

## ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

*Пономаренко Кристина Андреевна, студентка*

*E-mail: mityr2014@yandex.ru*

*Дубинина Вера Георгиевна, доцент, директор ДТО*

*E-mail: dvg-nti@mail.ru*

*Лунькова Лариса Юрьевна, ст. преподаватель,*

*E-mail: dvg-nti@mail.ru*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ  
г. Нижний Тагил, РФ*

**Аннотация.** Неровный рельеф участка постоянно становится проблемой строительства каких-либо зданий и сооружений. Эта особенность участка ведет к сложности его эксплуатации, заключенной в сползании грунта при таянии снега или в затруднении водоотвода во время проливных дождей, также она мешает коммуникационным сетям. Но в наше время этот недостаток рельефа можно обойти. Одним из вариантов решения данной проблемы может послужить подпорная стенка.

В данной статье раскрывается понятие «подпорная стена». Были рассмотрены их виды и некоторые особенности. Что влияет на их устойчивость, виды деформации и способы борьбы ними. Подпорные стенки могут быть возведены из различных материалов, таких как: дерево, бетон, природный камень, кирпич и другие штучные изделия. Данная статья касается только железобетонных подпорных стен.

Мнения по поводу необходимости применения подпорных стен в строительстве расходятся. Одни утверждают, что при грамотной организации городского ландшафта подпорные стены могут быть заменены на озелененный естественный откос грунта. Он гораздо дешевле в производстве, а также более приятен глазу.

В свою очередь, другие мнения утверждают, что такой вариант не всегда применим в условиях городского пространства из-за стремления максимально его использовать в виде стесненности застройки. А значит, отказ от подпорных сооружений приведет к потере больших площадей территории городов.

**Ключевые слова.** Подпорная стена, дренаж, устойчивость, гидроизоляция, температурно-усадочные швы, трещины, давление грунта.

Подпорная стена – это сооружение, которое на различных перепадах уровня земли, таких как откосы, склоны, выпуклости или впадины на поверхности участка, удерживает массив грунта от обрушения и сползания. Также подпорная стена может увеличить полезное пространство путем создания террасы [4]. Кроме этого, их устраивают также для укрепления бережных рек, морей и водохранилищ.

Подпорная стена изначально была придумана для того, чтобы укреплять террасы и склоны. Земляные массы не обсыпаются и не рушатся из-за того, что их держит конструкция подпорной стены [1]. Но в последнее время, данный вид строительной конструкции используется в ландшафтном дизайне как декоративный элемент. Исходя из этих назначений, подпорные стены можно разделить на две группы.

*Укрепительные.* Возводятся для выравнивания земельного участка.

*Декоративные.* Получили применение в качестве декора для сада или парка, в основном для устройства террас под различные растения [2].

Классификация подпорных стен может быть проведена по различным признакам.

По характеру взаимодействия с грунтом подпорные сооружения разделяют на:

а) *Массивные подпорные сооружения.* Достаточно большой собственный вес подпорной стены сопротивляется сдвигу и опрокидыванию, тем самым удерживая массу

грунта. Данный вид стен может быть возведен только в широких предварительно разработанных траншеях или на поверхности земли [5].

Грани у массивных подпорных сооружений могут быть вертикальными, наклонными или ступенчатыми. При значительной высоте конструкции устраиваются с контрфорсами.

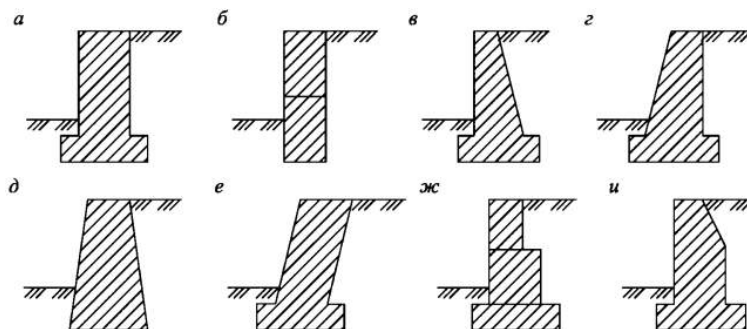


Рис. 1. Массивные подпорные стены: а, б – с двумя вертикальными гранями; в – с вертикальной лицевой и наклонной тыльной гранями; з – с наклонной лицевой и вертикальной тыльной гранями; д – с двумя симметричными наклонными гранями; е – с двумя наклонными в сторону засыпки гранями; ж – со ступенчатой тыльной гранью; и – с ломаной тыльной гранью

б) *Угловые подпорные сооружения.* Дополнительный пригруз подпорной стены сопротивляется сдвигу и опрокидыванию, тем самым удерживая массу грунта. Устраивают в предварительно разработанных широких траншеях или на поверхности земли на естественном основании, или на свайном фундаменте. В свою очередь угловые подпорные стены делятся на: консольные, стены с анкерными тягами и контрфорсные.

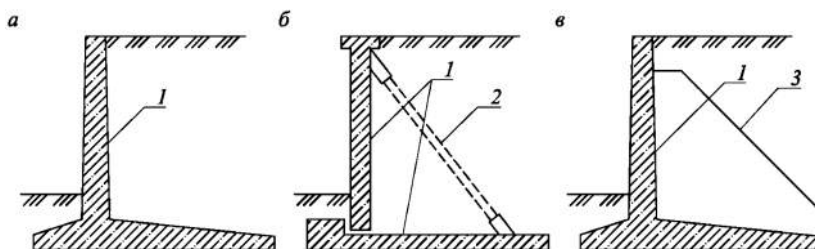


Рис. 2. Угловые подпорные стены:  
а – консольные; б – с анкерными тягами; в – контрфорсные;  
1 – подпорная стена; 2 – тяга; 3 – контрфорс

в) *Гибкие подпорные сооружения.* Подпорная стена сопротивляется сдвигу и опрокидыванию за счет заделки и, в некоторых случаях, конструкций крепления (распорок, анкеров и т. п.), тем самым удерживая массу грунта. Для возведения данного типа стен подходят предварительно разработанные скважины, узкие траншеи или другие способы строительства без предварительной разработки грунта.

Сооружения, которые устраивают способом «стена в грунте» траншейного типа и из буровых свай, также относятся к данному типу [5].

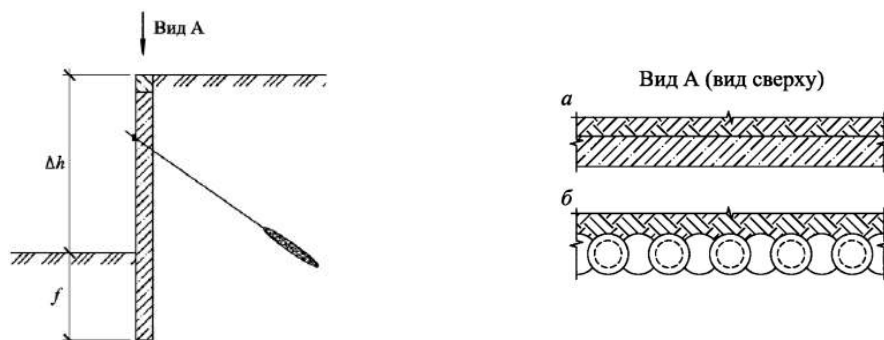


Рис. 3. Гибкие подпорные стены: *a* – траншейная железобетонная «стена в грунте»; *b* – ограждение из буросекущихся свай;  $\Delta h$  – перепад высот; *f* – зона заделки

По виду воспринимаемых нагрузок подпорные сооружения разделяют на:

а) *Несущие* – воспринимают давление грунта, подземных вод, а также вертикальные нагрузки от проектируемого здания, т. е. являются частью фундамента или каркаса здания.

б) *Ненесущие* – воспринимают только давление грунта и подземных вод [5].

По расположению: есть отдельно стоящие стены, а есть те, что связаны с примыкающими конструкциями (например, с лестницами, нишами для посадок и пандусами).

Виды стенок по высоте: низкие – не выше 1 м, невысокие или средние – от 1 до 2 м, высокие – от 2 м. По глубине заложения стенки бывают неглубокого и глубокого заложения. Для стен глубокого заложения характерно, что сама глубина заложения должна быть минимум в 1,5 раза больше ширины.

По технологии возведения железобетонные стены могут быть: монолитные и сборные. Монолитные изготовлены на заводах в виде отдельных фрагментов, их транспортируют к месту строительства и там превращают в один цельный объект. Они имеют уголко-вый профиль, могут быть консольными и с контрфорсами. Их делают из армированного бетона или бутобетона. Сборные стенки выкладывают из разных стройматериалов прямо на месте строительства [1].

Конструкции подпорной стенки состоят из следующих элементов: водоотвод, дренаж (водоотвод, необходимый для усиления прочности стенки), фундамент (часть стены, которая находится под землей и принимает на себя основную нагрузку от давления грунта), тело (вертикальная часть конструкции, собственно стенка) [4].

Факторы, негативно влияющие на устойчивость опорной стены:

- сила вибрации, представленная в виде железнодорожных путей и автомобильных дорог с интенсивным движением;
- активное действие паводков и подземных вод в районе сооружения подпорной стены;
- климатические и сейсмические особенности местности;
- параметры самой железобетонной подпорной стены, такие как высота и толщина, и почвы, на которой она расположена.

Для проектирования подпорных стен существуют общие правила, и они не зависят от особенностей их конструкции. Во-первых, при их проектировании необходимо учитывать наличие температурно-усадочных швов. Для монолитных армированных бетонных стен – через каждые 20 м, для сборно-монолитных – через каждые 25 м, для сборных конструкций – через каждые 30 м.

Во-вторых, со стороны грунта необходимо учесть обязательное наличие гидроизоляции (допустима битумная обмазочная).

В-третьих, большое значение имеет, какой грунт будет участвовать в качестве обратной засыпки. Самым предпочтительным вариантом являются дренажные грунты, такие как песок или крупнообломочные грунты, также допускаются и супеси, и суглинки. Но ни в коем случае нельзя использовать глину или чернозем [3].

К основным визуальным дефектам подпорных стен можно отнести: выпирание части стены, трещины, наклоненные или заваленные стены [4].

Потеря прочности или потеря устойчивости – вот две основные причины, из-за которых подпорные стенки становятся непригодными для дальнейшего эксплуатации.

Ненадежность материала стены, ее элементов или узлов является причиной, вследствие которой происходит потеря прочности подпорной стены. Разрушение конструкции происходит, если прочностные характеристики материалов (арматуры и бетона) меньше необходимых.

В случае потери устойчивости сама стена не разрушается, она остается целой, а вот ее проектное положение под действием различных сил меняется. Чаще всего потеря устойчивости представлена в виде заваливания стены относительно нижней наружной грани или

перемещения по подошве фундаментной части. Обычно у подпорных стен не происходит потери устойчивости как таковой. Она может происходить в исключительных случаях, и то только после того, как одна из частей конструкции теряет прочность.

К причинам, влекущим за собой разрушение подпорных стен, можно отнести:

- различные варианты ошибок проектирования, такие как недостаточное армирование, неверно подобранные материалы, ошибочные расчеты и т. п.;
- неграмотное возведение подпорных стен, которое чаще всего происходит без проекта; низкий уровень качества изготовления мест крепления, представленный в виде некачественной сварки или замоноличивания; отсутствие дренажных систем; неоднородное распределение грунтовых масс обратной засыпки и т. д.;
- в свою очередь сам грунт, окружающий подпорную стену, может привести к такому явлению как обводнение; это происходит вследствие недобросовестного технического обслуживания или вовсе его отсутствия, т. е. нет своевременной замены поврежденных частей конструкции, и не осуществляется контроль состояния дренажных систем;
- увеличение нагрузки, давящей на подпорную стену, в виде различных сооружений, не предусмотренных ни проектом, ни расчетом или в виде произвольного увеличения высоты стены без необходимого усиления конструкции;
- нарушение условий работы стены из-за неправильной реконструкции самих стенок и окружающих ее сооружений, вследствие чего далее трудно предсказать ее поведение [6];
- попадают такие случаи, в которых подпорные стены разрушаются корнями близко посаженных деревьев, т. к. корневая система интенсивно и постоянно давит на стену, и из-за этого начинают образовываться различные трещины. Есть несколько путей решения этой проблемы: или совсем отказаться от идеи озеленения поверхности земли рядом с подпорной стеной, или делать выбор в сторону тех деревьев и кустарников, корни которых растут вниз, или использовать специальный материал (геотекстиль), который не дает корням разрастись в опасных направлениях [1].

Подпорные стены – это очень важные и сложные инженерные сооружения. Они получили большое распространение ввиду высокой необходимости в них. Поэтому очень важно следить за всеми этапами ее «жизненного цикла», такими как: проектирование, ее возведение, состояние и вид эксплуатации.

Основной целью данной статьи являлось ознакомление с таким сооружением, как подпорная стена. В статье представлена не только классификация подпорных стен, но и их некоторые особенности. В целом, подпорные стены – это распространенное и крайне важное подразделение градостроительной сферы, к которому необходимо проявлять достаточное внимание на всех стадиях их существования.

#### Библиографический список

1. Все, что нужно знать о подпорных стенках [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://stroy-podskazka.ru/podpornaya-stenka/podpornye-stenkah/?ysclid=lcdt8ppgb9354951516#h2\\_803316](https://stroy-podskazka.ru/podpornaya-stenka/podpornye-stenkah/?ysclid=lcdt8ppgb9354951516#h2_803316), свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.01.2023.
2. Классификация подпорных стенок и материалы для их изготовления [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://m-strana.ru/articles/podpornaya-stenka/?utm\\_source=copy&utm\\_medium=direct&utm\\_campaign=copy\\_from\\_site](https://m-strana.ru/articles/podpornaya-stenka/?utm_source=copy&utm_medium=direct&utm_campaign=copy_from_site), свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.01.2023.
3. Варианты и технология строительства бетонных подпорных стен [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gidfundament.ru/rabota/podpornaya-stena-iz-betona.html#i-5>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.01.2023.
4. Дефекты подпорных стен, причины и способы устранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://studopedia.net/5\\_36458\\_defekti-podpornih-sten--prichini-i-sposobi](https://studopedia.net/5_36458_defekti-podpornih-sten--prichini-i-sposobi)

ustraneniya.html?ysclid=lckeic89ew296448968, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.01.2023.

5. СП 381.1325800.2018. Сооружения подпорные. Правила проектирования. – Введ. 2019–01–24. – Москва : Минстрой России, 2018.

6. Подпорные стенки как элемент городской застройки: анализ причин аварий и развитие методов расчета и конструирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.zimbelmann.ru/lectures/lecture\\_38.html](http://www.zimbelmann.ru/lectures/lecture_38.html), свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.01.2023.