

## ШПУНТОВЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**И. В. Носков, К. А. Вагнер**

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

*Приводятся конструктивные решения шпунтового ограждения котлованов с использованием стальных элементов. Показано, что при проектировании шпунтового ограждения из стальных элементов эффективность применения в каждом конкретном случае зависит от градостроительных, геологических, гидрогеологических, технологических и других условий строительной площадки.*

**Ключевые слова:** грунт, шпунт, котлован, стальной элемент, технология погружения.

В наши дни освоение подземного пространства может, по праву, считаться в мировом масштабе одним из важнейших и динамично развиваемых направлений в гражданском и промышленном строительстве. Значительную роль подземное строительство играет и в России. Наиболее широко строительство подземных и заглубленных сооружений ведется на территориях крупных городов. Основными факторами, способствующими необходимости использования подземного пространства городов, являются, как нехватка свободных территорий в условиях исторически сформировавшейся застройки, так и требования развития городской инфраструктуры.

Сегодня подземное пространство городов используется не только для размещения инженерных коммуникаций и объектов транспортного строительства, но также для строительства комплексов общественно-бытового назначения, многоэтажных подземных гаражей и стоянок, предприятий торговли, помещений заглубленных частей жилых и офисных зданий.

подавляющее большинство подземных и заглубленных городских объектов гражданского назначения, компактных в плане, а также линейных сооружений малых глубин заложения, устраивается открытым или полужалобным способом в котлованах. При этом возникает необходимость создать прочные откосы котлована. Откосы котлованов для будущих заглубленных зданий и сооружений, подвержены воздействию физических и геотехнических факторов, которые могут вызвать их обрушение. Составляющими данных факторов являются: активное и пассивное давление грунта, гидростатическое давление воды, технологические нагрузки на бровке и

дне котлована. Для котлованов большой глубины, при строительстве в неблагоприятных геологических районах, при устройстве котлована в стесненных условиях городской застройки, а также при опасности обрушения откосов котлована необходимо устройство ограждающих конструкций стен или их укрепление [1].

В практике строительства существуют разнообразные методы для увеличения прочности откосов, а вместе с ними и глубины котлованов. Каждый из них обладает своими характеристиками. Но определяющим фактором всегда будет экономический показатель, который напрямую зависит от точного расчета прочностных характеристик применяемых материалов.

Одним из эффективных методов является устройство шпунтового ограждения из стальных элементов. Существенное отличие технологии устройства шпунтового ограждения из стальных элементов состоит в том, что возведенное шпунтовое ограждение, после завершения цикла «нулевых» работ, может быть демонтировано и использовано повторно на другом объекте. В настоящее время существует множество шпунтовых элементов, различающихся в зависимости:

- от формы поперечного сечения: «U-профиль», «Z-профиль», трубный, плоский и т.п.;
- от способа изготовления (сварной, горячекатаный, гнутый);
- от размеров сечения шпунта, отличающихся моментом сопротивления;
- от страны-изготовителя, имеющих собственные стандарты.

Наибольшее распространение на территории России, получили (рисунок 1):

- шпунт типа «Ларсен»;



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Шпунтовое ограждение с применением: а) шпунта типа «Ларсен»; б) трубного профиля (стальные трубы); в) металлических двутавровых балок

- трубный профиль;
- металлические двутавровые балки.

Для устройства шпунтового ограждения из труб возможно применение технологии завинчивания. Данный тип ограждения не является водонепроницаемым, поэтому в случае его использования в водонасыщенных грунтах требуется водопонижение.

Использование в качестве ограждения прокатных профилей, как правило, подразумевает их расположение с определенным шагом, который перекрывают забиркой. Двутавровые балки воспринимают значительные вертикальные нагрузки, а конструкция забирки не допускает возможность осыпания откосов котлована.

По сравнению с прочими типами ограждения котлованов конструкциями с забиркой обладает большей деформативностью и меньшей прочностью. Диапазон их применения ограничивается, как правило, глубинами котлована до 10 м и не рекомендуется при наличии в основании водонасыщенных структурно-неустойчивых грунтов.

Шпунтовые ограждения котлованов широко используются в гидротехническом строительстве, в условиях слабых водонасыщенных грунтов, при высоких отметках уровня подземных вод. Такие конструкции способны воспринимать не только давление грунта, но и гидростатическое давление, являясь одновременно противодиффузионной завесой.

Шпунтовые элементы стен представляют собой стальные профили U-, Z-образного поперечного сечения, или плоские, снабженные замковыми захватами по краям, позволяющими фиксировать один элемент относительно другого в вертикальном положении. Наибольшее распространение получили U-образные шпунты типа «Ларсен» (рисунок 2).

В настоящее время в России в соответствии с Национальным стандартом – ГОСТ Р 53629-2009 «Шпунт и шпунт-сваи из стальных холодногнутых профилей. Технические условия» [2], в зависимости от геометрической формы поперечных сечений и несущей способности, применяются металлические холодногнутые шпунтовые профили 4-х типов:

- тип 1 - шпунтовый корытный (трапецидальный) профиль ШК (рисунок 3);
- тип 2 - шпунтовый корытный профиль, усиленный ШКУ (рисунок 4);
- тип 3 - шпунт-свая симметричная ШС (рисунок 5);
- тип 4 - шпунт-свая усиленная ШСУ (рисунок 6).

Шпунтовые стены, устроенные в замок, обладают достаточно высокой жесткостью и способны воспринимать изгибающие моменты значительно превышающие предельные значения для ограждений с забиркой. Ограничением для использования шпунта является сложность или невозможность его погружения в гравелистых, скальных и полускальных грунтах.

## ШПУНТОВЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

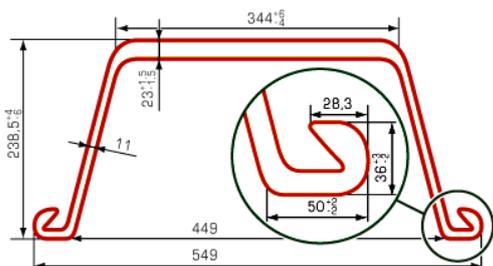


Рисунок 2 – Шпунт типа «Ларсен»

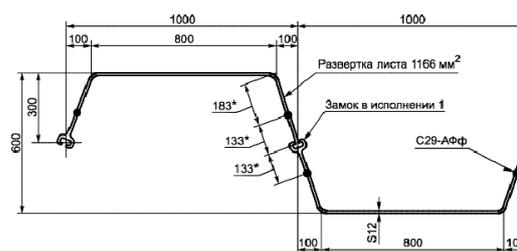


Рисунок 3 – Шпунтовая стенка из холодногнутых корытных профилей ШК с замками в исполнении 1

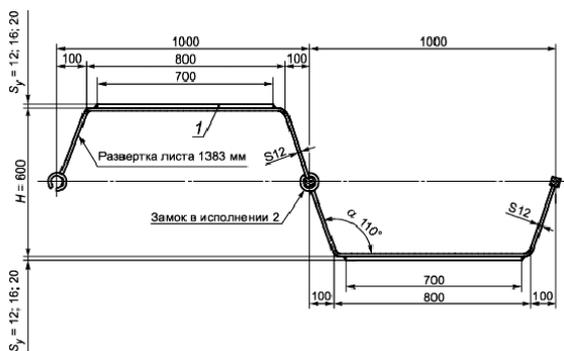


Рисунок 4 – Шпунтовая стенка из холодногнутых профилей ШКУ с замками в исполнении 2

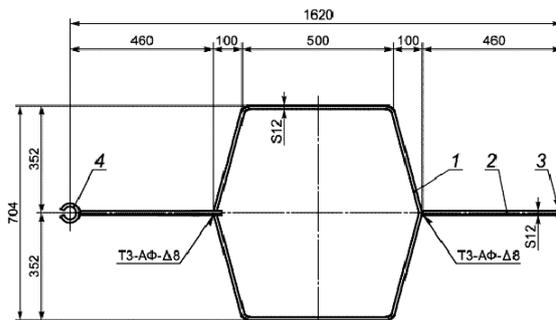


Рисунок 5 – Шпунт-свая, симметричная ШС

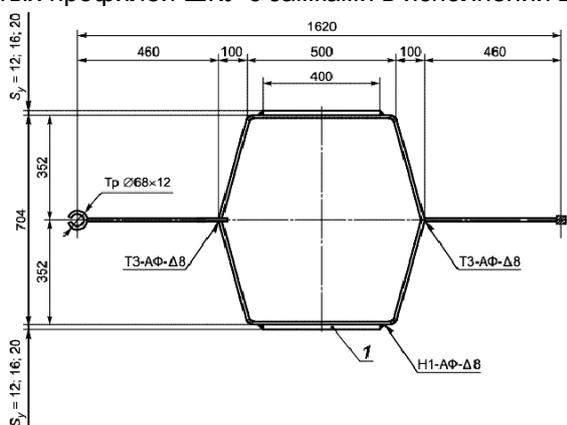


Рисунок 6 – Шпунт-свая, усиленная ШСУ



Рисунок 7 – Статическое вдавливание шпунта

В настоящее время данный вид ограждения глубоких котлованов получил широкое распространение и в условиях плотной городской застройки, так как современная строительная техника способна осуществлять устройство шпунтового ограждения по средству статического вдавливания. В связи с этим, единственным ограничением данного метода являются геологические условия на рассматриваемой строительной площадке.

Погружение шпунта может осуществляться с применением нескольких технологий, для реализации которых используются

разные виды спецтехники – статическое вдавливание, ударная забивка или вибрационное погружение.

Для статического погружения шпунта привлекаются мобильные вдавливающие установки, оборудованные гидравлическим узлом, который обжимает шпунтину и перемещается вниз по направляющим рамам, тем самым погружая ее в почву (рисунок 7).

Для ударного и вибрационного погружения применяются копровые машины-установки на колесной, либо гусеничной самоходной базе.



Рисунок 8 – Забивка шпунта трубчатым молотом



Рисунок 9 – Вибропогружение шпунта

При реализации технологии ударной забивки копры комплектуются навесными дизельными или гидравлическими молотами, при осуществлении вибрационного метода – вибропогружателями. Молоты для забивки шпунта представляют собой конструкцию трубчатого либо штангового типа (рисунок 8), по направляющим элементам которых перемещается наносящий удары по шпунту боек. Монтаж шпунта вибропогружателем (рисунок 9) осуществляется за счет прикладывания к нему высокочастотных колебаний, под воздействием которых почва под шпунтом разуплотняется, и конструкция опускается в грунт под своим весом и массой погружающего механизма. Низкоамплитудные колебания вибропогружатель вырабатывает за счет разнонаправленного вращения неотцентрированных дисбалансов, которые приводятся в движение электрическим двигателем, закрепленным на корпусе вибропогружателя.

#### **Вывод**

Каждый из представленных способов крепления стен котлованов обладает как плюсами, так и минусами. Эффективность применения тех или иных конструкций в каждом конкретном случае зависит от градостроительных, геологических, гидрогеологических, технологических и других условий строительной площадки.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Носков, И. В. Усиление оснований и реконструкция фундаментов: учебник / И. В. Носков, Г. И. Швецов. – М. : Абрис (лицензиат товарного знака «Высшая школа»), 2012. – 134 с.
2. ГОСТ Р 53629-2009. Шпунт и шпунт-сваи из стальных холодногнутых профилей. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2010. – 20 с.

**Носков И.В.** – к.т.н., заведующий кафедрой «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail:noskov.56@mail.ru.

**Вагнер К.А.** – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.