данным до 70%) сосредоточена в его замке. Качество изготовления замка шпунта является определяющим при прочих равных условиях! Высококачественный замок и передовая геометрия шпунтового профиля, при правильном подборе к грунту и погружении, обеспечивают его высокую оборачиваемость (для лучших образцов – более 20 раз!). И если шпунт не идёт в постоянную конструкцию, то, с точки зрения экономии, разумно изначально приобретать его, имея в виду многократное использование или реализацию третьим лицам после извлечения (оборотный шпунт).

Места применения шпунта – устройство подпорных стен, очистных сооружений, свалок, откосов; ограждение котлованов, опор мостов; строительство плотин, дамб, причалов, шлюзов, коллекторов, входных порталов тоннелей; укрепление берегов рек, каналов, островов, фундаментов, стен и пр. Возможность использования шпунтов диктуется характеристиками грунтов и определяется проектной организацией. Устройство ограждения в виде шпунтовых стен достаточно затратное мероприятие (но не самое дорогое, как например, «стена в грунте), поэтому так важно правильно подобрать профиль шпунта, материал и тип замка для конкретного места применения, геологических условий и нагрузок. Из-за многовариантности проектных решений и дороговизны шпунта в мире и существует такое большое разнообразие шпунтовых решений, часть из которых описана ниже. Основные конкурирующие со шпунтовыми стенами технические решения вне портов и причалов: стена в грунте, буронабивные сваи, «суррогатные» решения (забирки из досок, брёвен, бруса между сваями, балками, и швеллером, трубами) и прочее.

Способы погружения шпунтов
Сваи **ШС** погружаются в грунт при помощи вибропогружателей, дизельных, паровых и гидравлических молотов, копров, статических задавливателей. Возможно комбинирование методов и оборудования, а в особо тяжелых грунтовых условиях – сочетание с дополнительными, облегчающими погружение мероприятиями: подмывом, лидерным бурением, предварительным рыхлением или выборкой верхнего слоя грунта, гильотинированием шпунтовой сваи и др. При погружении свай обязательно использование направляющего кондуктора и свайных наголовников. Чем тоньше «полка» и боковой фланец шпунта, тем более «деликатное» устройство для погружения надо использовать. Для правильного позиционирования длинных свай обычно используют «двухэтажный» кондуктор.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШПУНТОВ (ШПУНТОВЫХ СТЕН)

Wy - упругий момент сопротивления сечения единичной шпунтовой сваи (или одного погонного метра стены), см^3 (см^3\м);

I_y - момент инерции сечения единичной шпунтовой сваи (или одного погонного метра стены), см^4 (см^4\м),

g- кг\м масса одного погонного метра шпунта, кг\м;

m- масса одного квадратного метра шпунта шпунтовой стены, кг/кв.м;

σ_t, - минимальный предел текучести материала шпунта (шпунтовой стены), Н\мм^2;

h – высота элемента шпунтовой стены, мм;

b – расстояние между центрами замков шпунтового элемента, мм;

t1 – толщина полки шпунта, мм;

t2 – толщина бокового фланца шпунта, мм;

ПНСС=σ_t xWy \ 1000 - произведение минимального предела текучести материала стены и упругого момента сопротивления профиля, из которого она изготовлена, уменьшенное в 1000 раз. Размерность — кНм/м. ПНСС – аналог жёсткости сваи. Прочностную характеристику материала можно взять из сертификата качества, а механическую – из каталога предприятия изготовителя.

Wy \ m (К полезности) - коэффициент полезности – определяет какое количество единиц упругого момента сопротивления сечения создаёт каждый килограмм материала профиля (стены).

Некоторые сокращения:

х\к – холоднокатаный

х\д – холоднодеформированный

х\г - холодногнутый

г\к – горячекатаный

г\п – горячепрессованый

REF: процессы холодной прокатки и холодного изгиба хоть и являются разновидностями процесса холодной деформации стали, однако сильно различаются по уровню внутренних напряжений и количеству микротрещин в областях, подвергшихся деформации.

Замок типа Ларсен (U профиль)
Для рядов AU, PU, PRU, GU, SP, NSP, FSP, JFSP, TSP, SKSP, Larssen и др.

ХОЛОДНОКАТАНЫЙ ЗАМОК
Для рядов NI XZ, WRU, WRZ, CSP, CSZ, SL, KL, LWBU и др.

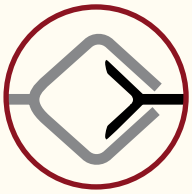
Замок типа Ларсен (Z профиль) для рядов AZ, HOESCH

Замок типа «Шарик в гнезде» для рядов PZ, PZC

ЗАМОК СИСТЕМЫ PZC-B(СВАРНОЙ)
Для балочных рядов с коннектором PZ, PZC

ЗАМОК ПЛОСКОГО ШПУНТА
Для рядов AS, PS, FL и др.

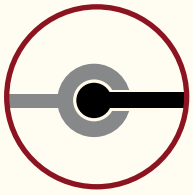
ЗАМОК СВАРНОЙ БОКС



ЗАМОК СВАРНОЙ УГЛОВОЙ

ЗАМОК СИСТЕМЫ HZM/AZ

ЗАМОК СВАРНОЙ КРУГОВОЙ



ИСПЫТАНИЯ ЗАМКОВ ШПУНТОВЫХ СВАЙ

Заказчик	Handeismaatschappij Gooimeer B.V. Damsluisweg 67, 1332 EB Almere		
Материал	–		
Номинальная толщина стенок	10 мм	№ сертификата	MKW 05-1630/32
Задание	Сравнение 3 типов шпунтовых замков	№ заказа FDO	OMKW 5920
Регистрационный №	–	Амстердам	2005-10-07

ПОЛУЧЕНО

№ образца

2 больших шпунтовых сваи типа AZ18, марки F1630 по каталогу FDO (см. фото)

2 больших шпунтовых сваи типа PZC18, марки F1631 по каталогу FDO (см. фото)

2 больших шпунтовых сваи типа H1700, марки F1632 по каталогу FDO (см. фото)

КОД: EN 10248

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ		[Продольное]		[Температура при проведении испытний, °C: окружающей среды]		
№ образца	Диаметр [мм]	Поперечное сечение [мм2]	Длина базы измерений [мм]	Мин. предел текучести [МПа]	Прочность на разрыв [МПа]	A5 [%]
F1630	25,1x9,9	248,5	89	471	554	24,5
F1631	25,1x9,4	235,9	86	432	513	25.5
F1632	25,1x9,6	241,0	88	451	580	27,5
Требования	(S240GP)			мин. 240	мин. 340	мин. 26
Требования	(S270GP)			мин. 270	мин. 410	мин. 24
Требования	(S320GP)			мин. 320	мин. 440	мин. 23
Требования	(S355GP)			мин. 355	мин. 480	мин. 22
Требования	(S390GP)			мин. 390	мин. 490	мин. 20
Требования	(S430GP)			мин. 430	мин. 510	мин. 19

ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ

№ образца	Толщина стенки [t] [мм]	Толщина стенки [s] [мм]
F1630	9,47	9,45
F1631	10,13	9,72
F1632	9,84	9,78
Требования (t > 8,5) (s > 8,5)	+ 6% от t	± 6% от s

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕСТА СОЕДИНЕНИЯ

№ образца	№ образца	Размер [мм]	Макс. сила разрушения [кН]
F1630	F1630	100	80,1
F1631	F1631	100	194,3
F1632	F1632	100	89.3

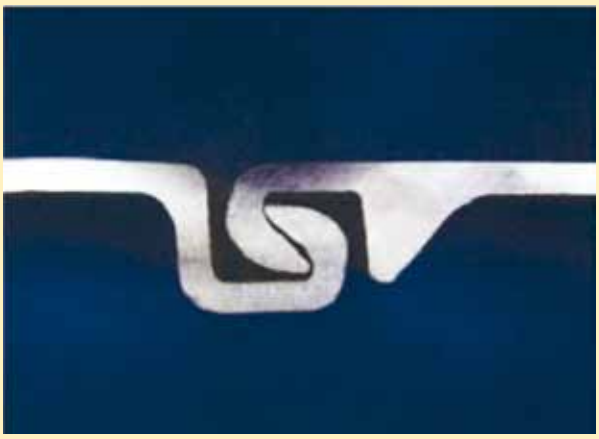
ВЫВОДЫ / ЗАМЕЧАНИЯ

Механические свойства отвечают требованиям нормативов S240GP, S270GP, S320GP, S355GP, S390GP и S430GP. Требования на испытания места соединения на растяжение не накладываются. Химические показатели в ходе испытаний не измеряются.

Stork FDO B.V. (Регистрационный номер Амстердамской торговой палаты 33194077)- профильное подразделение компании Stork Materials Technology B.V., Амстердам, Нидерланды, которая входит в группу Stork
Адрес: Amsterdam, Czaar Peterstraat 229. 1018 PL. P. O. Box 379. 1000 AJ. Телефон: (020) 556 35 55, факс: (020) 556 35 56

ОБЩИЕ ВИДЫ РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ШПУНТОВЫХ СВАЙ

до испытаний **после испытаний**



F1630 типа AZ18

F1631 типа PZC18

F1632 типа H1700

ППП+ВВВ

Основной тренд зарубежного применения шпунтов - возможность их многократного повторного использования. У японцев, по некоторым данным, имеется более 3 миллионов тонн оборотного шпунта. Большинство строителей использует шпунт разово и привлекает «забивальщика» на субподряд. Реализуемые в таких случаях решения обычно временные, шпунт не идёт в «конструкцию». Эта особенность была нами переосмыслена, а результат мы предлагаем в виде ФОРМУЛЫ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ШПУНТОМ: ППП+ВВВ.

Подберем +**П**ривезем+**П**огрузим+**В**ытащим+**В**ыкупим+**В**ывезем.
Исходя из заданных основных характеристик проектируемой стены и наличия у нас электронной базы изготовляемых шпунтов основных мировых производителей, мы **П**одберём более экономичное альтернативное решение.
Поставим шпунт или из наличия на нашем складе, или закажем у производителя. Ввезём на таможенную территорию РФ. Доставим на Вашу строительную площадку.
Погрузим. Забъём. Задавим. Используя современное высокопроизводительное оборудование; организуем погружение шпунтовой стены ударным способом; гидравлическим способом; методом вибропогружения; методом вдавливания, как с «земли», так и с «воды». Оборудование позволяет производить работы по погружению шпунтов (свай) как в городских, так и в полевых условиях.
Вытащим - организуем извлечение поставленного нами шпунта из грунта для его повторного использования.
Вывезем извлечённый нами шпунт со строительной площадки.
Мы готовы **В**ыкупить поставленный нами шпунт.
Подобная комплексная схема избавляет потребителя от «головной боли» и снижает стоимость той части проекта, которая связана со шпунтом, хотя бы за счёт возврата существенной части стоимости шпунта.

REF: Здесь нужно особо отметить, что основной резерв для экономии лежит в ментальной области: никто ничего не хочет менять! Государственному заказчику всё-равно какую «железку закопают», проектировщику выгодно «перезаложиться» и выбрать более «тяжёлое», а значит и более дорогое решение, так на всякий случай, что бы спокойно спать; компании, погружающие шпунт, обычно получают с тонны... Зачем что-то менять? ...

ШПУНТ ЛАРССЕНА

ЭТО НАШ ПРОФИЛЬ

ШПУНТЫ КОРЫТНЫЕ, ПЛОСКИЕ Z-ОБРАЗНЫЕ, ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

БАЛКА, РЕЛЬСЫ, ШВЕЛЛЕР, УГОЛОК, КРУГИ, ПРОВОЛОКА, КАТАНКА, АРМАТУРА, ЛИСТ

ПОСТАВКА ВО ВСЕ РЕГИОНЫ

СКИДКИ ПОСТОЯННЫМ КЛИЕНТАМ

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ШПУНТОВЫХ РЕШЕНИЙ

Накопленный нами за последние 17 лет опыт продаж различных стальных шпунтов свидетельствует об их растущем применении в различных проектах.
Возведение шпунтовых стен достаточно капиталоёмкое мероприятие. Каждый проект индивидуален. Есть прецеденты, когда для экономии в 7 кг на квадратный метр стены делался специальный комплект валков (VL 605E). Каждый, считающий деньги, стремится минимизировать расходы везде, в т.ч. и на шпунт. Вот почему в мире производится огромное количество вариантов шпунтовых стен.

Накапливая информацию об отечественных и зарубежных производителях шпунтов и характеристиках их товаров, мы пришли к необходимости создания электронной базы данных.

В нашей базе представлены более 6070 вариантов шпунтовых стен :
- классические шпунты (U и Z –тип);
- плоские шпунты (S-тип);
- пластиковые шпунты;
- зубчатые стены;
- комбинации классических шпунтов и балочных свай (Н-сваи);
- комбинации классических шпунтов и трубных свай (О-сваи);
- комбинации классических шпунтов и коробчатых свай (В-сваи);
- стены только из балочных свай с коннекторами;
- стены только из трубных свай с коннекторами;
- стены только из коробчатых свай;
- стены только из трубных свай с коннекторами из резаных шпунтов; и пр.

Основные параметры учёта:
- производитель;
- вес на метр одиночной сваи и на метр стены;
- момент инерции на одну сваю и на метр стены;
- упругий момент сопротивления сечения на одну сваю и на метр стены;
- основные геометрические размеры (расстояние между центрами замков, высота стены, толщина фланца, толщина полки);
- коэффициент полезности; и т. д.

Так же учитываются:
- возможные варианты исполнения по стали;
- способ производства (г/к, х/к, гнутый, сварной, комбинированный);
- вспомогательные геометрические размеры;
- тип замка;
- тип коннектора;
- способ производства коннектора;
- площадь поперечного сечения одиночной сваи и на метр стены;
- максимально возможные длины цельноделаных свай и т.п.

Всего 42 параметра.
Всё вышеперечисленное - так же и для сдвоенных и строенных свай.

Запись о каждом шпунте первоначально включала в себя данные, характеризующие только этот шпунт. Потом стала поступать информация о фактическом снятии с производства некоторых шпунтов, например ШК-1, ШП-1, LX-32. Естественно встал вопрос: «Чем заменить то, что в проекте есть, а в жизни нет?». И чтобы было не хуже. И чтобы был «вчера» и за «чужие» деньги… В общем, нужно было ответить на вопрос: «Как сравнивать шпунты?»

СРАВНЕНИЕ КОНКУРИРУЮЩИХ ШПУНТОВЫХ РЕШЕНИЙ

Как сравнить различные шпунтовые решения (стены), состоящие из шпунтов разного типа, разной ширины и высоты, с разным замком, из разных сталей, с разными толщинами полки и бокового фланца, производимых в разных частях света, используемых в разных геологических и климатических условиях? А если ещё учесть колебания курсов валют и стоимости фрахта транспортных средств, предпочтения заказчика и проектировщика? А требования «партии и правительства» снизить себестоимость на … цать процентов?....

Для начала мы определим, что объектом сравнения, в конечном итоге, будет стоимость шпунтовой стены с учётом стоимости работ и материалов, необходимых для её сооружения в конкретном месте, в конкретный период времени при заданных прочностных характеристиках.
Отложим временно «экономику с географией и геологию с политикой» и обратим взор на прочностные характеристики шпунтовых стен.

С точки зрения теории сопротивления материалов, достижения заданных прочностных характеристик можно добиться двумя путями: изменяя количество (площадь сечения) и изменяя качество материала (предел текучести) шпунтовой стены.

Не претендуя на академизм, для формального сравнения разных типов шпунтов различных производителей мы предлагаем использовать общий для всех стен интегральный параметр – предельную несущую способность стены (ПНСС). ПНСС определим как произведение минимального предела текучести материала стены и упругого момента сопротивления профиля, из которого она изготовлена, уменьшенное в 1000 раз. Размерность – кНм/м. ПНСС – аналог понятия сопротивления стены, которое в разных странах, в соответствии с собственным суждением проектировщика, дополняется различными уменьшающими коэффициентами. Поэтому мы и можем использовать ПНСС как общий и основной показатель для сравнения и подбора шпунтовых решений.

На практике процесс сравнения конкурирующих шпунтовых решений с использованием электронной базы данных шпунтов «Профиль» Группы фирм может выглядеть следующим образом:

1. Определяем ПНСС для конкретной шпунтовой стены.

2. Далее, на каждый тип шпунта (для каждой записи из 6000) считается своя предельная несущая способность стены для каждого типа стали, которую может сварить данный производитель. Стали могут быть от 235 (Украина), 255 (Тагил) и т.д. до 430 – Arcelor, Корея, Китай. Таким образом число записей увеличивается во много раз. Именно из такого массива записей оставляем только те, у которых заданный ПНСС удовлетворяет данным п.1.

В полученном массиве один и тот же шпунт может присутствовать в нескольких записях, т.к. ПНСС может удовлетворяться и при стали, например, 270 и, тем более, при стали 430. Поэтому оставляем в массиве только те записи, где ПНСС удовлетворяется при минимальном классе прочности стали.

(В конечном итоге, когда полностью будет произведен выбор шпунта (см. п.п. 2, 3, 6) можно будет не переплачивать за сталь, если ПНСС достигается на более низких сталях).

3. Из полученного в п.2. массива данных исключаем записи, не удовлетворяющие условиям проектной задачи (по стали, толщине стенок, типу профиля, форме замка, стране происхождения и т.п.)
Теперь добавим «экономику с географией». Оставляем только те записи, вес квадратного метра которых, меньше или равен весу квадратного метра исследуемого шпунта.

4. Полученный в п.3. массив данных сортируем по показателю веса квадратного метра стены. Например, выстраиваем записи по увеличению веса квадратного метра стены. Становится понятным, какие шпунты наиболее экономичны по весу на квадратный метр при выполнении условия по ПНСС.

5. Для каждой записи из выбранного в п.4. массива данных оцениваем текущую стоимость с учётом доставки до объекта

Теперь добавим «геологию с политикой»

6. Передаём полученный в п.5. массив данных для принятия решения о внесении в проект того или иного решения проектировщику.
Например, запрос с целью отбора шпунта для замены, например, Л5 сталь 3 кп (Wy - 2960, t – 235, ПНСС – от 661 до 730) даёт более 11000 возможных замен. Из выбранного массива возможных замен, например, отберём те, которые имеют вес квадратного метра на 45 и более процентов меньше (можно взять другой критерий), чем у Л5. Таких решений в нашей базе более 1200.

Некоторые возможные замены для Л5, приведены на стр. 55-56.

Понятно, что с точки зрения логистики, то, что хорошо для Питера, может оказаться неприемлемым для Находки и наоборот. Поэтому, мы считаем необходимым закладывать в проект возможность замены шпунтов с учётом региона применения и типа сооружения. То есть, указать не только «основной» шпунт, но и сразу предложить альтернативные профили или основные характеристики для замены: моменты, сталь, толщины «полки и фланцев», тип шпунта и замка.

REF: В нашей стране принято оценивать стоимость тонны шпунта. Такая характеристика нам представляется некорректной. При прочих равных условиях, следует говорить о стоимости квадратного метра стены.

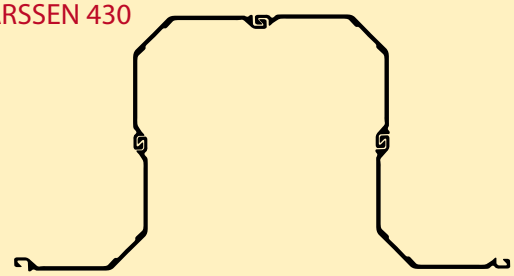
ГЕРМАНИЯ

ОБЗОР КЛАССИЧЕСКИХ ШПУНТОВ

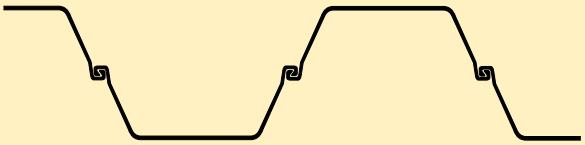
Еще никто не отменял немецкое качество. Оно было и есть. Линейка шпунтов вполне достаточна, чтобы удовлетворить запросы клиентов. Кроме линейки классических шпунтов, естественно, присутствуют балочные, трубные, плоские, легкие и траншейные шпунты.
Ниже приведены некоторые характерные типы шпунтов с различными замками.

	Упругий момент сопротивления сечения Wy		Вес		Момент инерции (стена) Jy см4/м	Толщина полки, мм	Толщина бокового фланца, мм	Ширина шпунтовой стены, мм	Расстояние между центрами замков, мм
	для стены см3/м	одиночная свая см3	стена кг/м2	одиночная свая кг/м. пог.					
Шпунтовые профили типа «LARSSEN»									
LARSSEN 604	1 620	425	124,2	74,5	30 710	10,5	9	380	600
LARSSEN 606 n	2 500	605	157	94,2	54 375	14,4	9,2	435	600
LARSSEN 607 n	3 200	649	190	114	72 320	19	10,6	452	600
LARSSEN 430	6 450	–	234,5	83	241 800	12	12	750	708
Шпунтовые профили типа «HOESCH» (замок типа грибок/гребень)									
HOESCH 3406	3 420	2308	166,1	112,1	82 940	13,5	10,8	485	
HOESCH 3506	3 500	2363	171,7	115,9	84 880	14	11,4	485	675
HOESCH 3606	3 600	2370	177	119,5	87 300	14,5	12	485	675
HOESCH 3806	3 780	2498	188,4	127,2	91 665	15,5	13,2	485	675
Шпунтовые профили типа «HOESCH» (замок типа «LARSSEN»)									
HOESCH 1806	1 800	1215	117,5	79,3	34 200	9,5	9,3	380	675
HOESCH 2506	2 500	1687	142,9	96,5	53 750	12,0	10,9	430	675
HOESCH 2305	2 706	1823	157,2	106,1	58 050	13,4	12,5	430	675

LARSSEN 430



шпунты типа LARSSEN



шпунты типа HOESCH

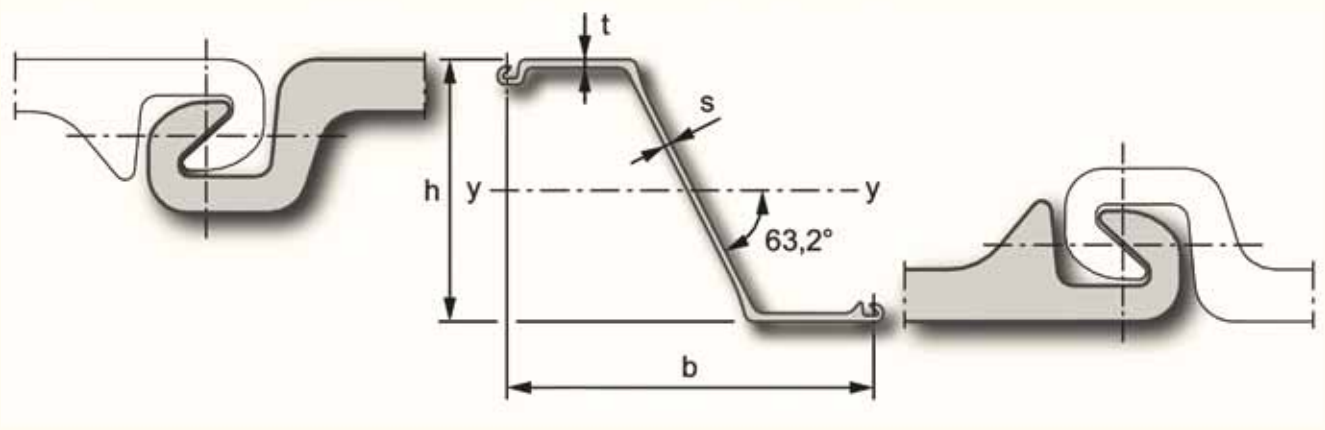
	Для шпунтов типа Larssen
	Для шпунтов типа Larssen 43, 430
	Для шпунтов типа HOESCH (замок типа Larssen)
	Для шпунтов типа HOESCH (замок типа грибок/гребень)
	Замки для балочных шпунтов типа PEINER Шпунтовая стенка типа PEINER
	Замки для плоских профилей типа UNION
	Замки для гнутых профилей типа KL

Несомненно, что законодателем мод в области производства горяче катаных шпунтов является ArcelorMittal. Практически ежегодно появляются все новые и новые ряды шпунтов или усовершенствуются прежние.

Среди мировых производителей шпунтов только Arcelor Mittal так активно совершенствует свою продукцию. Нижеприведенная таблица свидетельствует о динамике развития его шпунтовых рядов.

до 2004 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2010 г.	2011 г.
PU, AU, LS, JSP, AZ	AZ-700	AZ-770	GU, PUR	AZ-700R	AZ-700N

Появление новых секций не отменяет при этом развитие, усовершенствование прежних шпунтовых рядов. Шпунты ArcelorMittal, как правило, характеризуются высоким коэффициентом полезности (отношение упругого момента сопротивления сечения к весу квадратного метра ШС). С этим параметром могут посоперничать разве только шпунты Малайзии, но они-то гнуто-сварные, а не катанные. Высокая эффективность, надежность, низкая энергия погружения шпунтов, качественный замок, возможность многократного использования производимых шпунтов, максимальная возможная в мире длина (42м) цельнокатаных шпунтов, наличие всевозможных угловых секций, соединительных свай и коннекторов, наиболее широкий марочник сталей, информационная и проектная поддержка – всё это обуславливает мировое лидерство ArcelorMittal в продаже горячекатаных шпунтов. Ниже приведены шпунты очередного нового ряда (начало производства – 2011 г.)



	ширина b, мм	высота h, мм	толщина t, мм	s, мм	масса вес 1 п/м, кг/м.пог.	вес 1м2, кг/м2	Jy, см4/м	Wy см3/м
AZ 36-700N	700	499	15	11,2	118,6	169,5	89 610	3 590
AZ 38-700N	700	500	16	12,2	126,4	180,6	94 840	3 795
AZ 40-700N	700	501	17	13,2	134,2	191,7	100 080	3 995

США

СОЧЛЕНЕНИЕ «ШАРИК И ГНЕЗДО»

СОЧЛЕНЕНИЕ «ШАРИК И ГНЕЗДО» начало использоваться в конце 30-х годов прошлого века и про сей день остаётся сочленением, которому отдают предпочтение инженеры и производители шпунтовых конструкций в США.

К приимуществам сочленения типа «ШАРИК и ГНЕЗДО» по сравнению с сочленением Larssen и прочими конструкциями можно отнести следующее:

- Наиболее прочное, износостойкое и гибкое сочленение из всех известных конструкций
- Может использоваться в самых различных проектах
- Более высокая цена повторной продажи
- Легче вставляется и извлекается
- Предельно высокая прочность сочленения
- Установка или поворот: допускает регулировку относительно длины стены путём поворота шпунтовой секции

PZ

Секция	Момент сопротивления сечения* (см³/м)	Номинальная ширина (мм)	Масса* (кг/м²)	Момент инерции* (см⁴/м)
PZ 22	990	559	110.6	11,620
PZ 27	1,660	457	135.1	25,580
PZ 35	2,635	575	170.8	50,455
PZ 40	3,300	500	195.2	68,645

*Для элемента стены

Шпунтовый ряд PZ является стандартной шпунтовой конструкцией, производимой в Северной Америке. Данные секции обозначаются по массе. Так, например, секция PZ 35 весит 35 фунтов на кв. фут стены.

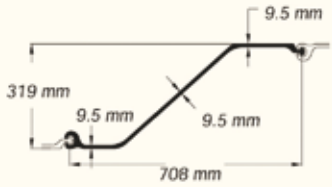
Секции PZC являются «последним поколением» профилей шпунтовых конструкций, которые легче, шире и прочнее предыдущих стандартных секций PZ. Профили PZC обозначаются через значения их прочности в метрической системе. Так, например, PZC 18 имеет момент сопротивления сечения величиной 1.800 см³/м.

PZC

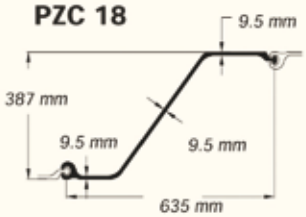
Секция	Момент сопротивления сечения* (см³/м)	Номинальная ширина (мм)	Масса* (кг/м²)	Момент инерции* (см⁴/м)
PZC 12	1,200	708	97.6	19,080
PZC 13	1,300	708	106.0	20,755
PZC 14	1,400	708	115.5	22,445
PZC 17	1,670	635	108.8	32,235
PZC 18	1,800	635	118.2	34,890
PZC 19	1,945	635	128.8	37,780
PZC 25	2,455	708	145.9	55,190
PZC 26	2,600	708	155.4	58,460
PZC 28	2,755	708	166.1	62,145
PZC 34	3,430	630	183.2	86,685
PZC 36	3,600	630	193.2	91,140
PZC 38	3,800	630	205.1	96,450

*Для элемента стены

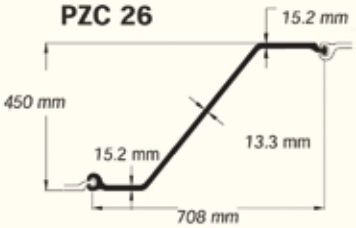
PZC 13



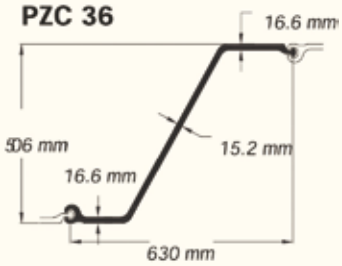
PZC 18



PZC 26

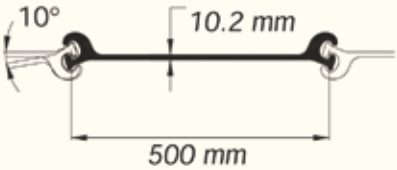


PZC 36

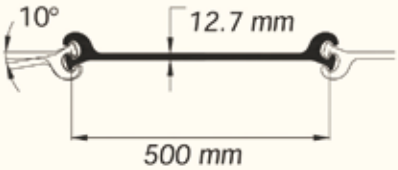


ПЛОСКИЕ ШПУНТЫ РЯДА PS

PS 27.5



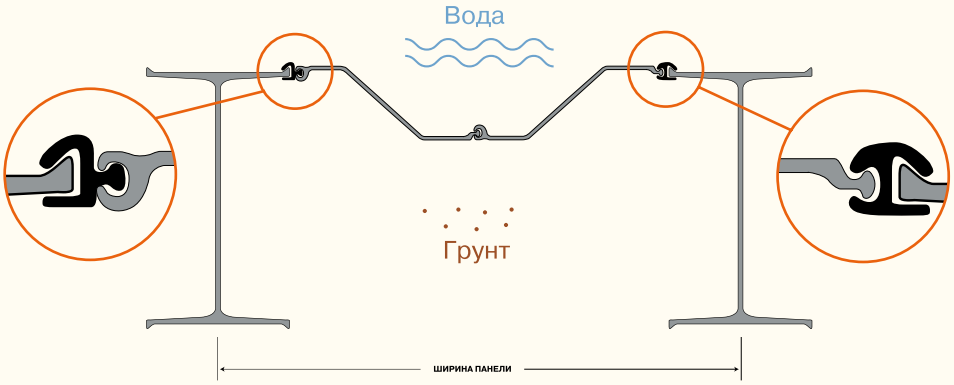
PS 31



Секция	Номинальная ширина (мм)	Глубина (высота) (мм)	Глубина (высота) стены (мм)	Толщина ребра (мм)	Площадь (см²)	Масса (кг/м)	Момент инерции (см⁴)	Момент сопротивления сечения (см³)	Общая площадь поверхности (м²/м)	Номинальная площадь покрытия (м²/м)	Площадь (см²/м)	Масса (кг/м²)	Момент инерции (см⁴/м)	Момент сопротивления сечения (см³/м)
							Для отдельной секции						Для элемента стены	
PS 27.5	500	72	90	10.2	85.5	67.1	207	52	1.37	1.11	171.0	134.2	414	103
PS 31	500	72	90	12.7	96.5	75.7	207	52	1.37	1.11	192.9	151.4	414	103

*Исключая внутреннюю поверхность сочленения.

Конструкция PZC-B представляет собой сочетание балок и шпунтовых рядов PZC, способное воспринимать повышенные требования к моменту сопротивления сечения. Основными несущими нагрузку элементами конструкции являются балки (балки Peine, образец которой показан ниже, или стандартные балки с широкими фланцами). Промежуточные шпунтовые ряды вместе с выдвинутыми соединениями служат для прикрытия поверхности стены между балками.



В приводимой ниже таблице представлены результаты неполного обзора возможных комбинаций конструкций PZC-B.

Секция	Тип конструкции	Момент сопротивления сечения (см³/м стены)	Ширина (мм)	Масса* (кг/м²) 60%	80%	100%	Момент инерции (см⁴/погонный метр стены)	Номинальная площадь покрытия в пределах ширины панели** Передняя сторона (м²/погонный метр панели)	Передняя и задняя сторона (м²/погонный метр панели)	Балка	Лист	Соедини-
PZC-B 37		3,740	1760	159.9	180.0	200.0	156,200	2.12	6.39	W 33 X 118	PZC 13	BBS M&F
PZC-B 51		5,110	1932	175.9	194.4	213.0	230,000	2.37	7.36	PSp 900	PZC 13	PBS M&F
PZC-B 57		5,720	1774	202.3	222.2	242.1	262,900	2.13	6.58	W 36 X 170	PZC 13	BBS M&F
PZC-B 68		6,790	1932	199.1	217.7	236.3	340,600	2.37	7.54	PSp 1013	PZC 13	PBS M&F
PZC-B 71		7,080	1868	215.2	234.0	252.9	347,600	2.23	7.07	W 40 X 199	PZC 13	BBS M&F
PZC-B 89		8,910	1932	244.2	262.8	281.4	461,500	2.37	7.55	PSp 1035S	PZC 13	PBS M&F
PZC-B 100		9,980	1871	277.0	295.9	314.7	503,000	2.23	7.10	W 40 X 277	PZC 13	BBS M&F
PZC-B 120		11,990	2263	314.4	330.3	346.1	644,900	2.90	8.56	PSp 1016 Double	PZC 18	PBS M&F
PZC-B 147		14,690	2410	379.6	400.3	421.0	800,800	3.07	8.91	PSp 1035S Double	PZC 26	PBS M&F

*Длина секций промежуточного шпунтового ряда выражается в процентах от длины балки.
**Без учета внутренней части гнезда и шарика сочленения.
ПРИМЕЧАНИЕ: Расчет момента сопротивления сечения стены не учитывает соединители, сцепленные со шпунтовыми сваями.

NEW ФОРМУЛА КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ШПУНТОМ: ППП+ВВВ

ПОДБЕРЕМ (ПОД ПРОЕКТ)

ИСХОДЯ ИЗ ЗАДАННЫХ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТИРУЕМОЙ СТЕНЫ, И НАЛИЧИЯ У НАС БАЗЫ ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ ШПУНТОВ ОСНОВНЫХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, МЫ ПОДБЕРЁМ БОЛЕЕ ЭКОНОМИЧНОЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РЕШЕНИЕ.

ПОСТАВИМ (НА ОБЪЕКТ)

ПОСТАВИМ ШПУНТ ИЗ НАЛИЧИЯ НА НАШЕМ СКЛАДЕ, ИЛИ ЗАКАЖЕМ У ПРОИЗВОДИТЕЛЯ. ВВЕЗЁМ НА ТАМОЖЕННУЮ ТЕРРИТОРИЮ РФ. ДОСТАВИМ НА ВАШУ СТРОИТЕЛЬНУЮ ПЛОЩАДКУ.

ПОГРУЗИМ (В ГРУНТ)

ИСПОЛЬЗУЯ СОВРЕМЕННОЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: ОРГАНИЗУЕМ ПОГРУЖЕНИЕ (ЗАБЬЁМ, ЗАДАВИМ) ШПУНТОВОЙ СТЕНЫ УДАРНЫМ СПОСОБОМ; ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СПОСОБОМ; МЕТОДОМ ВИБРОПОГРУЖЕНИЯ; МЕТОДОМ ВДАВЛИВАНИЯ, КАК С «ЗЕМЛИ», ТАК И С «ВОДЫ». ОБОРУДОВАНИЕ ПОЗВОЛЯЕТ ПРОИЗВОДИТЬ РАБОТЫ ПО ПОГРУЖЕНИЮ ШПУНТОВ (СВАЙ) КАК В ГОРОДСКИХ, ТАК И ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ.

ВЫТАЩИМ

ОРГАНИЗУЕМ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПОСТАВЛЕННОГО НАМИ ИМПОРТНОГО ШПУНТА ИЗ ГРУНТА ДЛЯ ЕГО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

ВЫВЕЗЕМ

ВЫВЕЗЕМ ИЗВЛЕЧЁННЫЙ НАМИ ШПУНТ С ВАШЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ.

ВЫКУПИМ

МЫ ГОТОВЫ ВЫКУПИТЬ ПОСТАВЛЕННЫЙ НАМИ ИМПОРТНЫЙ ШПУНТ.

СО СКЛАДА И НА ЗАКАЗ

Трубошпунты

Балочные шпунты

Коробчатые шпунты

Классические шпунты

Шпунтовые коннекторы

Комбинированные стены

125412, Москва, ул. Ангарская, д. 26, корп. 3
www.profilgroup.ru
e-mail: pochta@profilgroup.ru
(495) 707-4-707 (15 каналов)

ШПУНТОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ OPEN CELL™: РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ

Тодд Ноттингем и Билл Гундерсон , компания PND Engineers, Inc., Сиэтл, шт. Вашингтон, США и Стен Босум , руководитель отдела продаж, компания Chaparral Steel, шт. Техас, США

Введение в системы открытых несущих конструкций

Необходимость в расширении морских портов обычно диктуется постоянным увеличением размером судов и, соответственно, их осадки. Это, в свою очередь, потребовало разработки новых технологий по созданию рентабельных и конструктивно адаптируемых средств, способных разрешить проблему расширения морских портов. Обычно заполняемым шпунтовым ограждениям отдавалось предпочтение перед свайными платформами причалов благодаря существенно более низкой первоначальной стоимости строительства, более сжатым срокам строительства, более низкими эксплуатационными расходами и более высокой нагрузочной способности, чем у свайных платформ. Альтернативным вариантом, может послужить открытая несущая конструкция. Данная конструкция представляется практически реализуемой заменой как другим типам шпунтовых ограждений, так и традиционным свайным платформам. Выигрышной особенностью открытой несущей конструкции является возможность ее использования для стенок высотой до 80 футов. Конструкция отличается низкой себестоимостью, сжатыми сроками монтажа, высокой несущей способностью поверхности и возможностью установки в условиях как мягкого, так и твердого грунта.

PND Engineers, Inc., Chaparral Steel и PilePro составляют группу ведущих компаний, высококвалифицированные специалисты которых работают совместно над решением технических вопросов ускорения разработки открытых несущих конструкций. Эти компании постоянно занимаются разработкой семейства изделий, изготавливаемых в рамках унифицированной технологической цепочки и поставляемых для оптимального использования в самых разнообразных условиях эксплуатации.

История разработки открытых несущих конструкций

Первая открытая несущая конструкция была спроектирована компанией PND и изготовлена в 1981 году по заказу компании ARCO Alaska, Inc. для поддержки и защиты моста, сооруженного для обслуживания нефтяных месторождений Северного Склона (North Slope). С тех времен были изготовлены сотни подобных конструкций, чему способствовали их уникальные эксплуатационные качества и низкая себестоимость.

Шпунтовое ограждение на базе открытой несущей конструкции, используемое главным образом на причалах и аналогичных сооружениях, представляет собой ячеистую структуру из плоских шпунтовых свай, в которой шпунтовые сваи каждой ячейки имеют U-образный профиль, если смотреть на них сверху. Конструкция действует как горизонтально растянутая мембрана, опирающаяся только на вертикальную стенку, закрепленную шпунтовыми сваями, для удерживания образованной ими изогнутой арочной конфигурации. Описываемая конструкция показана на аэрофотоснимке шпунтового ограждения American Construction (рис. 1), находящегося на стадии строительства. Технология открытых несущих конструкций отличается низкими расходами и высокими рабочими характеристиками. Конструкция подтвердила свою эффективность при использовании в условиях сильного ледостава, мягких почв, гидравлической эрозии и сейсмической активности. Структура открытых несущих конструкций обеспечивает высокую нагрузочную способность при минимальных требованиях к глубине заделки нижнего конца шпунтовой сваи.

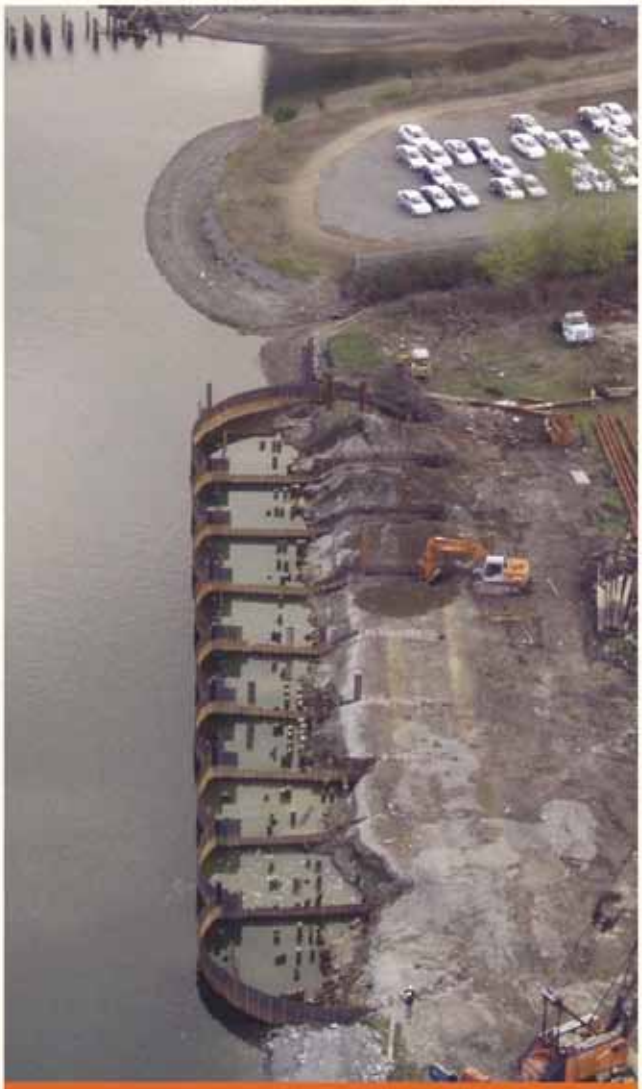


Рис. 1. Строительство шпунтового ограждения American Construction.

Рис. 2. Параметры шпунта и процесс прокатки плоской шпунтовой сваи PS 31.

Рис. 3. Параметры шпунта и процесс вытяжки шпунта SWC 120.

Конструкция легко модифицируется с учетом возрастающих нагрузок или непредвиденных рабочих условий и выдерживает длительное оседание благодаря присущей ей гибкости.

Разработка конструкций

Основным элементом при разработке открытых несущих конструкций являются плоские шпунтовые сваи. Компания Chaparral Steel своевременно осознала эффективность и практическую пригодность открытых несущих конструкций. Компания Chaparral поставляет плоские шпунтовые сваи PS 31 и PS 27.5, которые изготавливаются на ее заводе в городе Мидлотиан, шт. Техас, США. Работая над открытыми несущими конструкциями, инженеры компании Chaparral продолжали усовершенствовать данные плоские шпунтовые сваи. Была увеличена прочность сочленения при сохранении необходимых значений угла поворота и зазора сочленения, а также значений длины заделки и укладки. На рис. 2 показаны особенности процесса прокатки плоской шпунтовой сваи PS 31.

Одновременно компании PND и Chaparral совместно с компанией PilePro заняты разработкой вытягиваемых шпунтовых соединителей, предназначенных для использования с открытыми несущими конструкциями. Так, шпунт SWC 120 подтвердил свою эффективность и успешно заменил ранее использовавшийся сварной Y-образный шпунт, который подвержен воздействию коррозии разнородных металлов. Данная разработка устранила необходимость приваривания сильно нагружаемых передних/задних соединителей стенки и обеспечила более свободный поворот при наличии одного соединения.

Шпунт SWC 120 изготавливается в ходе сложного технологического процесса, который начинается с разогрева заготовок во вращающейся газовой печи до температуры 1270°C. Разогретая заготовка подается на экструзионный пресс, который покрывает поверхность заготовки стеклянным порошком для уменьшения трения. Затем заготовка продавливается через матрицу штампа для получения нужного профиля. Стеклянная подушка действует как основная смазка между матрицей штампа и заготовкой во время ее перемещения под воздействием пресс-штока. После этого полученная деталь подвергается обжигу и правке. Размеры, прямолинейность и качество поверхности каждой детали проходят соответствующую проверку. Для проверки размеров вырезанных гнезд используется прибор для измерения положительных/отрицательных отклонений. На рис. 3 показаны особенности процесса вытяжки и параметры этого шпунтового соединителя.

Компания Chaparral Steel проводит тщательные испытания как плоской шпунтовой сваи, так и соединителей, чтобы убедиться, что конструктивные детали отвечают необходимым геометрическим и прочностным требованиям. Испытания проводятся в Физической испытательной лаборатории компании Chaparral под руководством начальника отдела технического обеспечения качества. Процедура испытаний предусматривает изготовление специального зажимного приспособления и проведение проверок на растяжение для имитации усилий, действующих в шпунтовом ограждении на базе открытой несущей конструкции (рис. 4). Кроме того, образец шпунта SWC 120 был подвергнут тщательному химическому анализу. Полученные результаты превзошли ожидания рабочей группы, а эксплуатационные показатели совпали с теоретическими выкладками.

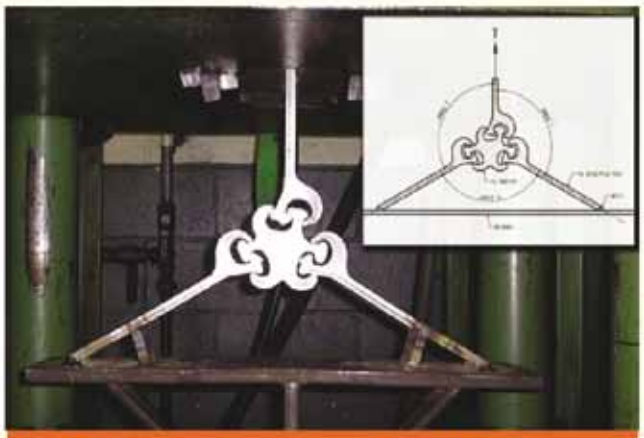
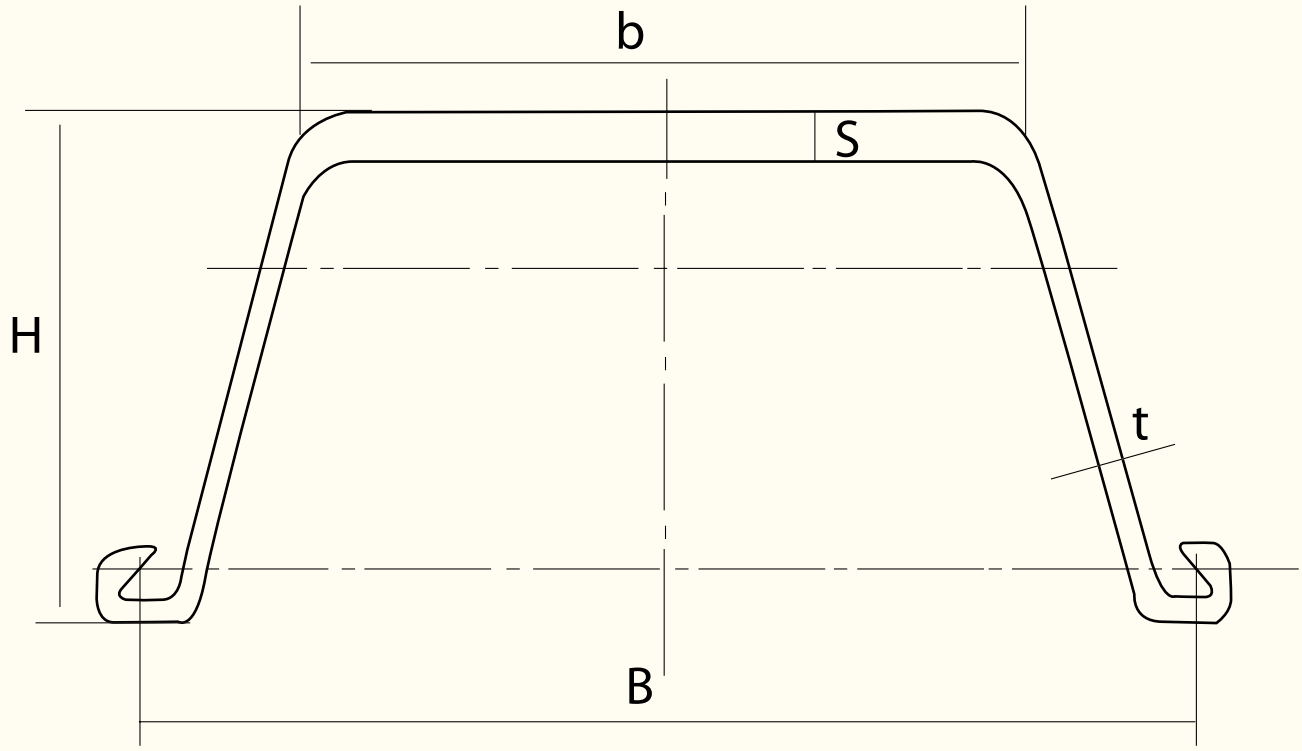


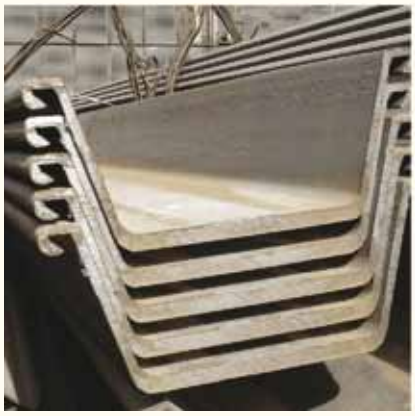
Рис. 4. Испытание прочности сочленения шпунта SWC 120.

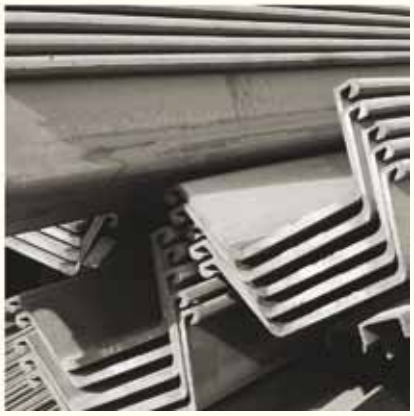
Рис. 5. Расширение причала Broadway.

ШПУНТ ЛАРССЕНА ПРОИЗВОДСТВА ДМК (УКРАИНА) И НТМК (РОССИЯ)

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗАВОД-ИЗГОТОВИТЕЛЬ		
	ДМК	ДМК	НТМК
профиль	Л4	Л5	Л5УМ
расстояние между серединами замков (B), мм	400	425	502
ширина полки (b), мм	292,2	332	335
высота профиля (H), мм	204,5	196	215
толщина полки (S), мм	14,8	21	23
толщина фланца (t), мм	9,5	11	11
масса 1 погонного метра, кг	74	100	114
момент сопротивления метра шпунтовой стены, см^3/м	2200	3000	3555
масса 1 м^2 стены, кг	190	238	228
класс прочности стали	235	235	255
момент инерции метра стены (см^4/м)	39600	50943	76430



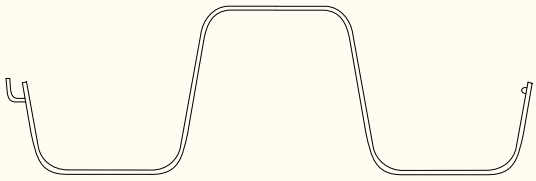




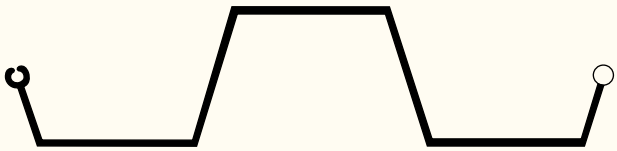
Украина, Россия

ОБЗОР КЛАССИЧЕСКИХ ШПУНТОВ

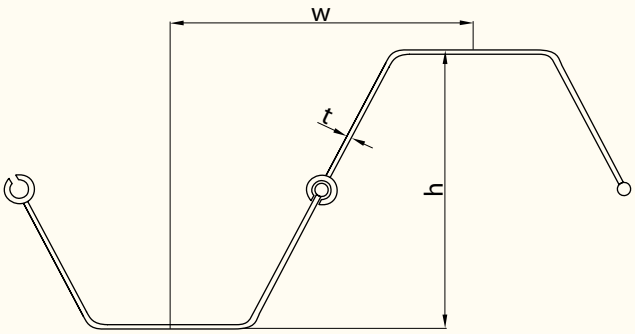
В настоящее время с территории России практически вытеснены шпунты Украины Л4 и Л5. Их заменил чешский шпунт, в котором объединены немецкое качество и относительно невысокая цена (пока) на 1м2 стены. Кроме и поныне здравствующего Л5-УМ производства НТМК, в стране активно рождаются производители шпунтовых панелей, в основе своей копирующие достижения Курганстальмоста и некоторых иностранных производителей.



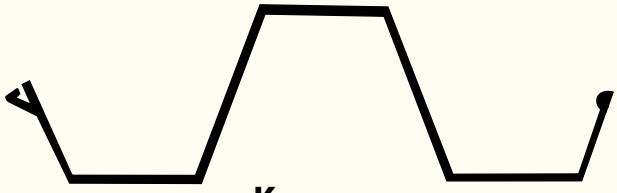
Волгоград



Орск



Санкт Петербург



Курган

Курганский шпунт (ПШС) имеет большое количество инсталяций и большое число проектов, в которых он внесён. Сортамент панелей ПШС, содержащий 139 типоразмеров, позволяет конструировать стены с моментом сопротивления от 1830 до 9995 см3/м.
Расчетная ширина панелей – 1000 и 1500 мм.

Геометрические характеристики сечения панелей ПШС:
высота сечения, H – 400, 450, 500, 600, 700, 800 мм;
толщина стенок, tW – 10, 12, 14 мм;
толщина полок, tf – 10 : 22 мм с шагом 2 мм, а также 25 мм.

Панели изготовляют любой заказанной длины в диапазоне 4 : 36 м.
Кроме рядовых панелей могут быть изготовлены угловые панели ПШСу для заданного угла поворота стены, а также панели для криволинейных в плане участков стен. Выполняются также индивидуальные проектные решения заказчика в части конструкций панелей со стенками и полками переменной толщины.

Все вышеперечисленные панели роднит ряд обстоятельств:
1. Все данные заводы могут выпускать широкую линейку шпунтов, прочностные характеристики которых перекрывают широкий диапазон.
2. Вопрос о качестве замков остается очень и очень открытым.
3. Ограниченный объём производства.
4. Ограниченная оборачиваемость.

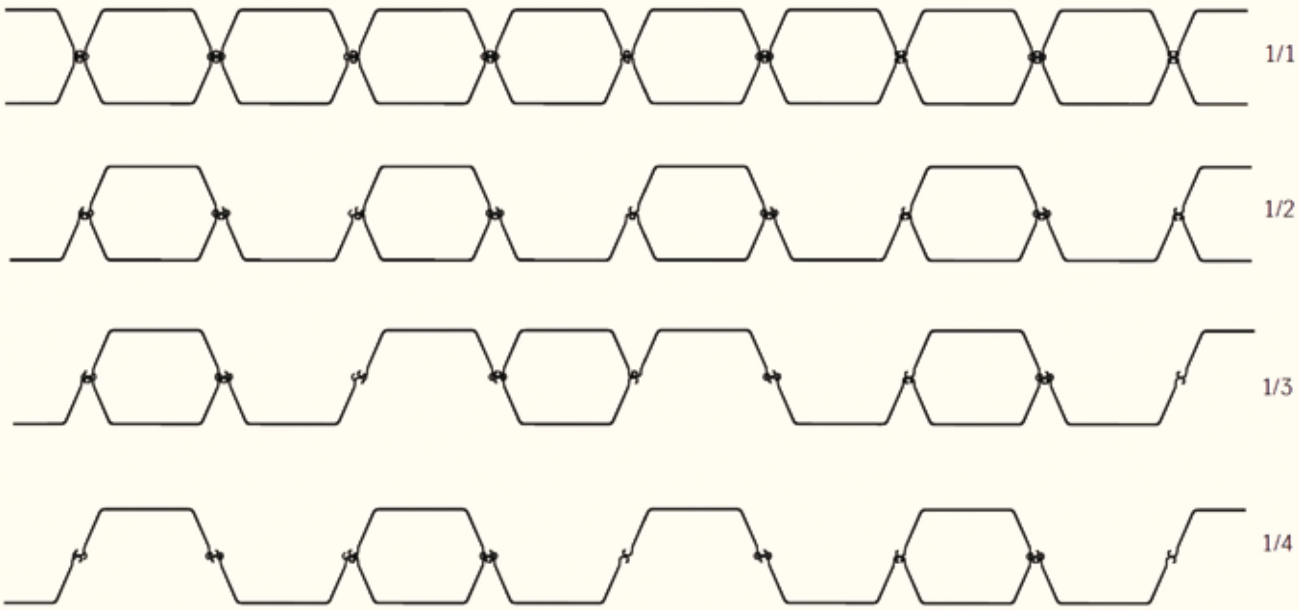
Надо отдать должное тем представителям Курганстальмоста, которые стояли у истоков создания сварных шпунтов. Тогда это был прорыв! Тогда в стране практически не было никаких шпунтов. Даже на сегодняшний день при наличии в мире нескольких тысяч классических гнутых, сварных, холоднокатаных и горячекатаных шпунтов, коэффициент полезности панелей ПШС на уровне мировых стандартов.

На сегодняшний день - чешский шпунт - лучшее решение из г/к шпунта в смысле соотношения цены и качества. К сожалению, чешский ряд имеет сравнительно узкий диапазон прочностных характеристик.

Профиль	Упругий момент сопротивления метра стены	Вес П/М секции	Вес 1м² стены	Расстояние между серединами замков	Высота	Толщина полки	Толщина бокового фланца	Ширина полки	Площадь поперечного сечения 1м стены
	Wy	g	G	B	H	t	s	b	A
	cm³/m	kg/m	kg/m²	mm	mm	mm	mm	mm	cm²/m
IIIn	1 600	62,2	155,5	400	290	13,0	9,0	250	197,2
VL 503	1 250	58,7	117,3		340	9,7	8,4	266	149,4
VL 503K	1 300	61,4	122,8	500	340	10,0	9,0	266	156,4
VL 503Z [3]	1 336	65,3	130,6		340	10,0	10,0	265	166,4
VL 601	742	46,3	77,2		310	7,5	6,4	253	98,3
VL602L	800	51,3	85,4		310	8,0	7,2	251	108,8
VL 602	845	54,3	90,5		310	8,2	8,0	250	115,4
VL 603A	1 121	61,5	102,5		310	9,2	8,0	385	130,6
VL 603	1 180	64,8	108,0		310	9,7	8,4	384	137,6
VL603K	1 220	68,1	113,5		310	10,0	9,0	380	144,8
VL 603Z [3]	1 265	71,8	119,7	600	310	10,0	10,0	378	152,8
VL603Z11+[3]	1 386	80,4	134,0		310	11,0	11,0	380	170,7
VL 604	1 620	74,1	123,5		380	10,5	9,0	382	157,3
VL 605A	1 808	76,9	128,1		410	11,0	9,0	350	163,2
VL605E	1 834	80,4	134		380	12,5	9	381,5	–
VL 605	2 006	82,4	137,3		410	12,8	9,0	367	174,9
VL605K[3]	2 000	84,5	140,9		410	12,2	10,0	348	179,5
VL606A	2 200	86,2	143,7		420	14,0	9,0	347	183,1
VL 606[3]	2 506	94,8	158,0		420	16,5	9,2	348	201,3

Профиль	Момент инерции	Радиус инерции	Статический момент	Площадь покрытия	Предельная несущая способность стены	
					Класс прочности	
	J_y	r_y	S_y	S^2	S 270 GP	S 355 GP
	cm⁴/m	cm/m	cm³/m	m²/m	kNm/m	kNm/m
IIIn	23 200	10,9	878	3,15	432	568
VL 503	21 191	11,9	715	2,85	338	444
VL 503K	22 054	11,9	747	2,84	351	462
VL 503Z [3]	22 719	11,7	775	2,85	361	474
VL 601	11 496	10,8	429	2,49	200	263
VL602L	12 404	10,7	465	2,48	216	284
VL 602	13 075	10,6	495	2,49	228	300
VL 603A	17 381	11,5	623	2,71	303	398
VL 603	18 251	11,5	654	2,65	319	419
VL603K	18 900	11,4	680	2,65	329	433
VL 603Z [3]	19 584	11,3	705	2,65	342	449
VL603Z11+[3]	21 489	11,2	781	2,66	374	492
VL 604	30 726	14,0	911	2,85	437	575
VL 605A	37 065	15,1	1 024	2,88	488	642
VL605E	34 850		1 027	2,85	542	712
VL 605	41 127	15,3	1 128	2,95	495	651
VL605K[3]	41 008	15,1	1 135	2,89	540	710
VL606A	46 217	15,9	1 238	2,90	594	781
VL 606[3]	52 631	16,2	1 403	2,90	677	890

[3] Временно доступно только для стали S 270 GP



Геометрические и прочностные характеристики комбинированных шпунтовых стен

1/1	Ширина системы мм	масса кг/м^2	Wsys см/м^3	Jsys см/м^4
VL 601	600	154,3	1757	30850
VL 602	600	181	1996	35033
VL 603	600	216	2789	49366
VL 604	600	247	3727	79033
VL 605A	600	256,3	4127	93700
VL 605	600	274,7	4601	104916
VL 606	600	316	5706	132800

1/2	Ширина системы мм	масса кг/м^2	Wsys см/м^3	Jsys см/м^4
VL 601	1200	115,7	1757	17425
VL 602	1200	135,7	1996	19807
VL 603	1200	162	2789	27585
VL 604	1200	185,2	3727	44330
VL 605A	1200	192,2	4127	52529
VL 605	1200	206	4601	58477
VL 606	1200	237	5706	73152

1/3	Ширина системы мм	масса кг/м^2	Wsys см/м^3	Jsys см/м^4
VL 601	1800	102,9	1022	17947
VL 602	1800	120,7	1162	20394
VL 603	1800	144	1617	28622
VL 604	1800	164,7	2208	46828
VL 605A	1800	170,9	2464	55943
VL 605	1800	183,1	2736	62390
VL 606	1800	210,7	3410	79354

1/4	Ширина системы мм	масса кг/м^2	Wsys см/м^3	Jsys см/м^4
VL 601	2400	96,4	895	15708
VL 602	2400	113,1	1014	17804
VL 603	2400	135	1412	24995
VL 604	2400	154,4	1936	41054
VL 605A	2400	160,2	2161	49070
VL 605	2400	171,7	2397	54666
VL 606	2400	197,5	2982	69404

Опыт использования шпунтов Южной Кореи и Японии подтверждает хорошее качество как г/к, так и х/к шпунтов. При этом г/к шпунты обеих стран практически идентичны.

Типы шпунтов	Геометрические характеристики			Для одиночной сваи				Для метра стены			
	t, мм	h, мм	b, мм	Площадь сечения, см²	Момент инерции, см⁴	Упругий момент сопротивления сечения, см³	Вес погонного метра, кг/м	Площадь сечения, см²	Момент инерции, см⁴/м	Упругий момент сопротивления сечения, см³/м	Вес 1м², кг/м²
Гнутые шпунты											
NI-XZ 80	8,0	358	635	81,7	16 760	900	64,1	128,7	26 500	1 470	100,9
NI-XZ 85	8,5	359	635	86,8	17 760	960	68,1	136,7	28 100	1 628	107,2
NI-XZ 90	9,0	359	635	91,9	18 800	1 010	72,1	144,7	29 700	1 700	113,5
NI-XZ 95	9,5	360	635	97,0	18 830	1 070	76,1	152,8	30 600	1 780	119,8
NI-XZ 100	10	360	635	102,1	20 870	1 120	80,1	160,8	33 000	1 880	126,1
NI-XZ 105	11	361	635	107,2	21 900	1 180	84,1	168,8	34 500	1 910	132,4
Горячекатаные шпунты											
SP-II	10,5	100	400	61,2	1 240	152	48,0	153,0	8 740	874	120
SP-III	13,0	125	400	76,4	2 220	223	60,0	191,0	16 800	1 340	150
SP-IIIA(E)	13,1	150	400	74,4	2 790	250	58,4	186,0	22 800	1 520	146
SP-IIIA(D)	13,0	150	400	76,4	3 060	278	60,0	191,0	22 600	1 510	150
SP-IV	15,5	170	400	96,9	4 670	362	76,1	242,5	38 600	2 270	190
SP-VA	19,5	200	500	133,8	7 960	520	105,0	267,6	63 000	3 150	210
SP-IIW	10,3	130	600	78,7	2 110	203	61,8	131,2	13 000	1 000	103
SP-IIIW	13,4	180	600	103,9	5 220	376	81,6	173,2	32 400	1 800	136
SP-VM	16,5	175	500	109,6	5 345	383	86,0	219,2	40 290	2 310	172

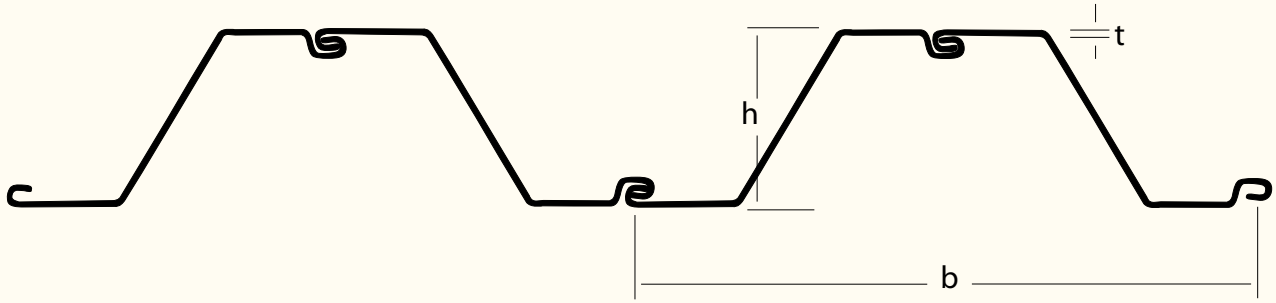
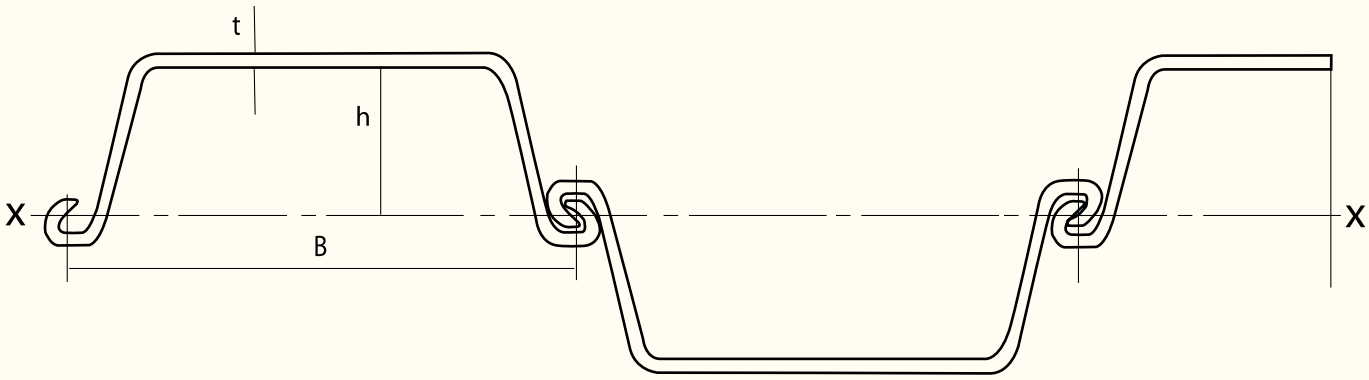


СХЕМА СТАНДАРТНОЙ СТЕНЫ



Япония

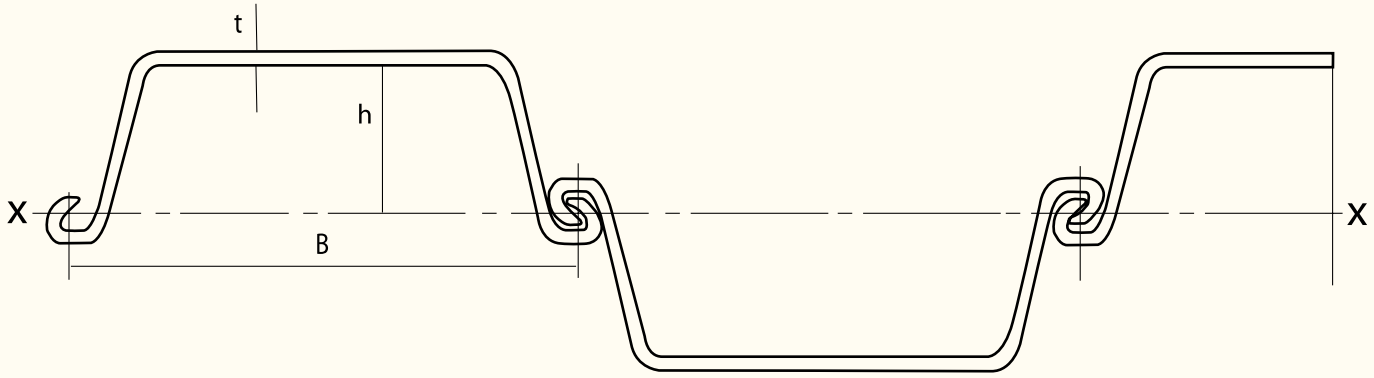
СВОЙСТВА ШПУНТОВОГО РЯДА

В Японии есть(как минимум) четыре завода, где катают г/к шпунт. Они производят одни и те же г/к шпунты, но под разными названиями. Поэтому в таблице ниже названия шпунтов не приводятся.

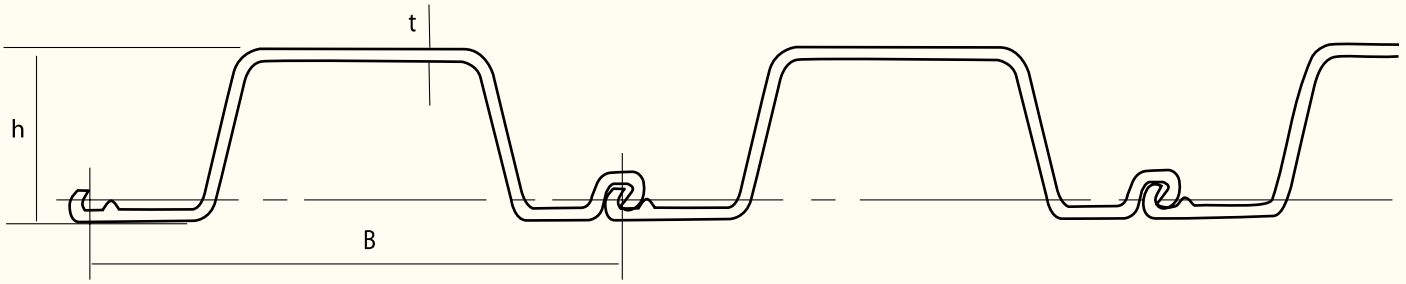
Тип шпунта	Номинальные геометрические размеры мм			Характеристики одиночной сваи				Характеристики метра стены			
	Ширина (B)	Высота (h)	Толщина полки (t)	Площадь сечения x10^{-4}(м^2)	Момент инерции x10^{-8}(м^4)	Упругий момент x 10^{-6}(м^3)	Вес п/м (кг/м)	Площадь сечения x10^{-4}(м^2)	Момент инерции x10^{-8}(м^4/м)	Упругий момент x 10^{-6}(м^3/м)	Вес (кг/м^2)
1	600	130	10,3	78,7	2 110.00	203	61,8	131,2	1 300.00	1 000.00	103
2	600	180	13,4	103,9	5 220.00	376	81,6	173,2	3 240.00	1 800.00	136
3	600	210	18,0	135,3	8 630.00	539	106,0	225,5	5 670.00	2 700.00	177
4	400	100	10,5	61,18	1 240.00	152	46,0	153,0	8 740.00	8 740.00	120
5	400	125	13,0	76,42	2 220.00	223	60,0	191,0	1 680.00	1 340.00	150
6	400	170	15,5	96,99	4 670.00	362	76,1	242,5	3 860.00	2 270.00	190
7	500	200	24,3	133,8	7 960.00	520	105,0	267,6	6 300.00	3 150.00	210
8	500	225	27,6	153,0	1 140.00	680	120,0	306,0	8 600.00	3 820.00	240
9	400	120	9,2	55,1	1 460.00	160	43,2	137,5	1 060.00	8 800.00	108
10	400	150	13,1	74,4	2 790.00	250	58,4	186,0	2 280.00	1 520.00	146
11	400	185	16,1	94,21	5 300.00	450	74,0	235,5	4 160.00	2 250.00	185
12	400	85	8,0	45,21	5 980.00	880	35,5	113,0	4 500.00	5 290.00	89

Известно, что «в Японии, (как и Греции) есть всё». И относительно короткий ряд шпунтов вполне компенсируется комбинированными стенами. Действительно, это и различнейшие трубные шпунты; и шпунтовые стены, усиленные балкой, как сваей; и шпунтовые коробчатые сваи из различных типов их классических шпунтов, и стены из комбинации одних с другими и т.д.

СХЕМА СТАНДАРТНОЙ СТЕНЫ



СЕРИЯ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ ЗАМКОМ*



*Такой профиль шпунта позволяет использовать перимущества и корытных (U) и Z - профилей одновременно.

Невозможно изложить в данном сборнике все те варианты шпунтовых стен, которые известны нам по Китаю (1073 записи в базе). А еще есть и те, о которых нам пока не известно.
Известно то, что Китай раньше производил только «гнутики». Теперь в Поднебесной развернута большая программа по производству горячекатаных шпунтов. Ниже представлен перечень шпунтов, пробные партии которых или уже прокатаны и получен хороший результат, или будут докатываться в 2011 году.

	АНАЛОГ	m, kg/m^2	k Wy\ M1	Wy, cm^3/m	b mm	h mm	Iy, cm^4/m	t1 mm	t2 mm	g, kg/m
1	SKSP-III	149,9	8,9	1 340	400	250	16 800	13,0	13,0	60,0
2	SKSP-IIIA	146,0	10,4	1 520	400	300	22 800	13,1	13,1	58,4
3	SKSP-IV	190,4	11,9	2 270	400	340	38 600	15,5	15,5	76,1
4	SKSP-SX10-(II$_w$)	103,0	9,7	1 000	600	260	13 000	10,3	10,3	61,8
5	SKSP-SX18-(III$_w$)	136,0	13,2	1 800	600	360	32 400	13,4	13,4	81,6
6	SKSP-SX27-(V$_w$)	177,0	15,3	2 700	600	420	56 700	18,0	18,0	106,2
7	AU 14	103,8	13,6	1 410	750	408	28 710	10,0	8,2	77,9
8	AU 16	115,0	13,9	1 600	750	411	32 850	11,5	9,3	86,3
9	AU 17	118,7	14,0	1 665	750	412	34 270	12,0	9,7	89,0
10	VL 601	77,2	9,6	742	600	310	11 496	7,5	6,4	46,3
11	VL 602	90,5	9,3	845	600	310	13 075	8,2	8,0	54,3
12	VL 603	108,0	10,9	1 180	600	310	18 251	9,7	8,4	64,8
13	VL 604	123,5	13,1	1 620	600	380	30 726	10,5	9,0	74,1
14	VL 605	137,3	14,6	2 006	600	410	41 127	12,8	9,0	82,4
15	PU 18-1	121,0	13,8	1 670	600	430	35 950	10,2	8,4	72,6
16	PU 22-1	137,0	15,0	2 060	600	450	46 380	11,1	9,0	81,9
17	PU 28-1	162,0	16,5	2 680	600	452	60 580	14,2	9,7	97,4
18	PU 32\ Larssen 607N	190,0	16,8	3 200	600	452	72 320	19,5	11,0	114,1

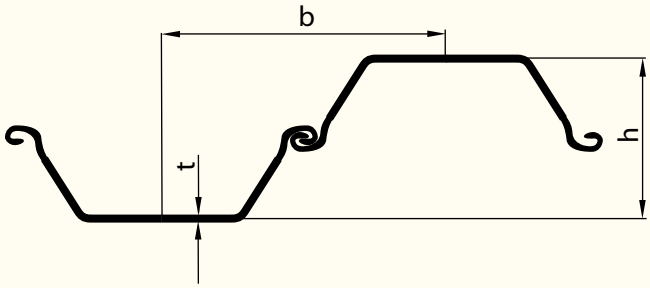
Следующий прорыв в Китае – это не просто «гнутики», а холоднокатаные шпунты. Современный завод, современное оборудование. Только на одном из четырёх заводов, которые нам известны, возможно производство до – 400 000 в год (это только 1-я очередь, сейчас вводится 2-я очередь завода).

Китайские холодногнутые шпунты производятся в строгом соответствии со стандартом EN 10249. Данные производства относятся к энергосберегающим и экологически чистым производствам. Более того, можно быстро с конкретными геометрическими характеристиками под конкретный заказ изготовить небольшую партию. Китайцы продают этот шпунт в более чем 10 странах мира. Он присутствует в Европе, Америке, Ближнем Востоке и Южной Азии и хорошо себя там зарекомендовал.

В сотрудничестве с Юго-Восточным университетом производитель холоднокатаного шпунта создал Юго-Восточный исследовательский центр холоднодеформированного шпунта, руководимый Китайской ассоциацией холоднодеформированной стали, которая оказывает научную поддержку в расширении областей применения и улучшения свойств холоднодеформированных шпунтов.

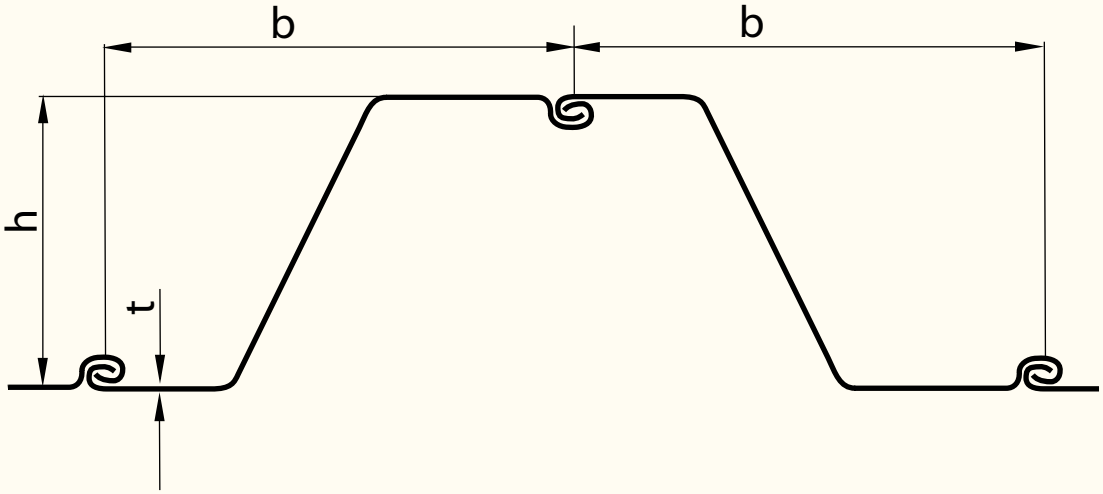
Диапазоны параметров корытных (U-тип) холоднокатаных шпунтов производства КНР.

b (мм)	400, 450, 500, 575, 600, 650, 675, 700, 750
t (мм)	6,5 ÷ 16
m (кг/м^2)	57 ÷ 260
Wy (см^3/м)	510 ÷ 4 645
Jy (см^4/м)	3 825 ÷ 141 675
k полезности (Wy\ m)	8,6 ÷ 41



Диапазоны параметров холоднокатаных шпунтовых z-профилей производства КНР.

b (мм)	575 ÷ 770
t (мм)	6,5 ÷ 16
m (кг/м^2)	78 ÷ 253
Wy (см^3/м)	1 100 ÷ 5 099
Jy (см^4/м)	14 300 ÷ 132 833
k полезности (Wy\ m)	8,7 ÷ 22,4



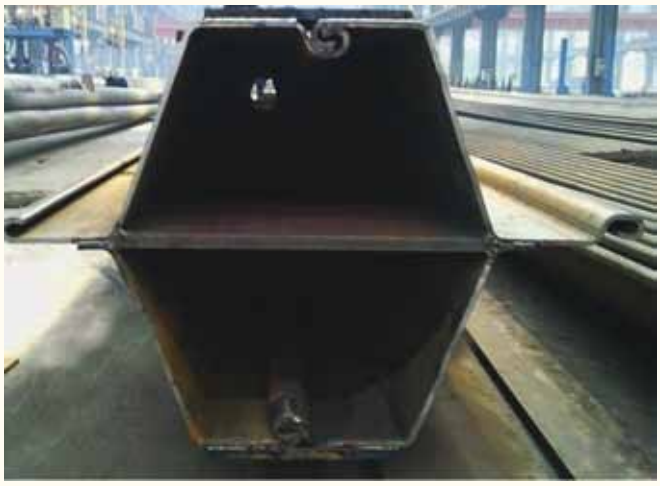
Среди этих шпунтов есть очень близкие к «дежурным» шпунтам Америки, Люксембурга, Японии, Чехии, Украины.

Диапазоны параметров комбинированных стен из холоднокатаных шпунтов и коробчатых, балочных и трубных свай.

b (мм)	2 800 ÷ 3 000
m (кг/м^2)	109,3 ÷ 527
Wy (см^3/м)	1 980 ÷ 39 908
Jy (см^4/м)	45 120 ÷ 5 980 273
k полезности (Wy\ m)	10 ÷ 86,2

Диапазоны параметров коробчатых шпунтовых свай типа BOX из холоднокатаных шпунтов производства КНР.

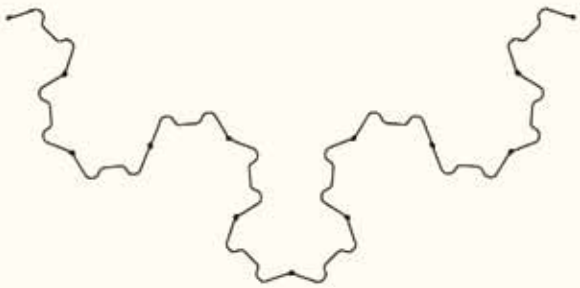
b (мм)	1 400 ÷ 1 500
h (мм)	621 ÷ 1 100
m (кг/м^2)	140 ÷ 423
Wy (см^3/м)	4 799 ÷ 15 389
k полезности (Wy\ m)	31,8 ÷ 40,8



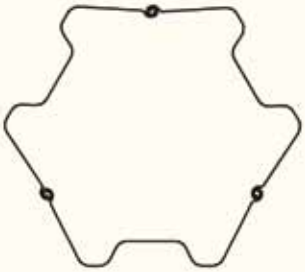
Если позволяет геоподоснова, то традиционно, без ущерба для ПНСС, можно снизить металлоёмкость шпунтовой стены за счёт выбора боле высокопрочной стали.

Один из заводов в Китае (ASP - дочернее предприятие малайзийского холдинга) и пошёл по этому пути. Свой шпунт они назвали «продвинутым». Для производства своего шпунта ASP использует сталь толщиной 3-7 мм с пределом текучести 390 Н/мм2 и более. Сам шпунт имеет большое количество ребер жёсткости и сложный (интересный!) замок. В большинстве случаев, для повышения оборачиваемости и снижения адгезии бетона шпунты ASP оцинковываются.Коэффициент полезности у холоднокатаных шпунтов ASP типа «Ω» и «V» на 50-200% выше в сравнении с более толстостенными горячекатаными шпунтами других производителей.

Жесткая стена из ASP «Ω» специально предназначена для устранения оползней (осыпания грунта) и используется в качестве тяжелых консольных опорных стен.
ASP успешно запатентованы. Прямолинейность и точность продукта придает ему максимальную водонепроницаемость и легкость при погружении.
Существуют все основания для применения свай ASP с точки зрения затрат, прочности, простоты погружения и, наконец, беспрецедентно высокой производительности.
«Продвинутые» шпунтовые сваи для нас пока что экзотика, как шпунты, но с точки зрения использования в качестве съёмной опалубки при возведении объектов в водной среде – очень интересны уже сейчас.



на метр стены					
толщина (мм)	вес (кг/м^2)	момент инерции (см^2/м)	упругий момент (см^3/м)	пластический момент (см^3/м)	площадь покрытия (м^2/м)
3	77	724,402	4,534	12,980	2,2
4	103	965,870	6,045	17,307	2,2
5	128	1,207,337	7,557	21,634	2,2
6	154	1,448,804	9,068	25,961	2,2
7	179	1,690,272	10,579	30,288	2,2



на метр стены					
толщина (мм)	вес (кг/м^2)	момент инерции (см^2/м)	упругий момент (см^3/м)	пластический момент (см^3/м)	площадь покрытия (м^2/м)
3	108	183,696	3,657	9,039	3,2
4	144	244,927	4,876	12,051	3,2
5	180	306,159	6,095	15,064	3,2
6	216	367,391	7,314	18,077	3,2
7	252	428,623	8,533	21,090	3,2

на метр стены					
толщина (мм)	вес (кг/м^2)	момент инерции (см^2/м)	упругий момент (см^3/м)	пластический момент (см^3/м)	площадь покрытия (м^2/м)
3	39	21,993	651	842	0,9
4	52	29,324	868	1,123	0,9
5	65	36,656	1,085	1,404	0,9
6	77	43,987	1,302	1,685	0,9
6	90	51,318	1,520	1,966	0,9

Пластик

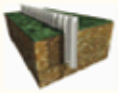
ШПУНТОВАЯ СТЕНКА ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРОВ, АРМИРОВАНЫХ ВОЛОКНОМ (FRP)

Известно, что полимер, армированный волокном **(FRP)**, широко применяется в различных изделиях, начиная с высокотехнологичных космических аппаратов и заканчивая быстроходными катерами. Этот материал прочен, лёгок и универсален. Так компания CM1 (США) более 60 лет работала с композитными материалами, превратив обычный полимер в армированный волокном лёгкий и высокопрочный GeoGuard UltraComposite. В результате появились синтетические профили, позволяющие изготовить шпунтовую стенку, которая на равных конкурирует со стальной шпунтовой стеной.

Поскольку цены на стальные шпунтовые стенки продолжают расти, компании-производители FRP выпускают на рынок новые и новые конструкции промышленного уровня с целью снижения затрат на реализацию проектов. Например, профили ShoreGuard GG-75 и GG-95 являются самыми большими в мире шпунтовыми секциями, изготовленными из композитных полимеров, армированных волокном **(FRP)**. Выпускаемые компанией CMI шпунтовые секции и обвязки превосходят другие аналогичные изделия во всем спектре практического применения — от обычных приложений до уникальных конструкций, предназначенных для использования в особо сложных и неблагоприятных условиях. Используя шпунтовую стенку GeoGuard UltraComposite, можно строить прочно, надежно и красиво.

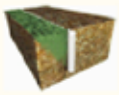
Шпунтовая стенка GeoGuard изготавливается на оборудовании, прошедшем сертификацию ISO. Только лучшее в мире оборудование может отвечать высоким стандартам, задающим уровень сертификации ISO. Это означает, что каждый этап технологического процесса контролируется, что гарантирует ритмичный выпуск секций неизменно высокого качества.

Возможности практического использования шпунтовых стенок из **FRP** достаточно широки. Если вы заинтересованы в химической устойчивости, прочности, долговечности и эффективности конструкции, то профили из **FRP** – это широкий выбор самых разнообразных практических применений.



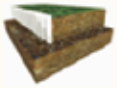
Противопаводочные мероприятия
Использование шпунтовой стенки в системах противопаводковой защиты и борьбы с наводнениями.

Насыпи и дамбы
Модернизация или восстановление каменно-земляных дамб, водосбросных сооружений, ирригационных каналов и плотин.

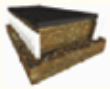


Вертикальные дренажные барьеры
Перекрытие или изменение направления потоков грунтовых вод и подземных потоков прочих жидкостей.

Регулирование водного режима почвы
Гидротехнические конструкции шпунтовых стенок для систем подпочвенных и поверхностных вод.



Подпорные стенки
Сооружение несущих нагрузку подпорных стенок, оснований мостов, изоляционных барьеров/ограждений.



Укрепление дорожных покрытий
Наиболее экономичное решение там, где для укрепления моста или дорожного покрытия требуется свайное основание.

Сооружения и фундаменты
Возведение защитных барьеров ленточных фундаментов мелкого заложения.

Природовосстановление
Сдерживание грунтовых вод, сооружение дренажных барьеров и защитных парапетных стен.

Водопользование
Отвод сточных вод, осушительные системы, подача питьевой воды и прочие водопроводные сооружения.

Шпунтовые стенки из **ПВХ** и **FRP** широко используются в гражданском строительстве и судостроении благодаря присущим им долговечности, устойчивости к коррозии и химическому воздействию, а также простоте установки. За счет уменьшения количества замковых соединений снижается опасность утечек, что позволяет снизить расход герметиков или вообще исключить необходимость в их использовании. Кроме того, эти материалы снижают уровень углеродных загрязнений при производстве, транспортировке и установке конструкций по сравнению с традиционными материалами. Шпунтовая стенка из конструкционного пластика и винила представляет собой очень экономичный в использовании материал с массой полезных свойств:

- **Низкая стоимость** — Стоят практически на 50% дешевле стальных конструкций. Поскольку шпунтовая стенка компании легче большинства альтернативных конструкций, вы также снижаете транспортные и эксплуатационные расходы.
- **Устойчивость к коррозии** — обладает высокой химической устойчивостью. Благодаря своей долговечности ПВХ широко используется при изготовлении резервуаров, желобов, вытяжных устройств и трубопроводов. Шпунтовые профили изготавливается путем выдавливания высококачественных профилей из стойких к ультрафиолетовому излучению материалов, которые не будут ржаветь, разрушаться, истлевать или вытравливаться.
- **Улучшенные показатели по пропусканию и проницаемости** — При использовании шпунтового герметичного соединения может быть достигнута проницаемость ниже, чем 2x10-10 см/сек.
- **Высокая пластичность и ударная прочность** — Даже в условиях тяжелого грунта шпунтовая стенка CMI способна демонстрировать прочность стандартных шпунтовых стенок. При ее установке следует использовать соответствующее оборудование типа вибропогружателя или копра.
- **Существенное снижение расходов** — Расходы на материалы, транспортировку и установку снижаются благодаря использованию шпунтовых стенок из синтетических материалов, которые гораздо удобней в обработке, чем стальные. Если сравнивать с железобетонными или бетонными конструкциями, то шпунтовые стенки используют обычную технологию установки, с помощью которой большинство подрядных организаций могут возводить надежные сооружения без значительных расходов на подготовительные работы.
- **Повышенная безопасность и упрощенная установка** — Безопасность и простота работы с виниловой шпунтовой стенкой гораздо выше, чем при работе со стальной конструкцией. Один рабочий может поднимать и переносить 20-футовую секцию, что, естественно, оптимизирует технологический процесс и снижает время установки конструкций. Секцию можно резать обычной ножовкой.
- **Незначительная зависимость от топографии местности** — Возведение многих типов ограждений зависит от особенностей рабочей площадки. Так например, при возведении стенки в грунте поверхность грунта должна быть ровной и, как правило, находиться выше уровня грунтовых вод для обеспечения прочности траншеи. Для соблюдения этих условий может придется поднимать поверхность грунта вдоль барьерного ограждения. При возведении ограждений из шпунтовых стенок соблюдение этих условий не требуется.
- **Стандартная строительная техника и быстрая установка** — Данная технология использует стандартное оборудование для установки ограждений. Поскольку для установки шпунтовых стенок используются стандартные операции и оборудование, то делается это достаточно быстро.

НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ МОНТАЖА СТЕН ИЗ ПОЛИМЕРОВ

Самым часто используемым монтажным устройством является вибропогружатель. Ударник обычно подвешивается к подъемному крану или мощному экскаватору и закрепляется на верхнем крае секции. Энергия вибратора разрыхляет грунт у основания секции, а вес ударника погружает секцию в грунт.

При определенных состояниях грунта для погружения секции можно воспользоваться ковшом экскаватора. Этот способ может давать быстрый результат в мягких грунтах, но при этом необходимо особо внимательно поддерживать выбранное для секции направление забивания. Прокладка траншеи является еще одним способом, который может выбираться в зависимости от характера работы и требуемой глубины погружения секции. Обычно траншея отрывается узким ковшом экскаватора или глубоким канавокопателем. В некоторых случаях в траншею добавляется глинистый раствор, чтобы закрепить ее профиль, прежде чем устанавливать секции.

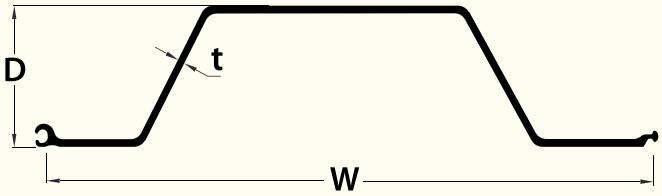
Для закрепления виниловой секции и переноса ее в грунт используется металлический вкладыш (шаблон), изготавливаемая из толстого стального листа. Затем вкладыш извлекается, оставляя виниловую секцию в грунте. Данная технология часто используется для глубокой установки в грунт недорогой виниловой секции в качестве рекультивирующего фильтрационного барьера или защитной стенки.

Иногда для установки укороченных секций используют уплотнитель с виброплитой. Ударник обычно подвешивается к подъемному крану или мощному экскаватору и закрепляется на верхнем крае секции. Энергия вибратора разрыхляет почву у основания секции, а вес ударника погружает секцию в почву. При этом необходимо особо внимательно поддерживать выбранное для секции направление забивания.

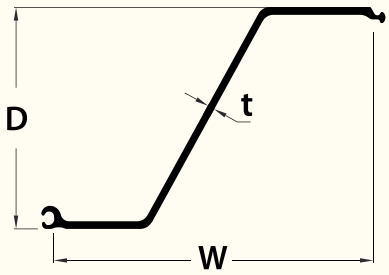
Свайные молоты, а также гидравлические и пневматические молоты обычно используются для забивания фундаментных и кессонных свай. Более легкие механизмы могут с большим эффектом использоваться для забивания композитных шпунтовых стенок.

Для метра стены								
Тип	ПНСС кНм/м	Упругий момент сопротивления (Z)(см³/м)	Момент инерции I_y см⁴/м	Толщина бокового фланца мм	Глубина секции (D), мм	Ширина секции (W), мм	Профиль	Стандартный цвет
GG-95	216.84	3.145	67.870	13.7	432	762	Z	тёмно-серый
GG-75	140.85	2.042	36.325	10.2/10.9	356	610	Z	тёмно-серый
GG-70	139.37	2.022	35.910	10.8/11.9	356	1.219	Box	тёмно-серый
GG-50	77.10	1.118	14.200	8.3/9.0	254	914	Box	тёмно-серый
GG-30	48.19	698	7.101	6.4/6.7	203	457	Z	тёмно-серый
GG-20	22.61	330	2.322	4.4/5.1	140	610	Box	тёмно-серый

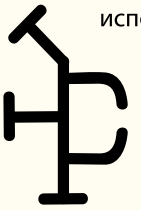
Box - Профиль



Z - Профиль



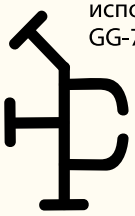
УГЛОВЫЕ СЕКЦИИ



SG 225-425 Corner
используется с GG-20

SG 650-750 Corner
используется с GG-50

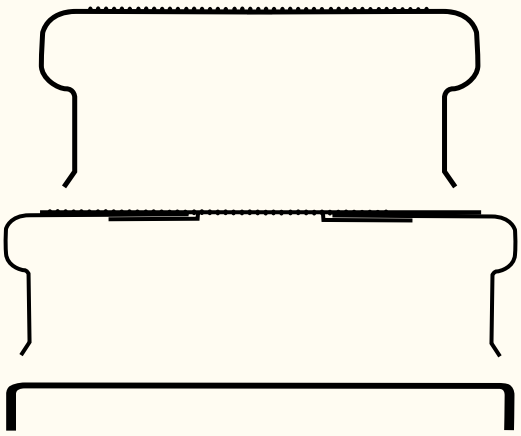
SG 550 Corner
используется с GG-30



GG 70-95 Corner
используется с GG-70, GG-75 и GG-95

ТАБЛИЦА СОВМЕСТИМОСТИ ОГОЛОВНИКОВ

Профиль	Realated Sheet Piling
AW-575, AW-575 STR	GG-20
AW-850, AW-850 STR	GG-30
AW-855, AW-855 STR	GG-30
AW-1075, AW-1075 STR	GG-50
AW-1600	GG-70, GG-75
AW-1900	GG-95
GG-1800	GG-70, GG-75
GG-2400	GG-95

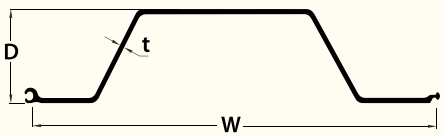


* на примере Shore Guard

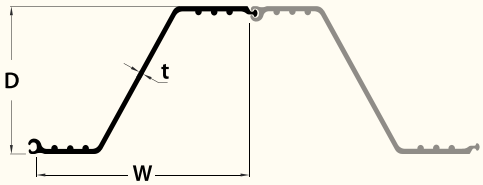
НЕКОТОРЫЕ* ШПУНТЫ ИЗ ВИНИЛА

Тип	ПНСС кНм/м	Упругий момент сопротивления (Z)(см³/м)	Момент инерции I_y см⁴/м	Толщина бокового фланца мм	Глубина секции (D), мм	Ширина секции (W), мм	Ударная вязкость Н.мм/мм²	Профиль	Стандартный цвет	Защита от УФ излуче-ния	Стандартная упаковка	Балочный замок
		Для метра стены										
SG-950	67.37	3.054	46.567	16.5	305	457	3.063	Z	серый	да	6	да
SG-750	43.18	1.957	24.854	11.7	254	305	2.625	Z	серый	да	12	да
SG-650	35.58	1.613	20.484	10.2	254	457	2.625	Z	серый	да	12	да
SG-625	28.94	1.312	16.660	9.8	254	762	2.625	Box	серый	да	8	да
Flat Panel	23.96	1.086	12.430	7.4	229	610	2.406	Flat	серый	да	6	да
CL-9900	23.72	1.075	12.290	8.9	229	610	2.406	Box	серый	да	20	нет
SG-550	23.13	1.048	10.652	9.4	203	305	2.625	Z	серый	да	20	да
SG-525	20.87	946	10.788	7.4	229	610	2.406	Box	серый	да	20	да
CL-9000	19.22	871	9.969	7.1	229	610	2.406	Box	серый	да	20	нет
SG-400	17.79	806	8.194	7.6	203	305	2.406	Z	серый	да	20	да
SG-425	16.96	769	7.784	7.2	203	610	2.406	Box	серый	да	20	да
SG-300	13.88	629	5.599	6.4	178	305	2.406	Z	серый	да	20	да
SG-325	13.17	597	5.326	6.4	178	610	2.406	Box	серый	да	20	да
SG-225	8.54	387	2.458	5.7	127	457	1.925	Box	серый	да	15	да
CL-4500	6.88	312	1.775	5.5	114	305	1.925	Pan	серый	да	48	нет

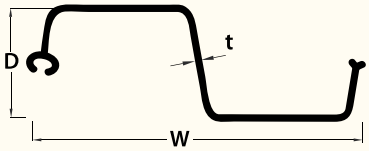
Box - Профиль



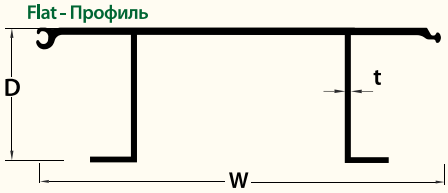
Z - Профиль



Pan - Профиль



Flat - Профиль



УГЛОВЫЕ СЕКЦИИ

SG 225-425 Corner
используется с SG-225, SG-300, SG-325, SG-400, SG-425, Flat Panel, CCL-9000 и CL-9900

SG 950 Corner
используется с SG-950

SG 550 Corner
используется с SG-550 и SG-525

SG 650-750 Corner
используется с SG-650, SG-750 и SG-625

CL 90 Corner
используется с CL-4500

ТАБЛИЦА СОВМЕСТИМОСТИ ОГОЛОВНИКОВ

Профиль	Realated Sheet Piling
AW-575, AW-575 STR	SG-225, CL-4500
AW-850, AW-850 STR	SG-300, SG-325, SG-400, SG-425, SG-550
AW-855, AW-855 STR	SG-300, SG-325, SG-400, SG-425, SG-550
AW-1075, AW-1075 STR	SG-525, SG-625, SG-650, SG-750, CL-9000, CL-9900, Flat Panel
AW-1500	SG-950

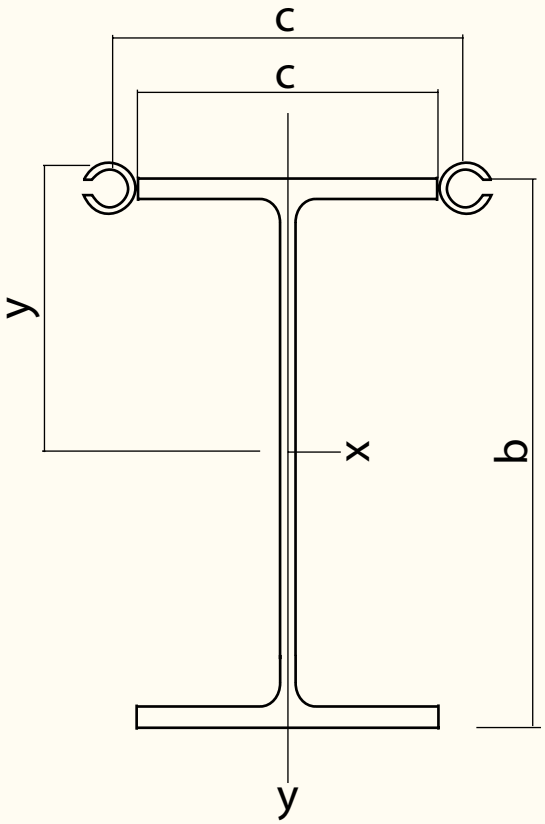
* на примере Shore Guard

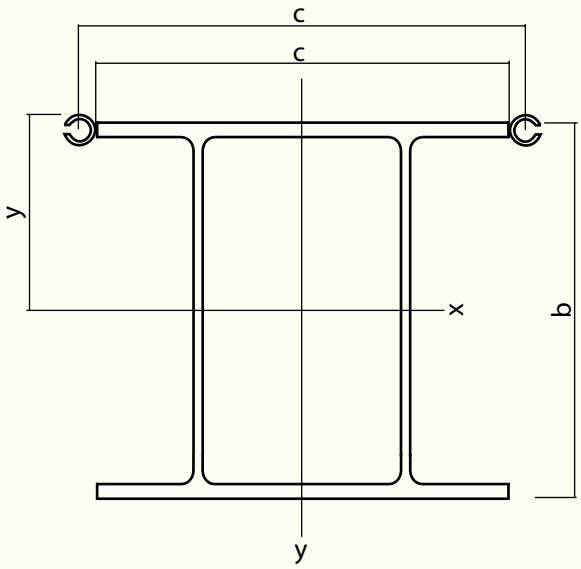
Комбинированные балочные стены

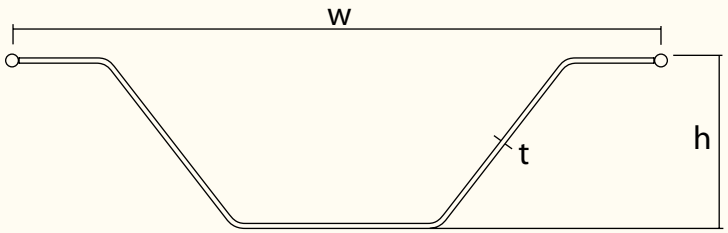
Балочные шпунты (БШ) – составная часть комбинированных шпунтовых стен, включающая главные шпунтовые сваи в виде балок (балочная свая) как несущую конструктивную опору, шпунты и коннекторы как промежуточные элементы. В общем случае БШ выглядит так: балочная свая-коннектор1-шпунтовая панель-коннектор2-балочная свая. Шпунтовая панель (ШП, юбка) - промежуточные корытные шпунты или пары z-профилей. Коннектор1 и коннектор2 – пара сопрягаемых со шпунтовой панелью специальных соединительных элементов. ШП (в данном случае) выполняет только функции восприятия распора грунта и передачи нагрузок. ШП могут быть короче, чем главные шпунтовые балочные сваи.
В конструкции шпунтовых стен с высокими прочностными характеристиками ШП обычно не используется, а балочные сваи соединяются непосредственно между собой посредством балочных коннекторов.
Комбинированные балочные стены проектируются под нагрузки, которые не могут быть восприняты обычным шпунтовым рядом и обычно применяются при большой глубине котлованов, для глубоководных морских причалов и т.п. Такая стена выдерживает большие вертикальные нагрузки, приспособлена для забивки в твердые грунты, хорошо выдерживает поперечные удары. Используется в мягких, средних и тяжелых грунтах.
Балочную сваю можно изготовить разными способами, с различной геометрией и в различных видах стали. Соответственно, всегда можно минимизировать затраты на такой вид комбинированных шпунтовых стен.

Малайзийский вариант

Сочетание шпунта U-типа и балочных свай.
В качестве промежуточного элемента для балочных шпунтовых свай используется комбинированный (сварной, холодногнутый, горячекатаный) корытный шпунт с симметричными ответными частями сварного замка типа «шарик в гнезде» (типа BS).
Преимуществом данной стены является отсутствие (балочного) коннектора и возможность быстро изготовить «нужный гнутик» из широкого ряда производимых шпунтовых элементов.





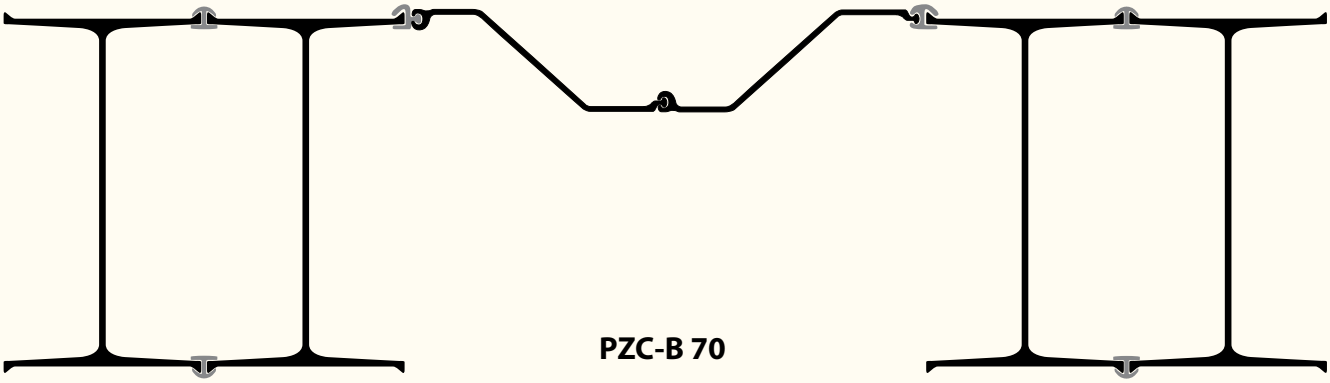


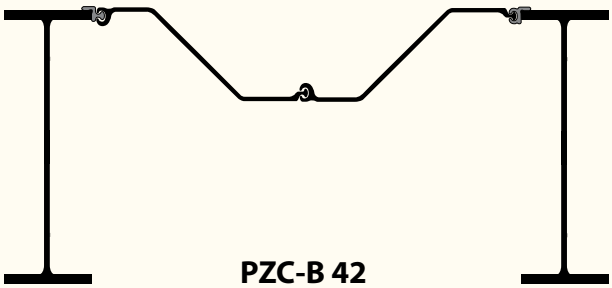
Американский вариант

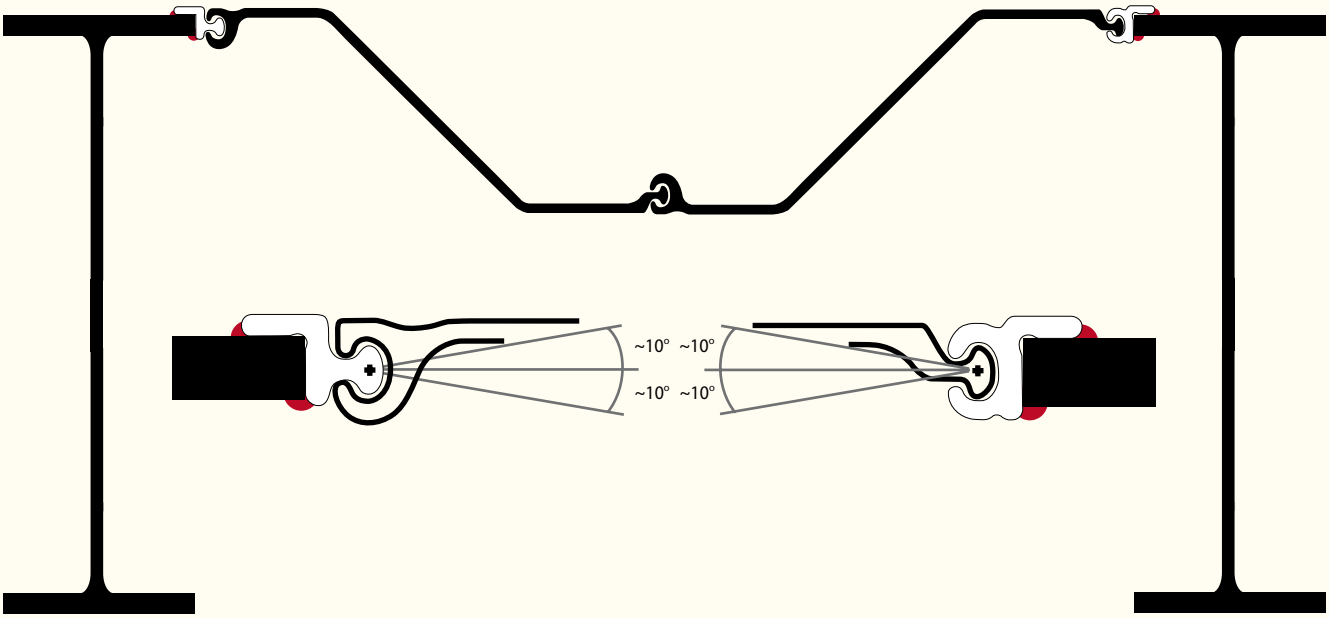
Составные части балочного шпунта по-американски - серийно выпускаемые изделия:

а) в качестве несущих свай используются стандартные горячекатаные балки; в качестве «юбки» - горячепресованые коннекторы и горячекатаные шпунты серии PZ и PZC z-типа (шпунтов корытного профиля нами в США не обнаружено). Замковые элементы типа BS (шарик в гнезде). Коннекторы привариваются к несущей балке.

б) в качестве несущих свай используются горячекатаные балки с гребнем на внешних краях полок; в качестве «юбки» - горячепресованые коннекторы и горячекатаные шпунты серии PZ и PZC z-типа (шпунтов корытного профиля нами в США не обнаружено). Замковые элементы типа BS (шарик в гнезде). Коннекторы механически через гребневый замковый выступ соединяются с несущей балкой.

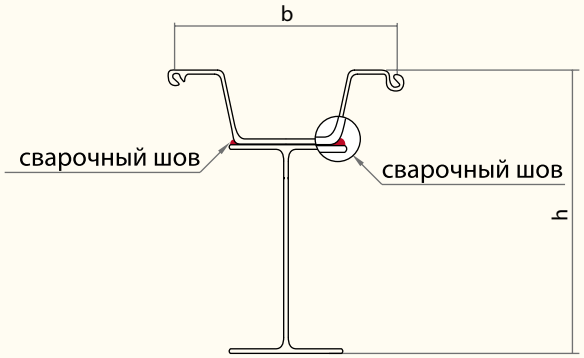






Японский вариант

В качестве фильтрационной завесы используется относительно легкий горячекатаный корытный шпунт с несимметричными замками типа Ларсен. Это дает возможность приваривать к его внешней от линии стены части полки шпунта обычные г\к балки.



Здесь очевидное преимущество: моменты (Wy, Iy) такой комбинированной шпунтовой стены возрастают в разы (см. Таблица №1) по сравнению со шпунтом в завесе и при этом не требуются дополнительные коннекторы.

Таблица № 1. Характеристики некоторых балочных шпунтов с несимметричным замком типа Ларсен производства Японии. Приведено по данным производителя.

Тип шпунта	H, мм	b, мм	A, см²/м	M1, кг/м	M, кг/м²	Jy, см⁴/м	Wy, см³/м
HJ-350x175x8x11	550	600	290	137	228	86 300	2 450
HJ-400x200x8x13	600	600	325	153	255	124 000	3 330
HJ-450x200x9x14	650	600	345	162	270	159 000	3 970
HJ-500x200x10x16	700	600	372	175	292	207 000	4 830
HJ-600x200x11x17	800	600	405	190	317	302 000	6 220
HJ-390x300x10x16	590	600	407	192	320	165 000	4 980
HJ-440x300x11x18	640	600	442	208	347	215 000	6 070
HJ-488x300x11x18	688	600	450	212	353	258 000	6 680
HJ-588x300x12x20	788	600	497	234	390	385 000	8 720
HJ-700x300x13x24	900	600	572	269	448	597 000	12 000
HJ-800x300x14x26	1 000	600	625	294	490	818 000	14 900
HJ-900x900x16x28	1 100	600	695	327	545	1 100 000	18 500
HJ-890x299x15x23	1 090	600	378,1	297,3	495,5	969 817	16 000
HJ-912x302x18x34	1 112	600	471,3	370,3	617,2	1 272 748	21 650
HJ-918x303x19x37	1 118	600	498,6	391,3	652,2	1 358 402	23 248

Китайский вариант

Несущая балочная свая – сварная. Причем в качестве одной из полок балки выступает плоская холоднокатаная шпунтовая панель с замковыми элементами. Балочные сваи могут соединяться стандартными холоднокатаными шпунтовыми панелями U- или Z-типа. Все компоненты производятся внутри одного производства (за исключением штрипса).

Комбинированные балочные стены

Бельгийский вариант

Стальная стена состоит из основных балочных свай HZM, опция - пара шпунтов Z-профиля из ряда AZ с замком типа Ларсен, пары симметричных коннекторов типа RZU, RZD или RH с гибридным шпунтовым замком с одной стороны коннектора и замком типа Ларсен – с другой.

Основные балочные сваи HZM имеют специальные пазы на концах полок балки. Сама полка балки имеет переменное сечение с уширением к краям (толщина полки у края балки доходит до 40 мм). Arcelor считает, что эти пазы – настоящий переворот в представлении о стальных комбинированных балочных стенах…. Во всяком случае, исключается дорогая в Европе сварка.

HZM-.../AZ-...

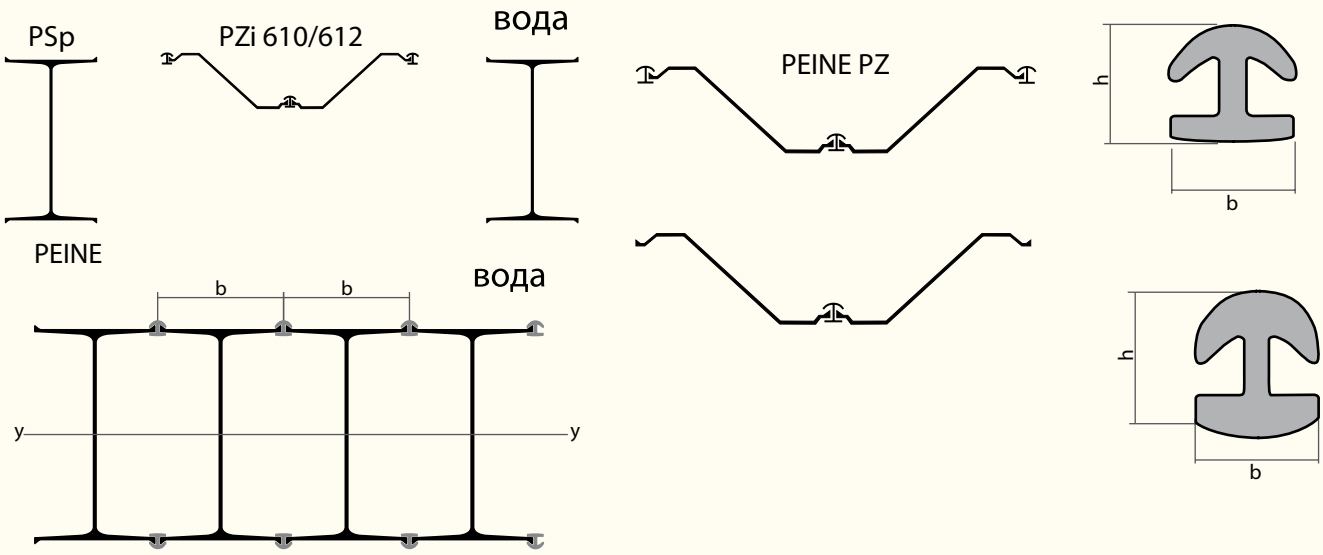
Замок **RH** используется для последовательного соединения двух шпунтовых балок

RZD **RZU** **RH**

Немецкий вариант

В качестве промежуточных шпунтов используется z-профиль в двух вариантах: с замком типа “PINER” и без него. В качестве несущей сваи используется балка с гребнями по краям полок.

PEINE PSp



Немного истории

С точки зрения теории сопротивления материалов, наиболее выгодным сечением замкнутого профиля в части прочностных свойств является кольцо. Причём осевые моменты будут тем выше, чем больше отношение внешнего диаметра кольца к его толщине. Возможно, именно это обстоятельство и подвигло японских инженеров «изобрести» так называемый Steel pipe sheet pile (SPSP) шпунт. Конструктивно SPSP состоит из трубы и приваренных к ней пары сопрягаемых коннекторов. Различные вариации (соединение P-P, P-T, L-T) системы SPSP приведены на рис.1.

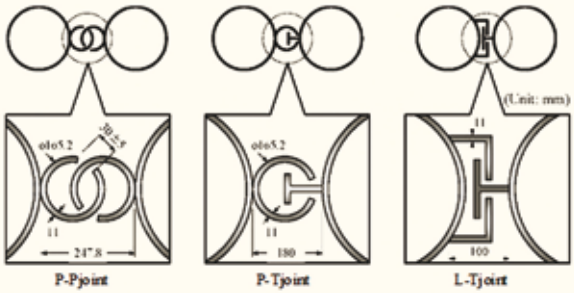


Рис.№1. Варианты традиционной S P SP системы, Япония.

Особо надо отметить, что внутренняя поверхность коннекторов в случае сопряжения типа P-P имеет чечевичное рифление (фото №1).

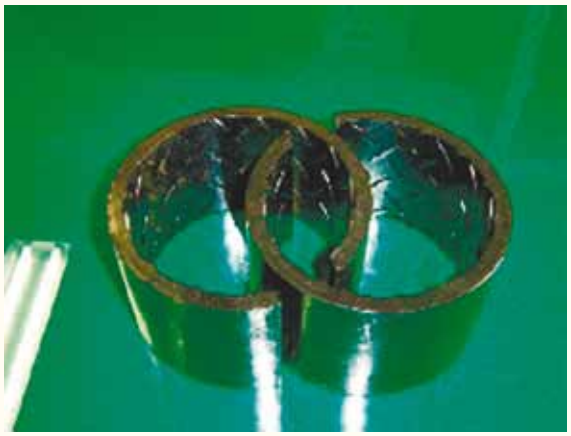


Фото №1

Впервые система SPSP была применена в Японии в 1964 году и широко (более 1600 раз) применялась и применяется по сей день в различных проектах от ограждения фундамента под доменную печь до ограждения свалок.

При всей своей простоте и надёжности традиционные SPSP имеют ряд недостатков: высокая водопроницаемость и, как следствие, необходимость заполнения герметиком полостей коннекторов под давлением, что повышает расходы; отклонение свай от нормали приводит к разрыву замков, понижает несущую способность стены.

Часть этих проблем была решена за счёт вваривания между двумя трубами отрезка стальной балки - H-JOINT STEEL PIPE SHEET PILES. Соответственно повторяющийся элемент трубошпунтовой стены – свая приобрела следующий вид: коннектор1-труба-балка-труба-коннектор2 (рис. №2).

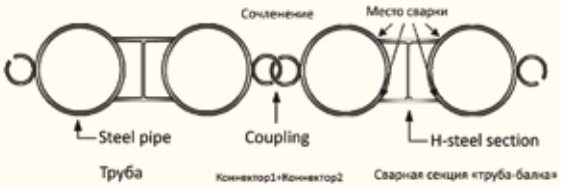


Рис.№ 2. Трубошпунт с балочной секцией (соединение P-P), Япония

Последние разработки в 2003-2004 г.г. японских инженеров в области применения Н-коннектора (рис. № 2, фото №2), позволяют использовать сварные крупноблочные конструкции из трубы, балки и коннекторов на стройплощадке, экономя время работы, создавая более герметичную конструкцию с более высокими прочностными характеристиками.
Основные экономические эффекты, заявленные авторами данной разработки, по сравнению с использованием ранее трубошпунтом с традиционным P-P, P-T, L-T соединением следующие:
• Понижена водонепроницаемость за счёт уменьшения количества замков;
• Сокращается время строительства и соответственно затраты, так как идёт погружение сразу блока из двух труб;
• Н-соединение трубошпунта имеет высокую изгибающую жесткость, потому что секция балки сварена непосредственно с двумя трубами;
• В связи с жёсткостью конструкции, отклонения Н-трубошпунта по вертикали и горизонтали меньшие, чем у традиционного трубошпунта типа SPSP.
Как положено, к «бочке меда – ложка дёгтя»: увеличение площади поперечного сечения ведёт к непропорциональному увеличению стоимости погружения за счёт привлечения более грузоподъёмной техники и более мощных погружателей.

Фото.№ 2. Трубошпунт с балочной секцией (соединение L-T), Япония

В СССР пионером разработки трубошпунта и строительства с его применением различных гидротехнических объектов был **Трест «ЗапСибГидрострой»**. Причём наши разработчики пошли дальше своих японских коллег и предложили использовать в трубошпунтах в качестве коннекторов горячепрессованые соединительные элементы и резаный горячекатаный шпунт (рис. 3). В условиях дефицита всего и вся такой подход являлся выходом из положения.
Новизна идеи была в том, чтобы в качестве несущей сваи взять уже использованные трубы от газо - и нефтепроводов. Это было дёшево и эффективно, особенно в условиях Севера.

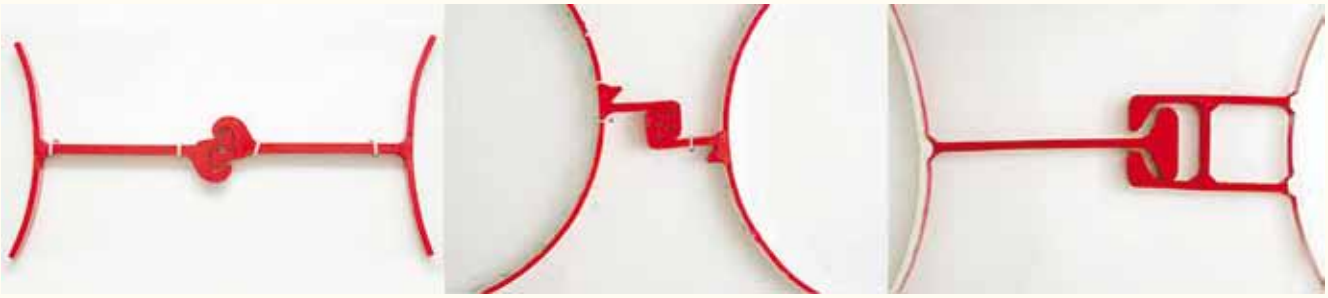


Рис. №3. Некоторые варианты замковых соединений трубошпунта Треста Запсибгидрострой

Современный трубошпунт (ТШ).

ТШ стены относятся к комбинированным шпунтовым стенам (КШС). В общем случае принципиальная схема повторяющегося элемента современной ТШ стены выглядит так: труба - коннектор1-шпунтовая панель ТШ-коннектор2 (рис.4).

Покрытие несущей сваи коннекторами и шпунтовой панелью (юбка) может быть не полным (60-80%). Обычно длина «юбки» на 2-3 метра ниже проектного дна. Для прямолинейных стен коннекторы располагаются в диаметральной плоскости трубы, находясь тем самым на нейтральной оси, что снижает нагрузку на них. В качестве шпунтовой панели обычно используется горячекатаные шпунты. В ТШ стенах с высокими значениями моментов шпунтовая панель обычно не используется, а несущие сваи соединяются друг с другом непосредственно коннекторами. Для достижения максимального экономического эффекта, в качестве пары коннекторов удобнее использовать сопрягаемые детали с высокой степенью готовности замка: части шпунтов, горячепрессованые замковые профили. Так же важно минимизировать количество сварных швов.

Экономической основой современных трубошпунтовых решений является высокая эффективность использования материала (низкая металлоёмкость). Чем выше отношение упругого момента сопротивления сечения к весу квадратного метра шпунтовой стены (т.н. коэффициент полезности - Wy/m), тем ниже стоимость квадратного метра шпунтовой стены при фиксированном упругом моменте.

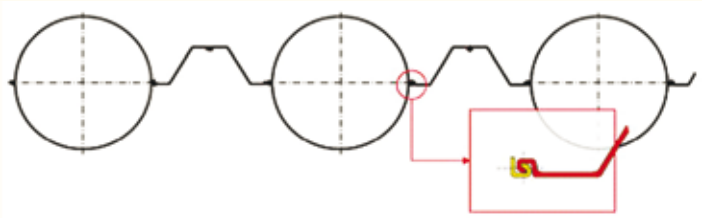


Рис.№4. Пример ТШ стены с горячепрессованными симметричными коннекторами и шпунтовой панелью из пары горячекатаных шпунтов z-профиля.

наименование профиля	Wy/m	наименование профиля	Wy/m	наименование профиля	Wy/m
Л4	11,58	AU 25	16,98	PU 15R	13,6
Л5	12,61	PZC 26	17,00	ПШС 40/150	14,0
Л5-УМ	14,94	WRZ 23	18,00	NI XZ - 90	15,0
PZC-18	15,24	AZ 37-70	20,93	AZ 20-700	16,3

Таблица 1. Коэффициенты полезности некоторых классических шпунтов (г/к; сварных, х/д)

А вот коэффициент полезности (Wy/m) у ТШ начинается от 25 (меньше не интересно) и может превышать 85 единиц даже при 100% покрытии сваи замковыми элементами. ТШ со сваей из б\у трубы становятся экономически более выгодными по сравнению со стенами из горячекатаных шпунтов, примерно начиная с упругого момента сопротивления сечения стены от 3000см³\м.

Преимущества трубошпунта перед горячекатаным шпунтом

Опыт применения ТШ в России и за рубежом позволяет говорить о том, что трубошпунт по сравнению с конкурирующими шпунтовыми решениями из горячекатаного шпунта обладает превосходящими прочностными характеристиками, более низкой металлоёмкостью, удобством в проектировании и применении на стройплощадке.
С точки зрения количества используемого материала для достижения заданных прочностных характеристик, сечение шпунтовой сваи в виде кольца является наиболее выгодным. Благодаря изначальным свойствам трубошпунта, изготовленная из него конструкция позволяет без дополнительных разгрузочных устройств и даже анкеровки выдерживать колоссальные нагрузки. Эффективность использования ТШ обусловлена его конструкцией. Труба, являясь основным элементом шпунтовой стенки, в том числе и комбинированной, воспринимает как горизонтальные нагрузки, вызванные давлением грунта и воды, так и вертикальные фундаментные нагрузки. В комбинированных ТШ стенках шпунтовые элементы «юбки» передают горизонтальные нагрузки трубе, регулируют суффозию и фильтрацию.
Экономичность его также впечатляет: масса 1 м² стенки из трубошпунта минимум на 20-30 процентов меньше, чем при другом виде прокатного шпунта одинаковой несущей способности. Цилиндрическая поверхность трубы уже на стенде позволяет задавать любой угол поворота стенки.
В качестве несущих свай в комбинированных шпунтовых стенах обычно используются тонкостенные трубы большого диаметра (D/t>100). (рис. 4-5).

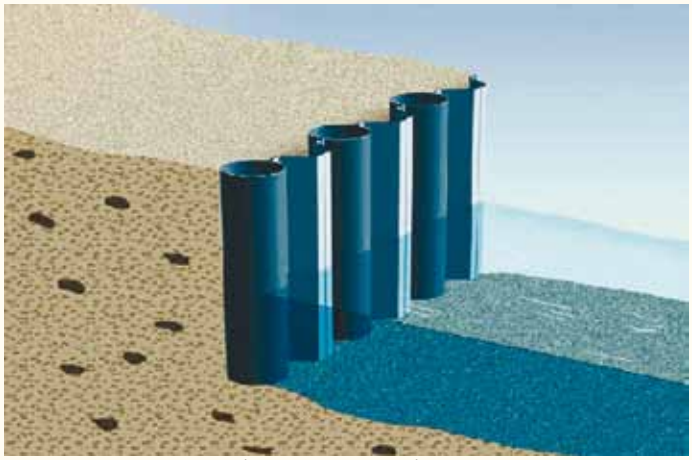


Рис.№5. Комбинированная трубошпунтовая стена

Трубошпунтовые решения в сегменте шпунтовых стен с упругим моментом сопротивления сечения на метр стены (Wy) больше 4 000 см³/м на основе труб с коннектором, имеют ряд неоспоримых преимуществ перед горячекатаными шпунтами.

Можно выделить следующие преимущества трубошпунта:

ПРОЧНОСТНЫЕ

- несущая свая - труба имеет равножесткость во всех направлениях сечения;
- ТШ обладает исключительно высокой устойчивостью к поперечному и продольному изгибу, вертикальным нагрузкам;
- трубошпунты можно почти неограниченно усиливать за счет замещения части грунта внутри несущей сваи армокаркасом с железобетоном, просто бетонированием или размещением внутри трубы меньшего диаметра, балки, швеллера, пневмокаркаса и т.д.;
- ТШ позволяет получить наибольший момент сопротивления погонного метра шпунтового ряда на единицу массы по сравнению с корытообразным и зетовым профилем;
- варьируя толщину марку стали, стенку и диаметр трубы можно легко масштабировать прочностные свойства трубошпунтовой стены в широком интервале значений Wy от 2705 до 170 тысяч см³/м, Iy от 109 960 до 26 миллионов см⁴/м, для максимальной адаптации к условиям проектной задачи;

• высокая степень надёжности конструкций из ТШ для сейсмоопасных районов, глубоководных причалов для приёма крупнотоннажных судов;

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

• основную нагрузку воспринимает труба, а «юбкой», прикрывается только длина до проектного дна или чуть больше (60-80%), в то время как несущие сваи погружают глубже. Это позволяет при изготовлении приваривать замки только на нужную - рабочую длину и экономить на наиболее дорогостоящих замковых частях;
• низкая стоимость и меньший вес квадратного метра стенки, чем у горячекатаных и балочных шпунтов, при превосходящих прочностных характеристиках;
• в зависимости от конкретных условий в месте применения экономия при использовании трубошпунтов может превышать 60% по сравнению с конкурирующими решениями. Обычная экономия «в металле» составляет от 20 до 50% при избыточных прочностных характеристиках;
• экономия затрат на материалы по сравнению со шпунтом: российского производства 20-30% и более, импортного 30-50% и более;
• экономия затрат по производству работ в сравнении со шпунтами другого вида 10-15%;
• незначительное увеличение металлоемкости приводит к значительному росту Wy и Iy (см. график №1);
• более жесткая конструкция при меньшей площади сечения уменьшает необходимую энергию погружения;
• трубошпунты имеют более высокие показатели несущей способности и экономичности по металлоёмкости (см. график №1);

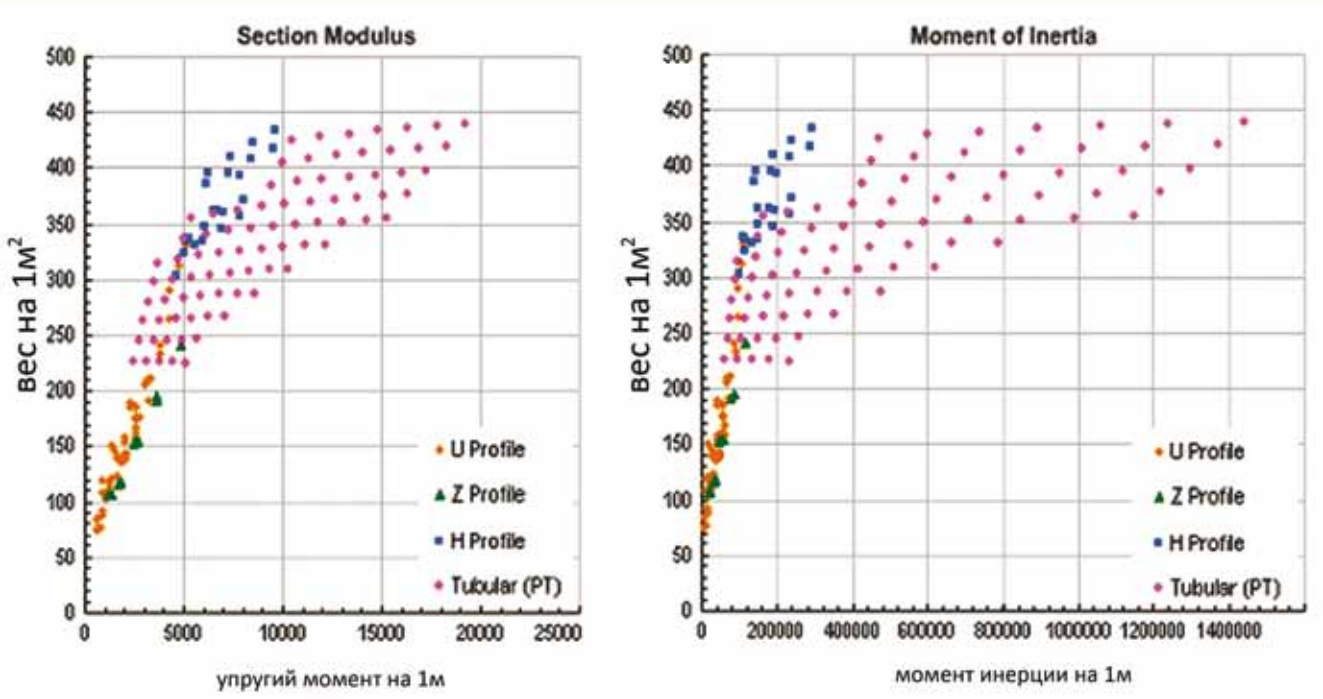


График №1.Эффективность трубошпунта (PT) в сравнении с другими шпунтовыми профилями (зависимость роста Wy и Iy от металлоёмкости 1 кв.м. стены)

УДОБСТВА В ПРИМЕНЕНИИ

• трубошпунт позволяет создавать любой угол поворота оси шпунтовой стенки за счет конструктивных характеристик коннекторов, а замки типа «шарик в гнезде» вообще позволяют проходить прямой угол за 4-6 стандартных свай без какой–либо дополнительной сварки переходных элементов и без потери герметичности конструкции;
• коннекторы помогают снизить веерность при забивке, а использование соединения типа BS позволяет «выбрать» отклонения несущих свай в обеих плоскостях; (в плоскости рыскания и плоскости крена).
• возможность создавать герметичные конструкции любой кривизны, в т.ч. и замкнутые;
• создавать большой набор конструкций с необходимым моментом сопротивления. Проектные решения легко масштабируются выбором несущего элемента («короткий шаг» несущих элементов) с большим упругим моментом сопротивления и инерции;

- возможность устанавливать в нижней части сваи рассекающие усиленные ножи, вставлять коррозионно-стойкие элементы в уязвимых областях сваи, например, в зоне воздушно-водной границы;
- при построении стенок замкнутого профиля, например, в паловых конструкциях, возможно использовать саму шпунтовую стенку как несъемную опалубку;
- при трудностях с погружением имеется возможность использовать шнеки для разбуривания грунта внутри трубы, дробления валунов, удаления препятствий в виде деревянных старых свай и коряг;
- использование региональных преимуществ по использования б/у труб из-под нефти и газа, как прямошовной, так и спиралешовной. При выполнении масштабных проектов, спиралешовная труба может быть произведена из штрипса рядом с местом погружения совместно с устройством стендов по приварке коннекторов и окраске готовых трубошпунтов;
- возможность использования во всех климатических зонах страны, в зоне вечной мерзлоты;
- для целей заморозки грунтов внутрь несущей сваи трубошпунта удобно поместить элементы замораживающих устройств;
- несущая свая трубошпунта может быть использована в качестве «стакана» для установки опор освещения, электроснабжения, элементов противоосыпных конструкций и т.п.
- широкая номенклатура, доступность исходного материала – труб (новых и б/у).

В США горячекатаные шпунты с упругим моментом сопротивления сечения погонного метра шпунтовой стены более чем 2500 см^3/м, как правило, не используются. Для строительства объектов с требованиями применения шпунтов с более высокими значениями упругого момента сопротивления используется трубошпунт или балочный шпунт.
Лидер в производстве шпунтовых систем - ArcelorMittal развернул собственное производство ТШ на причале в Нидерландах, где из штрипса производят спиралешовную трубу-сваю длиной до 40 и диаметром до 2,94 метров, к которой приваривают коннектор необходимой длины.
Стальные трубные сваи большого диаметра изготавливаются путем продольной или спиральной сварки горячекатаного штрипса толщиной от 10 мм. до 24 мм. и более. Как правило, длина таких свай колеблется от 10 до 40 м при диаметре от 720 до 2950 мм.

Увеличение осадки судов повысило потребность в более длинных трубах-сваях длиной вплоть до 60 м для строительства новых портовых сооружений. Оценка качества этих труб основывается главным образом на прочностных расчетах относительно напряжений, вызываемых изгибающими моментами сваи.
Вероятность потери устойчивости пустотелой конструкции, имеющей коэффициент гибкости D/t около 100, до сих пор не принималась во внимание. Экспериментальные данные, полученные при исследовании цилиндрических элементов, указывают на ошибочность такого подхода. В ближайшее время за рубежом изменится процедура проектирования в связи с вводом Евростандартов, поэтому анализ потери устойчивости большинства портовых сооружений станет необходимым; результаты этого анализа потребуют увеличения толщины стенок труб на 10-20 %.

Пустотелые конструкции были основательно изучены в прошлом столетии, что выразилось в разработке усовершенствованного сборника стандартов применительно к пустотелым конструкциям: прежде всего это Европейский стандарт по проектированию пустотелых конструкций, обеспечивающий конструкторов и исследователей комплексным и весьма общим инструментом для оценки всех типов пустотелых конструкций.

Для производства трубошпунта, в зависимости от важности объектов строительства, используют новые, лежалые, восстановленные и бывшие в употреблении трубы (газонефтепроводные из стали 17ГС и выше). Очень актуальна и возможность применения восстановленных труб, поступающих после их замены на действующих нефтепроводах. Проведенные в лаборатории ЦНИИСа исследования подтвердили качество металла трубы и свариваемость с замковыми элементами, естественно при строгом входном контроле.

Для изготовления трубошпунта допускается применять трубы и прокат с предварительно выполненными стыковыми сварными соединениями — поперечными стыками, выполняемыми как контактной, так и дуговой сваркой встык. Стыки должны быть равнопрочными сечению стыкуемых элементов. В стене стыки не должны находиться на одном уровне у соседних свай.

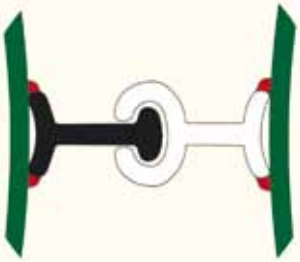
Основным по значимости элементом трубошпунтовой стены являются коннекторы. Уже существует немало вариантов исполнения коннекторов, можно придумать ещё. Все производители шпунтов имеют возможность производить коннекторы под свои шпунты. О «плодовитости» некоторых производителей коннекторов можно писать книги. Однако наибольшее распространение получили коннекторы, выполненные методом горячего прессования или из резаных горячекатаных шпунтов. Рассмотрим по представителю каждого типа чуть подробнее.

Как уже упоминалось выше, до 70% стоимости шпунта сосредоточено в его замковом элементе. Поэтому стоимость коннекторов из резаных г/к шпунтов сопоставима со стоимостью шпунта, а стоимость горячепрессованых коннекторов в разы её превосходит! Как же тогда получить экономию? Перефразируем пословицу: «Золотник дорог, да мал».

Т.е. весовой вклад коннектора по сравнению с весом стены должен быть малым. По этому пути идут производители горячепрессованых коннекторов. Ширина их изделий обычно не превышают 15-25 см (пара коннекторов в сборе), а вес – 10-40 кг/пог.м. Если предполагается в качестве коннекторов использовать резаный г/к шпунт, то здесь обычно используют шпунты с невысокими весом 1м². Конструктивно коннекторы (замки) в ТШ стене располагаются на нейтральной оси и, поэтому, не испытывают серьёзных изгибающих нагрузок. Кроме того, длина покрытия несущей сваи «юбкой» может быть значительно меньше длины самой сваи.

Ниже приведены данные по горячепрессованым коннекторам Профиль-М, Профиль-П и вариантам использования замковых соединений резаного шпунта PZC-18.

Трубошпунты с коннекторами (Профиль-М, П)



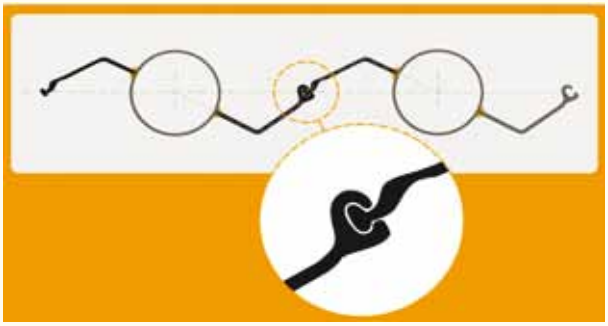
Вес в сборе, кг/ пог. м	25,7
Длина в сборе, мм	126
Материал	Сталь 3, 09Г2С
Усилие раскрытия зева замка (мин, кг/см) ст3	1230
Толщина (мин.), мм	12
Ширина основания, мм	40,1
Угол поворота в замке, градусы	15

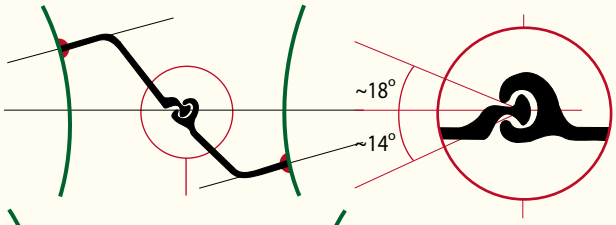
Длина в сборе – 126мм

Длина «мамы» - 80мм

Длина «папы» - 70мм

Данные коннекторы защищены патентами на полезную модель № 99019 и № 99020 от 25.06.2010 г. Как вариант, предлагается использование замковых соединений резанного шпунта PZC-18. На сегодняшний день это самый экономичный вариант ТШ для упругого момента в интервале 3500-6000 см³/м. (см стр 47-48)





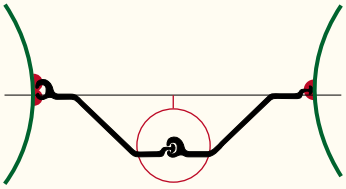
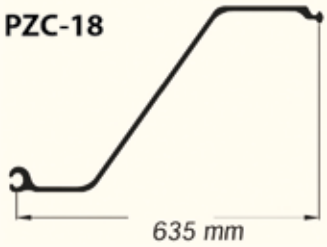


Рис.№8 Схемы трубошпунта с коннектором PZC-18



момент сопротивления сечения	1800 см³/м
момент инерции	34 900 см⁴/м
ширина	0,635 м
масса м2	118,2 кг/м²
глубина секции	387,3 мм
толщина фланца	9,5 мм
толщина ребра	9,5 мм
масса (секции)	75,1 кг/м
площадь поперечного сечения	95,6 см²
номинальная площадь покрытия	1,7 м²/м
общая площадь поверхности	1,9 м²/м
предел текучести стали	390-430 Н/мм²

Расчёт и Сравнение себестоимости трубошпунтов и классических шпунтов в ЦФО на 29 сентября 2011г.

Стоимость коннектора в ЦФО
100 000 руб/тн горячепресованый
Стоимость трубы в ЦФО
18 000 руб/тн б/у спиралешовная
Тип коннектора Профиль П-М
масса кг/пог. метр: 25,67

	шпунт для сравнения	вес, кг/м²	цена (рассчётная) в ЦФО		Wy	σ_t	ПНСС
А	Л7	339,5	46 000	ДМК	5 010	325	1 628
Б	ПШС 80/150-9645	314,0	55 000	Курганшпунт	9 645	345	3 328
В	ПШС 80/150-7200	259,6	55 000	Курганшпунт	7 200	345	2 484
Г	AZ 50	252,9	58 000	ArcelorMittal	5 015	355	1 780
Д	ПШС 60/150-4880	221,1	55 200	Курганшпунт	4 880	345	1 684

Диаметр трубы, мм	толщина стенки трубы, мм	масса 1м.пог. трубы, кг	ширина коннектора, мм	ширина системы, мм	масса 1м.пог. системы	масса 1м² системы	стоимость 1м² системы со сваркой	рублёвая экономия в сравнении с А, %	Б, %	В, %	Г, %	Д, %	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	σ_t Н/мм²	ПНСС, кНм/м
1420	12	422,90	130	1550	448,57	289,40	8 115,61	48,03	53,01	43,16	44,67	33,50	1420	12	345	4 123
	14	492,70	130	1550	518,37	334,43	8 926,19	42,84	48,31	37,48	39,15	26,86		14	345	4 790
	16	562,30	130	1550	587,97	379,34	9 734,45	37,67	43,63	31,82	33,64	20,24		16	345	5 452
	18	631,60	130	1550	657,27	424,05	10 539,23	32,51	38,97	26,19	28,15	13,65		18	345	6 107
1220	10	298,40	130	1350	324,07	240,05	7 657,93	50,96	55,66	46,37	47,79	37,25	1220	10	345	2 914
	12	357,49	130	1350	383,16	283,82	8 445,79	45,92	51,10	40,85	42,42	30,80		12	345	3 480
	14	416,38	130	1350	442,05	327,44	9 230,99	40,89	46,55	35,35	37,07	24,37		14	345	4 040
	16	475,08	130	1350	500,75	370,93	10 013,66	35,88	42,02	29,87	31,73	17,95		16	345	4 595
1020	10	249,08	130	1150	274,75	238,91	8 217,77	47,38	52,42	42,44	43,98	32,67	1020	10	345	2 380
	12	298,31	130	1150	323,98	281,72	8 988,33	42,45	47,95	37,05	38,72	26,35		12	345	2 839
	14	347,33	130	1150	373,00	324,35	9 755,60	37,53	43,51	31,67	33,49	20,07		14	345	3 293
	16	396,16	130	1150	421,83	366,81	10 519,90	32,64	39,09	26,32	28,28	13,80		16	345	3 741

Высота сваи, м 24 Длина покрытия сваи
Длина стены, м 300 коннектором (80%) м 19,2
Площадь стены, м2 7200
Сварка (стоимость) - 3000 рублей на погонный метр системы

Шов - Т6, четыре шва порезка шпунта пополам подготовка поверхности трубы под сварку изготовление оснастки без учёта стоимости стыковки труб

	шпунт для сравнения	стоимость заказа, т.р.	объём, тн
А	Л7	112 442,40	2 444
Б	ПШС 80/150-9645	124 344,00	2 261
В	ПШС 80/150-7200	102 801,60	1 869
Г	AZ 50	105 611,04	1 821
Д	ПШС 60/150-4880	87 873,98	1 592

Диаметр трубы, мм	толщина стенки трубы, мм	Упругий момент сопротивления сечения комбини-ной стены, см³/м	Момент инерции комбини-ной стены, см⁴ /м	Эффективность использования материала, (см⁴/м) / (кг/м²)	Мин-й предел текучести стали σt Н/мм²	Предельная Несущая Способность Стены, кНм/м	Стоимость заказа трубошпунта, тыс. руб.	Количество свай, шт	Масса трубы, тн	Масса коннектора покрытие *, тн	толщина стенки трубы, мм	Диаметр трубы, мм	трубошпунт вес стены, тн
1420	12	11 953	848 691	41,30	345	4 123	58 432	194	1 964,44	95,39	12	1420	2 059,83
	14	13 886	985 953	41,52	345	4 790	64 269	194	2 288,67	95,39	14		2 384,06
	16	15 803	1 122 036	41,66	345	5 452	70 088	194	2 611,97	95,39	16		2 707,37
	18	17 703	1 256 948	41,75	345	6 107	75 882	194	2 933,88	95,39	18		3 029,28
1220	10	8 448	515 362	35,19	345	2 914	55 137	222	1 591,47	109,53	10	1220	1 700,99
	12	10 088	615 392	35,54	345	3 480	60 810	222	1 906,61	109,53	12		2 016,14
	14	11 711	714 423	35,77	345	4 040	66 463	222	2 220,69	109,53	14		2 330,22
	16	13 319	812 462	35,91	345	4 595	72 098	222	2 533,76	109,53	16		2 643,29
1020	10	6 899	351 859	28,88	345	2 380	59 168	261	1 559,46	128,57	10	1020	1 688,03
	12	8 230	419 746	29,21	345	2 839	64 716	261	1 867,68	128,57	12		1 996,25
	14	9 545	486 820	29,43	345	3 293	70 240	261	2 174,59	128,57	14		2 303,16
	16	10 844	553 088	29,57	345	3 741	75 743	261	2 480,31	128,57	16		2 608,88

Расчёт и Сравнение себестоимости трубошпунтов и классических шпунтов в ЦФО на 29 сентября 2011г.

Стоимость коннектора в ЦФО
60 000 руб/тн новый резаный шпунт PZC-18
Стоимость трубы в ЦФО
18 000 руб/тн б/у прямошовная
Тип коннектора PZC-18
масса кг/пог. метр: 75,1

	шпунт для сравнения	вес, кг/м²	цена (рассчётная) в ЦФО		Wy	σt	ПНСС
А	Л5-УМ	228,0	41 000	НТМК	3 555	345	1 226
Б	Larssen 607n	190,0	55 000	ThyssenKrupp	3 200	355	1 136
В	AZ 41-700	199,4	58 000	ArcelorMittal	4 095	355	1 454
Г	AZ 50	252,9	58 000	ArcelorMittal	5 015	355	1 780
Д	ПШС 60/150	221,1	55 200	Курганшпунт	4 880	325	1 586

Диаметр трубы, мм	толщина стенки трубы, мм	масса 1м.пог. трубы, кг	ширина коннектора, мм	ширина системы, мм	масса 1м.пог. системы	масса 1м² системы	стоимость 1м² системы со сваркой	рублёвая экономия в сравнении с А, %	Б, %	В, %	Г, %	Д, %	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	σt Н/мм²	ПНСС, кНм/м
1420	12	416,68	670	2090	476,76	228,11	6 461,74	30,88	38,17	44,13	55,95	47,06	1420	12	345	3 081
	14	485,44	670	2090	545,52	261,01	7 053,93	24,54	32,50	39,01	51,91	42,20		14	345	3 577
	16	554,00	670	2090	614,08	293,82	7 644,40	18,22	26,85	33,90	47,88	37,37		16	345	4 069
	18	622,36	670	2090	682,44	326,53	8 233,15	11,93	21,21	28,81	43,87	32,54		18	345	4 556
1220	10	298,40	676	1896	358,48	189,07	6 000,00	35,82	42,58	48,12	59,10	50,84	1220	9	345	1 896
	12	357,49	676	1896	417,57	220,24	6 560,98	29,81	37,22	43,27	55,27	46,24		10	345	2 099
	14	416,38	676	1896	476,46	251,30	7 120,06	23,83	31,87	38,44	51,46	41,66		11	345	2 302
	16	475,08	676	1896	535,16	282,26	7 677,34	17,87	26,53	33,62	47,66	37,10		12	345	2 504
1020	10	249,08	682	1702	309,16	181,65	6 162,30	34,08	41,03	46,72	57,99	49,51	1020	9	345	1 637
	12	298,31	682	1702	358,39	210,57	6 682,95	28,51	36,05	42,22	54,44	45,24		10	345	1 949
	14	347,33	682	1702	407,41	239,37	7 201,37	22,96	31,09	37,73	50,90	41,00		11	345	2 256
	16	396,16	682	1702	456,24	268,06	7 717,79	17,44	26,15	33,27	47,38	36,76		12	345	2 560

Высота сваи, м 24 Длина покрытия сваи
Длина стены, м 300 коннектором (80%) м 19,2
Площадь стены, м2 7200
Сварка (стоимость) - 3000 рублей на погонный метр системы

Шов - Т6, четыре шва порезка шпунта пополам подготовка поверхности трубы под сварку изготовление оснастки без учёта стоимости стыковки труб

	шпунт для сравнения	стоимость заказа, т.р.	объём, тн
А	Л5-УМ	67 305,60	1 642
Б	Larssen 607n	75 240,00	1 368
В	AZ 41-700	83 269,44	1 436
Г	AZ 50	105 611,04	1 821
Д	ПШС 60/150	87 873,98	1 592

Диаметр трубы, мм	толщина стенки трубы, мм	Упругий момент сопротивления сечения комбини-ной стены, см³ /м	Момент инерции комбини-ной стены, см⁴ /м	Эффективность использования материала, (см⁴/м) / (кг/м²)	Мин-й предел текучести стали σt Н/мм²	Предельная Несущая Способность Стены, кНм/м	Стоимость заказа трубошпунта, тыс. руб.	Количество свай, шт	Масса трубы, тн	Масса коннектора покрытие *, тн	толщина стенки трубы, мм	Диаметр трубы, мм	трубошпунт вес стены, тн
1420	12	8 931	634 103	39,15	345	3 081	46 525	144	1 435,45	165,58	12	1420	1 601,03
	14	10 368	736 193	39,73	345	3 577	50 788	144	1 672,33	165,58	14		1 837,91
	16	11 794	837 407	40,14	345	4 069	55 040	144	1 908,52	165,58	16		2 074,10
	18	13 207	937 749	40,45	345	4 556	59 279	144	2 144,02	165,58	18		2 309,59
1220	10	5 496	335 296	29,07	345	1 896	43 200	158	1 133,16	182,52	9	1220	1 315,69
	12	6 086	371 290	27,64	345	2 099	47 239	158	1 357,56	182,52	10		1 540,08
	14	6 673	407 105	26,56	345	2 302	51 264	158	1 581,19	182,52	11		1 763,71
	16	7 258	442 740	25,71	345	2 504	55 277	158	1 804,10	182,52	12		1 986,62
1020	10	4 747	242 121	26,14	345	1 637	44 369	176	1 053,69	203,33	10	1020	1 257,01
	12	5 650	288 153	26,83	345	1 949	48 117	176	1 261,95	203,33	12		1 465,27
	14	6 541	333 634	27,33	345	2 256	51 850	176	1 469,32	203,33	14		1 672,64
	16	7 422	378 568	27,69	345	2 560	55 568	176	1 675,88	203,33	16		1 879,21

Благодаря превосходящим характеристикам ТШ они с успехом могут быть использованы в различных проектах. Так для объекта «Реконструкция трубы на 1292км ПК6 участка Лозовая – Ростов СКЖД» Институт «ГИПРОТРАНСПУТЬ» филиал ОАО «РОСЖЕЛДОРПРОЕКТ» провёл сравнительный анализ технико-экономических показателей двух вариантов конструкций укрепления противооползневого участка на объекте инвестпрограммы ОАО «РЖД». Сравнение проводилось на основе исходных данных для проектирования:
Вариант 1: двухрядная конструкция из 78 буронабивных свай d=800мм длиной 14,5м;
Вариант 2: однорядная конструкция из 67 ТШ свай d=1020х12мм длиной 15м с покрытием коннекторами Профиль П-М на 10м и последующей заливкой бетоном на 13м.

В результате сравнения двух вариантов конструкций противооползневых подпорных стенок установлено:
1. Стоимость противооползневой стены из ТШ, заполненных бетоном, в 2,8 раз дешевле стены из буронабивных свай.
2. Время на сооружения противооползневой стены из ТШ потребуется в 2,4 раза меньше чем для сооружения стены из буронабивных свай.
Чем больше диаметр трубы и требуемая несущая способность шпунтовой стены, тем больше возможная экономия по сравнению с традиционными шпунтовыми решениями.

С учётом сказанного выше, трубошпунт возможно применять во временных и постоянных сооружениях при строительстве объектов транспортной инфраструктуры (морского, речного, железнодорожного транспорта, внутренних водных путей) взамен традиционных шпунтов, а именно:
- при строительстве доков, камер шлюзов, глубоководных морских и речных причалов, строительстве искусственных островов в оффшорной зоне, защитных стен от штормового нагона волн, набережных, тоннелей;
- при строительстве плотин, дамб, временных перемычек, глубоких котлованов, строительстве хранилищ бытовых и особо опасных отходов, круговой защиты емкостей с нефтепродуктами и ядовитыми жидкостями, строительстве временных подпорных стенок;
- при строительстве паркингов, путепроводов в аэропортах при пересечении автомобильных и железнодорожных путей со взлётно-посадочными полосами; и т.д.

Вариант комбинированной шпунтовой стенки

• для ОАО «РЖД» трубошпунт наиболее интересен при неустойчивых грунтах, для проведения противооползневых и противообвальных работ, при строительстве мостов и мостовых сооружений, при сооружении высокоскоростных железнодорожных магистралей и объектов инфраструктуры железных дорог в прибрежных и горных условиях;

• при усилении земляного полотна, устройстве ограждения опор мостов, фундаментов, стен, разработке глубоких котлованов;
• при отсутствии возможности для внешней или внутренней анкеровки;
• при установке опор для мачт освещения, линий электропередач, опор ограждения, навесов, усиление земляного полотна, фундаментов, удержания плывунов и т.п.

Конструкция больверка из металлического трубошпунта, как показал опыт его применения в морских портах Крайнего Севера, имеет значительное преимущество перед другими типами конструкций при организации и производстве работ, а кроме того существенно меньшую трудоемкость. При технологической грамотности организации производства, исключается такой важный фактор в условиях Крайнего Севера, как сезонность. Вместе с тем в тяжелых условиях ледового режима больверки из металлического трубошпунта являются в ряде случаев единственно приемлемыми конструкциями.

Это особенно важно с учётом планов интенсивного освоения районов Крайнего Севера, строительства причалов и иных сооружений по трассе Северного морского пути.
Особенно целесообразно применение трубошпунта при реконструкции причальных сооружений для увеличения глубин и последующего приёма крупнотоннажных судов.

Трубошпунт на корабле у причала

Порт ГидроСтрой Новороссийск

Автоматическая сварка трубы и коннектора Combi-Wall

Combi-Wall

В настоящее время для экстремальных природно-климатических условий Крайнего Севера разработан и реализован основной тип причала в виде больверка из стального трубошпунта с высотой стенки 8–16 метров, монолитным верхним железобетонным брусом и металлическими анкерами.
Учитывая наличие в стране огромного количества б/у и восстановленной трубы, и развитого производства экономичных балок, наиболее предпочтительным выглядит вариант трубо- и балочных сварных шпунтов с коннектором.
Применение коннекторов (соединительных элементов) для трубошпунтов различного назначения утверждено ГОСТом 52664-2006 и ТУ 5264-002-13512256-2008 «Шпунт трубчатый сварной».

Строительство причала из трубошпунта

Некоторые примеры применения трубошпунта в России:
1. ОАО Трест «Севзапморгидрострой», причал№107 комплекса минеральных удобрений, порт Санкт-Петербург, 2001 г.

При строительстве причала № 107 в качестве свайного основания использовался трубошпунт диаметром 1420 мм, толщиной стенки 16 мм и двух шпунтин GSP3. Длина такой сваи-оболочки составляет 34,8 м. Конструкция причала типа ''больверк" из трубошпунта впервые применена в Северо-Западном регионе России. Погружение трубошпунта производилось до отметки -26,0 м вибро¬погружателем JV-50, а затем гидромолотом ННК-14А (ударная часть 14500 кг) до проектной отметки -34,0 м.

2. Создание грузового района порта Сочи с созданием береговой инфраструктуры в устье р. Мзымта с дальнейшим перепрофилированием в инфраструктуру яхтинга.
Юго-Западный мол (длиной 142 м) - трубошпунт диаметром 820 мм (по проекту 142 шт), Восточный мол – трубошпунта 820 мм (по проекту 115 шт.).

3. Морской порт Сочи с береговой инфраструктурой с целью создания международного центра морских пассажирских и круизных перевозок. Объекты федеральной собствен-ности. Начало работ 2011 г., в проекте использование трубошпунта ШТС-1020х10-УГ(УЭ) для двухрядной шпунтовой перемычкии, Lср=20,5м. Берегоукрепление трубошпунтом ШТС-720х10-УГ(УЭ) Lср=11,8м и Lср=5,0м; ШТС-820х10-УГ(УЭ) Lср=7,0 -15,4м

4. Торговый центр «Галерея», район Московского вокзала, г.Санкт-Петербург.

5. Комплекс минеральных удобрений в Морском порту, г.Санкт-Петербург, универсальный причал № 107

протяженностью 265 м. Характерной особенностью этого причала является совмещение в его конструкции, по существу, двух набережных – причальной эстакады длиной 265 м и шириной 33 м на стальных сваях диаметром 1,2-1,4 м и тылового экрана общей протяженностью с открылками около 400 м в виде набережной типа «заанкерованный больверк» из трубошпунта (21 декабря 2001 г.).

6. Строительство берегоукреплений на реке Конда (ХМАО-Югра), реке Москва (66 км МКАД), причала на реке Амур (п. Пашково), реке Ангара (Иркутск) и т.д.

7. Данными **ООО «Трест Запсибгидрострой»** декларируется постройка более 150 гидротехнических объектов и ввод более 35 километров шпунтовых стен, из них в постсоветский период 50 объектов и около 30 километров стен из сварного трубчатого шпунта.
Как отмечал ещё в 2001 г. генеральный директор **ОАО Трест «Севзапморгидрострой» Ю.Н. Фомин**: «Сейчас возникла острая необходимость в глубоководных причалах. Это заставляет нас внедрять новые современные технологии. Мы строим причалы не на железобетонных сваях, а из трубошпунта и труб большого диаметра».

REF: Но надо особо отметить, что с учётом новизны тематики, возможность применения трубошпунта в крупных инфраструктурных проектах, даже при указанных выше значительных его достоинствах, неизбежно связано с аргументированным убеждением специалистов проектных организаций.

Компания Сочиморстрой приступила к работам по реконструкции порта Сочи.

В состав первой очереди строительства входит:

- Образование территории площадью 6,5 гектар в объёме 0,5 млн.куб.метров.
- Берегоукрепление вновь образованной территории (650 погонных метров).
- Создание причального фронта для приёма пассажирских судов (260 погонных метров).
- Реконструкция причалов №13, №14 морского порта Сочи (200 погонных метров).

Берегоукрепление территории определено проектом в виде двух основных конструктивов – заанкеренным больверком из трубошпунта протяженностью 190 погонных метров в месте примыкания к существующему Северному молу и каменной дамбой с креплением внешнего откоса тетраподами протяженностью 460 погонных метров.

Послесловие

Принятая Федеральная Целевая Программа (ФЦП) «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)» особое внимание уделяет развитию глубоководных портов. Эти порты планируется развивать как порты-хабы, в том числе для обслуживания международных транспортных коридоров.

Для повышения конкурентоспособности транспортной системы Российской Федерации и реализации транзитного потенциала страны необходимо увеличить пропускную способность российских морских портов и провозную способность морского транспортного флота, что позволит удовлетворить прогнозируемый количественный и качественный спрос на услуги по перевалке российских экспортно-импортных и международных транзитных грузов в российских морских портах.

Недостаточные глубины в акватории и подходных каналах большинства российских портов существенно снижают их конкурентоспособность, так как не позволяют обрабатывать современные крупнотоннажные суда.

Реализация проектов по модернизации и развитию портовой инфраструктуры в действующих глубоководных морских портах, расположенных (как правило) в городской черте, не приносит достаточного экономического эффекта. В этой связи требуется создание новых портовых мощностей на достаточно больших по площади и свободных территориях, имеющих хорошие естественные глубины.
Правительством РФ намечено создание нового сухогрузного района порта Тамань, строительство глубоководного порта на полуострове Бальга в районе мыса Северный, строительство глубоководного района «Северный» Архангельского порта, глубоководного порта Бронка (Ленинградская область).
Реализация этой программы потребует новых конструктивных решений, перехода на новые технологии и материалы. В противном случае мы будем всё чаще и чаще видеть такую картину (Фото №1), как результат недостаточной несущей способности причальной стенки.

Фото №1.Повреждение причальной стенки из шпунта Ларсена носом корабля.

Погружение трубошпунта, труба 1620 x 17.50 mm, коннектор E22, в комбинированную стенку со шпунтом L23

Порт Сочи в устье р. Мзымта
Конструкция Юго-Западного мола представляет собой эстакаду на сваях-оболочках из металлических труб Ø1220, 1020 и трубошпунта Ø1220.

Искусственные острова и причальные сооружения для загрузки нефти и обслуживания оффшорных платформ

Выборка шпунта для замены Л5 (ДМК, Украина) по критерию достаточности предельной несущей способности стены (ПНСС).

Часть 1

№ п/п	Название шпунта	Страна производитель	Схема Шпунта и Замка	Ширина b,mm	Глубина h,mm	Полка t1,mm	Фланец t2,mm
1	ESC22B	Малайзия		1 250	523	14,0	9,0
2	ESC25B	Малайзия		1 200	539	15,0	9,0
3	ESC30A	Малайзия		1 400	637	14,0	9,0
4	VL 606A	Чехия		600	420	14,0	9,0
5	PZC 25	США		710	449	14,2	12,3
6	AU 25	Люксембург		750	450	14,5	10,2
7	ESC32A	Малайзия		1 400	639	14,0	10,0
8	AU 26	Люксембург		750	451	15,0	10,5
9	ШХГ (К) 300	Россия		960	625	14,0	14,0
10	PZC 26	США		710	450	15,2	13,3
11	PU 25	Люксембург		600	452	14,2	10,0
12	LARSSEN 606 n	Германия		600	435	14,4	9,2
13	ESC30B	Малайзия		1 150	564	16,0	10,0
14	ПШС 400-10/14	Россия		1 500	400	14,0	10,0
15	L 3 S	Люксембург		500	400	14,1	10,0
16	VL 606	Чехия		600	420	16,5	9,2
17	PZC-B-34/PZC26/W27*84/-60%	США		1 700	612	15,2	13,3
18	LARSSEN 606 n (+0,5)	Германия		600	435	14,9	9,4
19	ПШС 40/150-2535/14/10	Россия		1 500	400	14,0	10,0
20	PZC-B-36/PZC26/W30*90/-60%	США		1 730	750	15,2	13,3
21	HRU 28-1 (PU 28-1)	Китай		600	452	14,2	9,7
22	PU 28-1.0	Люксембург		600	452	14,2	9,7
23	ПШС 40/100-2535/14/10	Россия		1 000	400	14,0	10,0
24	ESC32B	Малайзия		1 150	560	18,0	10,0
25	AZ 28	Люксембург		630	428	14,0	13,2
26	PZC 28	США		708	451	16,4	14,5
27	SP-V M	Корея		500	175	16,5	16,5
28	HR 600*210	Китай		600	420	18,0	18,0
29	SKSP-SX27	Япония		600	420	18,0	18,0
30	SKSP-IVA	Япония		400	370	16,1	16,1
31	WRZ36b	Китай		750	492	14,0	14,0
32	Л5	Украина		425	398	21,0	11,0

В таблице (выше) рассчитывался ПНСС для всех вариантов шпунтовых стен для каждой из 8 марок стали: 235, 255, 270, 320, 345, 355, 390, 430. При этом было учтено, что производители Греции, Турции, Германии, Чехии, Польши, США, Японии, Россия практически не изготавливают шпунты из стали выше 355-й.

Пример работы с электронной базой вариантов шпунтовых стен

Выборка шпунта для замены Л5 (ДМК, Украина) по критерию достаточности предельной несущей способности стены (ПНСС).

Часть 2

№ п/п	Масса погонного метра, kg/m	Масса 1 m^2 стены M,kg/m^2	Min класс прочности стали	Wy, cm^3/m 2	Iy, cm^4/m	Коэффициент полезности, Wy/M	ПНСС, кНm/m	Экономия веса, %
1	101,6	127,0	320	2 250	75 360	17,7	720	46,6
2	113,3	136,0	320	2 510	86 900	18,5	803	42,9
3	99,3	139,0	235	3 060	125 020	22,0	719	41,6
4	86,2	143,7	345	2 200	46 217	15,3	759	39,6
5	103,3	145,8	320	2 460	55 200	16,9	787	38,7
6	110,4	147,0	320	2 500	56 240	17,0	800	38,2
7	106,4	149,0	235	3 260	133 600	21,9	766	37,4
8	113,2	151,0	320	2 580	58 140	17,1	826	36,6
9	161,6	155,1	235	3 010	94 200	19,4	707	34,8
10	110,0	155,3	320	2 600	58 400	16,7	832	34,7
11	93,6	156,0	320	2 500	56 490	16,0	800	34,5
12	94,2	157,0	320	2 500	54 375	15,9	800	34,0
13	136,5	157,0	235	3 020	106 150	19,2	710	34,0
14	235,7	157,1	320	2 567	51 332	16,3	821	34,0
15	78,9	157,8	355	2 000	40 010	12,7	710	33,7
16	94,8	158,0	320	2 506	52 631	15,9	802	33,6
17	93,4	158,7	235	3 400	118 000	21,4	799	33,3
18	96,3	160,5	320	2 570	55 900	16,0	822	32,6
19	107,0	160,5	320	2 535	50 700	15,8	811	32,6
20	92,8	160,6	235	3 590	152 000	22,4	844	32,5
21	97,4	162,0	270	2 680	60 580	16,5	724	31,9
22	97,4	162,0	270	2 680	60 580	16,5	724	31,9
23	164,7	164,7	320	2 535	50 700	15,4	811	30,8
24	144,3	166,0	235	3 280	114 800	19,8	771	30,3
25	104,4	166,0	270	2 755	58 940	16,6	744	30,3
26	117,6	166,0	270	2 760	62 100	16,6	745	30,3
27	86,0	172,0	320	2 310	40 290	13,4	739	27,7
28	106,2	177,0	270	2 700	56 700	15,3	729	25,6
29	106,0	177,0	270	2 700	56 700	15,3	729	25,6
30	74,0	185,0	320	2 250	41 600	12,2	720	22,3
31	141,3	188,5	235	3 632	89 341	19,3	854	20,8
32	100,0	238,0	235	2 962	50 943	12,4	696	0,0

Оставляем в массиве записей только те шпунтовые стены, для которых ПНСС удовлетворяется при минимальной стали. Затем исключим те записи, где толщина полки менее 14 мм, а фланцы – менее 9мм. Из оставшегося массива удалены записи, для которых вес 1м2 больше 238 кг/м2 (вес 1м2 для Л5).

ШПУНТ ЛАРССЕНА

- БАЛКА, РЕЛЬСЫ, ШВЕЛЛЕР, УГОЛОК, АРМАТУРА, ЛИСТ
- ПОСТАВКА ВО ВСЕ РЕГИОНЫ

ПОДБЕРЕМ
(ПОД ПРОЕКТ)

ПОСТАВИМ
(НА ОБЪЕКТ)

ПОГРУЗИМ
(В ГРУНТ)

ВЫКУПИМ

ВЫВЕЗЕМ

ВЫТАЩИМ

- БЕЗУПРЕЧНЫЙ ЗАМОК, ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 99020

КОННЕКТОР ДЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ

Патентообладатель(ли): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Автор(ы): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Заявка № **2010125948**

Приоритет полезной модели **25 июня 2010 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации ***10 ноября 2010 г.***

Срок действия патента истекает **25 июня 2020 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 99019

ШПУНТОВАЯ СТЕНКА

Патентообладатель(ли): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Автор(ы): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Заявка № **2010125947**

Приоритет полезной модели **25 июня 2010 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации ***10 ноября 2010 г.***

Срок действия патента истекает **25 июня 2020 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 106661

ЗААНКЕРОВАННАЯ ШПУНТОВАЯ СТЕНКА С ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ НАГРУЗКОЙ (ВАРИАНТЫ)

Патентообладатель(ли): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Автор(ы): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Заявка № **2011104163**

Приоритет полезной модели **08 февраля 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации ***20 июля 2011 г.***

Срок действия патента истекает **08 февраля 2021 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 108049

УСТРОЙСТВО ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ С БОЛЬШИМ МОМЕНТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ШПУНТОВЫХ СВАЙ ИЗ СВАРЕННЫХ ЗЕРКАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ

Патентообладатель(ли): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Автор(ы): ***Калинин Алексей Леонидович (RU), Калинина Анна Васильевна (RU)***

Заявка № **2011104164**

Приоритет полезной модели **08 февраля 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации ***10 сентября 2011 г.***

Срок действия патента истекает **08 февраля 2021 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов