

Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ им. В.В. Куйбышева, г.Владивосток)

Строительный институт
Кафедра Теории сооружений

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ ЛЕКЦИЯ

«Подпорные стенки как элемент городской застройки:
анализ причин аварий и развитие методов расчета и
конструирования»

составил: к.т.н., доцент Н.Я. Цимбельман



Владивосток – 2009

Содержание лекции

1.	ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ТАКОЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ И ЗАЧЕМ ОНИ НУЖНЫ.....	3
2.	КАКИЕ БЫВАЮТ ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ.....	4
3.	РАЗРУШЕНИЕ ПОДПОРНЫХ СТЕН	12
4.	КАК ВЫГЛЯДИТ ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ	16
5.	ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЙ ПОДПОРНЫХ СТЕН	17
6.	МЕРЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ РАЗРУШЕНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН.....	19
7.	СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДПОРНЫХ СТЕН, ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	19
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЛЕКЦИИ.....	23
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ СТУДЕНТАМ ПО ТЕМЕ ЛЕКЦИИ.....	25
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. «ГЛОССАРИЙ К ЛЕКЦИИ»	26

1. Введение. Что такое подпорные стенки и зачем они нужны

Подпорная стенка – это сооружение, предназначенное для удержания земляной массы от обрушения. Обычно подпорные сооружения устраивают вблизи домов, дорог и иных сооружений, когда необходимо обеспечить резкий перепад отметки планировки.



Различные подпорные сооружения в городской застройке



Существуют разные мнения по поводу необходимости использования подпорных стенок в строительстве:

- первое заключается в том, что при правильном понимании гармонии городского ландшафта в подпорных стенках нет необходимости: озелененный естественный откос грунта визуальнее приятнее и дешевле в производстве;

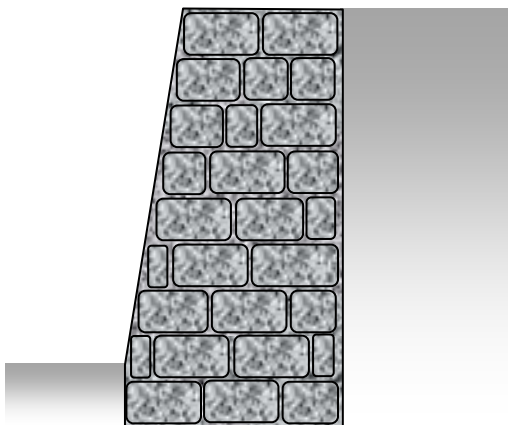
- другое, тоже крайнее мнение говорит о невозможности в условиях городского ландшафта обойтись без подпорных сооружений, поскольку относительная стесненность застройки характерна для города и отказ от подпорных стен приведет к потере ценного жизненного пространства территории городов.

На мой взгляд, за редким исключением, любой тип сооружения не возникает искусственно, но формируется естественным путем, призванный решить какую-либо задачу градостроительства. При этом использование данного сооружения должно обеспечить наиболее эффективное решение возникшей задачи.

Не являются исключением и подпорные стенки: несмотря на то, что как сооружения они относятся к категории «вспомогательных», не основных, их конструктивные решения развиваются бок о бок с основными строительными объемами: промышленными и гражданскими зданиями и сооружениями.

2. Какие бывают подпорные стенки

Исторически решения подпорных стенок формировались и развивались по мере возникновения новых строительных материалов. Первоначально подпорные стенки изготовлялись из камней, которые укладывались друг на друга «всухую» (без связующего материала), а затем с применением различных связующих и твердеющих растворов.



Массивная подпорная стенка

Здесь возникает вопрос: каким образом принималось решение о размерах поперечного сечения подпорной стенки при заданной высоте (высоте подпора)? Конечно, первоначально – из опыта зодчих. Каменная кладка – материал относительно непрочный и для того, чтобы обеспечить прочность и устойчивость стенки, надо много материала. В результате такие стенки получаются очень материалоемкими и носят название *массивных*.

Появилось название одного из видов подпорных стенок: массивные, то есть имеющие небольшую высоту, но занимающие при этом много места. Дальше, чтобы обозреть всё многообразие существующих решений подпорных стенок, выберём какой-либо удобный признак классификации. Признаков этих очень много: каждый, кому нужна классификация, избирает признак, который ему удобен. Поэтому и для подпорных стенок существует огромное количество классификаций: по функциональному назначению, по расположению относительно полотна дороги, по типу используемого материала, по роду основания, по степени экономической эффективности, по виду внешней поверхности и т.д.

Но для того, чтобы кратко осветить всё многообразие конструктивных решений подпорных стен, мы выберем другой признак. И состоит он в следующем. Подпорная стена удерживает от обрушения грунт, то есть грунт является для неё нагрузкой, которая стремится опрокинуть и разрушить стену. Однако, поразмыслив немного над конструкцией подпорной стенки, можно не только снизить негативное действие грунта на стенку, но и вовлечь его в обеспечение устойчивости стенки.

Поэтому, рассказать о типах подпорных стен я попробую, избрав в качестве признака классификации степень вовлечения грунта в дело сохранения устойчивости стены.

1. Итак, *массивные* стенки выполняются в основном из сравнительно непрочного материала (бут, бутобетон, габионы). В данном случае конструкция не предусматривает использование грунта в целях сохранения устойчивости стенки, грунт играет только негативную роль, оказывая на стенку давление.

Однако и для массивных подпорных стен проводились исследования, направленные на более рациональное распределение материала конструкции. Ещё в начале XX века Профессором Л.Д. Проскураковым предложено несколько вариантов развитых поперечных сечений подпорных стен, в том числе и стены, имеющие очертание напорной грани в виде пологой кривой поверхности.



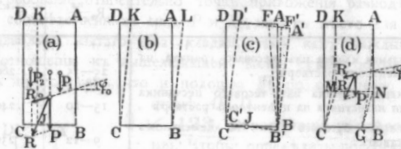
Л. Проскуряков

Ординарный профессор Императорского Московского Инженерного Училища Лавр Дмитриевич Проскуряков (1858 – 1926) и фрагменты составленного им курса Строительной механики

○ XVII. Подпорные стѣны. ○

✓ 122. Условія устойчивости. Расчетъ подпорныхъ стѣнъ заключается въ опредѣленіи поперечныхъ размѣровъ ихъ, обеспечивающихъ безопасное и продолжительное существованіе стѣнъ, безъ излишней затраты каменныхъ матеріаловъ на ихъ кладку.

Вѣсь правой части стѣны $ABKJ$ относительно J будетъ увеличиваться, а вѣсь лѣвой части $CDKJ$ — уменьшать устойчивость стѣны, такъ какъ первый приближаетъ къ срединѣ подошвы точку J , а второй — удаляетъ отъ нея. Поэтому для увеличенія устойчивости стѣны или, при сохраненіи данной степени устойчивости, для сбереженія матеріала слѣдуетъ уменьшить вѣсь лѣвой части и увеличить вѣсь правой. Достигнуть этого можно слѣдующими способами:

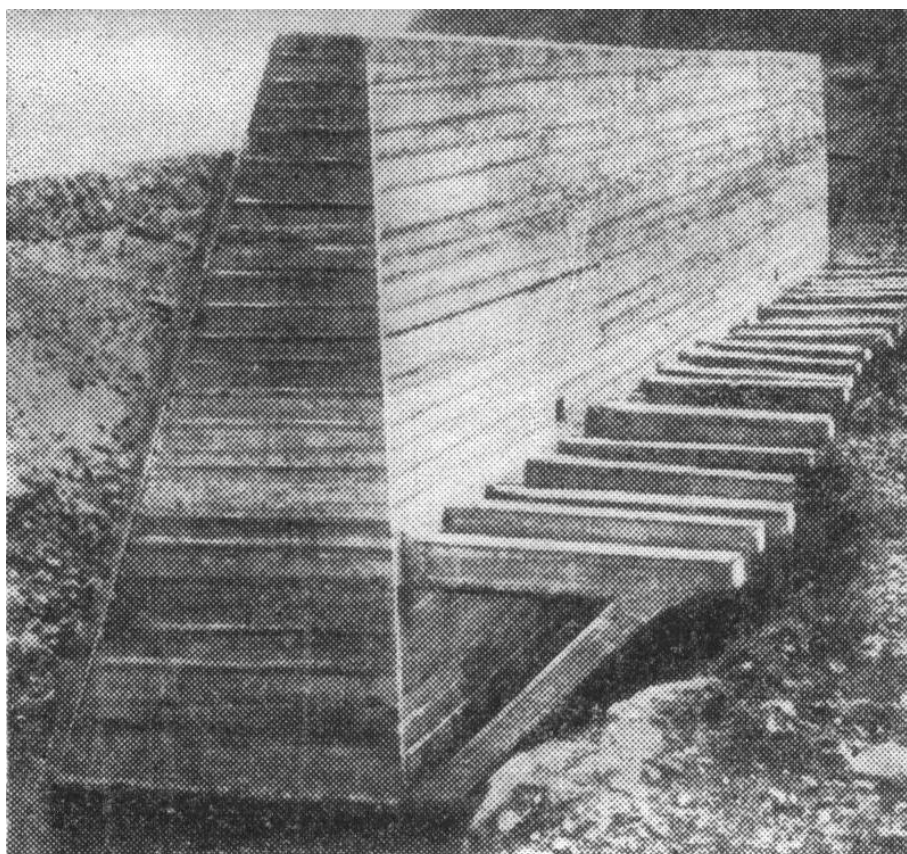
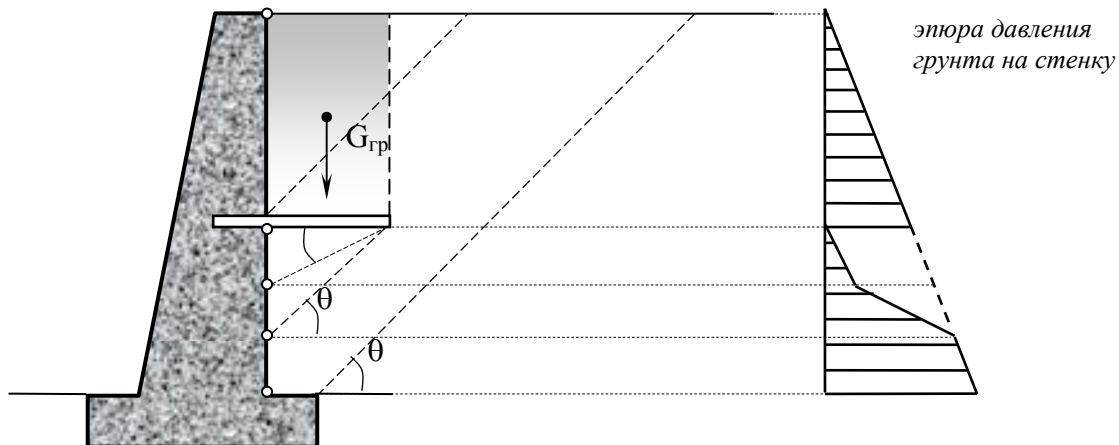


Фиг. 206.

- 1) отнять отъ прямоугольнаго поперечнаго профиля слѣва треугольникъ CDK (фиг. 207b и 206b).
- 2) еще лучше отнять треугольникъ CDK отъ лѣвой части и прибавить треугольникъ ABL къ правой (фиг. 206b и 207b);
- 3) повернуть весь профиль $ABCD$ стѣны около оси J , не измѣняя самого профиля, на уголъ β (206c и 207c);
- 4) повернуть весь профиль стѣны около оси J на уголъ β , отбрасывая справа треугольникъ ABF (фиг. 206c и 207c);
- 5) отнять отъ прямоугольнаго сѣченія слѣва трапецію $CDKM$, причемъ точка M должна быть взята такъ, чтобы равнодѣйствующая R' изъ вѣса P и давленія R'' , соответствующихъ части

2. **Полумассивные** подпорные стенки. С возникновением более прочных строительных материалов появилась возможность проектирования облегченных типов подпорных стен, изготавливаемых, в основном, из железобетона. Здесь в работу стены вовлекается сыпучее тело (грунт). Дополнительные удерживающие силы создаются за счёт грунта, оказывающего давление на специально предусмотренные в конструкции стенки консоли, выступы и горизонтальные фундаментные плиты. В зависимости от такого используемого конструктивного приема, полумассивные подпорные стенки можно разделить на *комбинированные, тонкоэлементные и тонкие*.

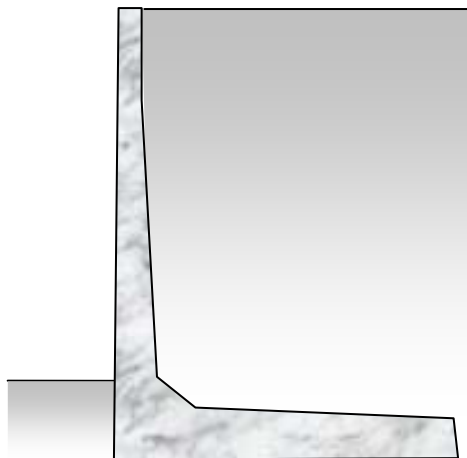
2.1. *Комбинированные* стенки вовлекают грунт в работу с помощью предусмотренных для этой цели консолей. Ограждающая часть комбинированной стены может быть выполнена по примеру массивных подпорных стен из природного камня, однако за счет использования железобетонных консолей поперечные размеры стенки сокращаются.



Комбинированная подпорная стенка: схема поперечного сечения и пример исполнения

2.2. Тонкоэлементные подпорные стенки. В начале двадцатого века для широкого применения был открыт новый строительный материал: железобетон: бетон, армированный металлическими стержнями. Материал этот значительно более прочный, чем природный камень, для обеспечения прочности его требуется значительно меньше, и собственный вес стенки лишь отчасти обеспечивает её устойчивость. Следовательно, в работу на устойчивость должен вовлекаться большой объём грунта. Разработано множество конструктивных решений тонкоэлементных подпорных стенок, состоящих обычно из связанных друг с другом

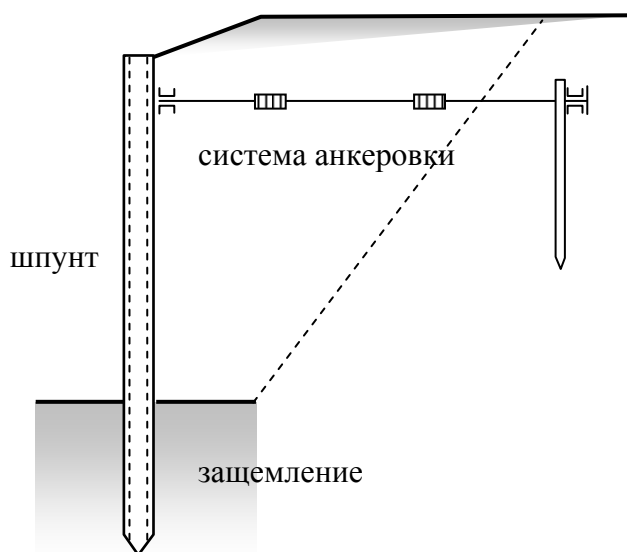
железобетонных плит. Среди стен такого типа наиболее широко применяются угловые подпорные стенки. Основная, «базовая» конструкция угловой подпорной стенки состоит из двух основных элементов – вертикальной ограждающей панели и горизонтальной фундаментной плиты.



Угловая подпорная стенка



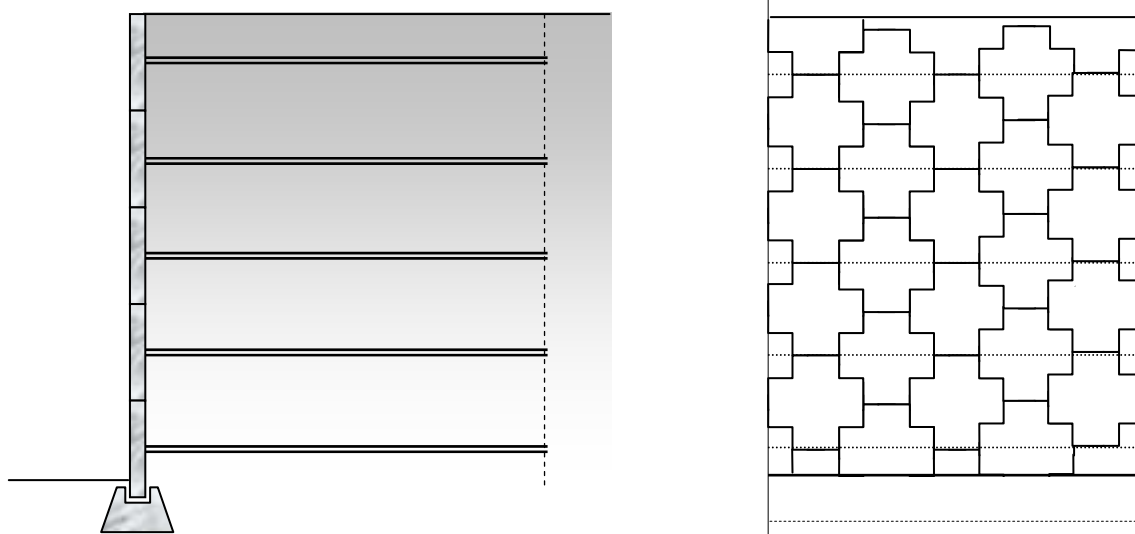
2.3. Тонкие подпорные стенки. Как правило, тонкие подпорные стенки состоят из тонкой стены ограждения и системы анкерования в виде анкерных тяг или тонких железобетонных плит. Лицевая стенка в большинстве случаев выполняется из металлического или железобетонного шпунта (из свай).



Тонкая подпорная стенка



3. *Подпорные стенки из армированного грунта.* Так называемые «армогрунтовые» подпорные стенки являют собой полную противоположность стенкам массивным. В данном случае армированный грунт является основным неотъемлемым элементом самой конструкции стенки (помимо него существуют еще два основных компонента: облицовка и армирующие элементы). Принципиальная конструкция стены из армированного грунта впервые предложена французским учёным Анри Видалем.



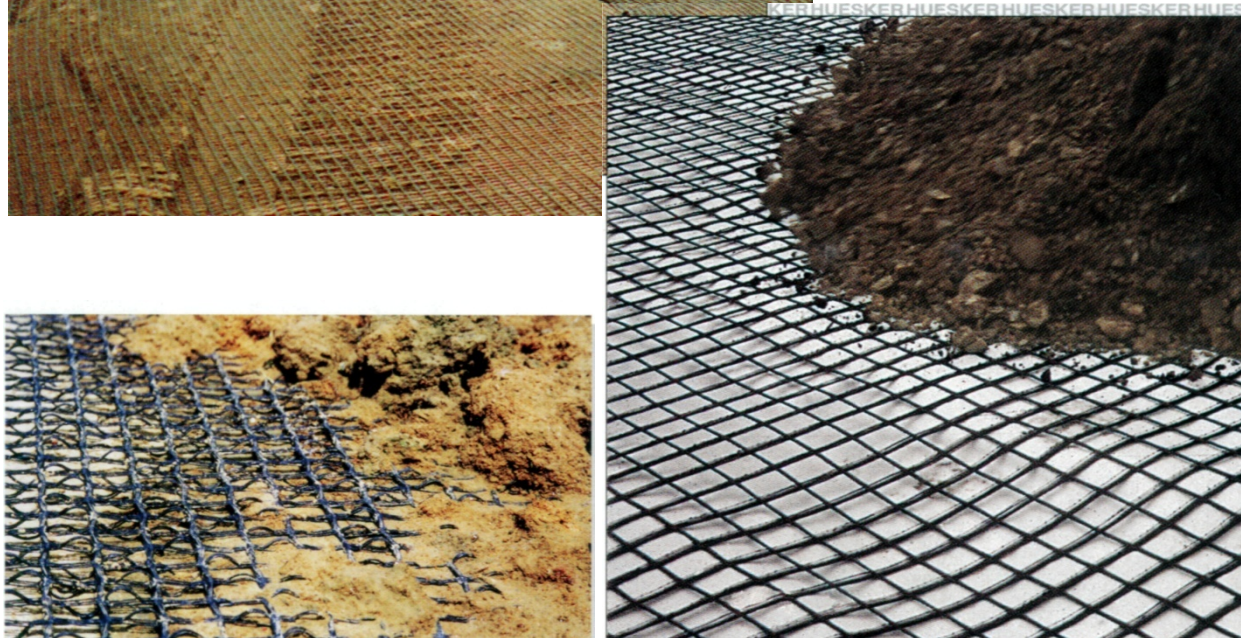
Подпорная стенка из армированного грунта (пример исполнения, схема поперечного сечения и фасада)

Как правило, в качестве армирующих элементов в конструкциях стен из армированного грунта используются металлические сетки, прикрепленные к тонким облицовочным плитам или оболочкам, образующим ограждение. Армирование может быть выполнено также в виде мембран из гибких материалов (пластмасс, геотекстилей, тонкой стали). Лицевая часть стенки возводится постепенно, по мере формирования послойно армированной засыпки.



Фрагменты процесса изготовления подпорной стенки из армированного грунта

(приведено по рекламным материалам компании «HUESKER»)



Таким образом, приемы вовлечения засыпки в работу конструкции в определенной степени применяются в пределах каждого типа ограждающих подпорных сооружений.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН

по назначению

по расположению

по статической схеме работы

по степени вовлечения в работу стенки грунта засыпки

по материалу

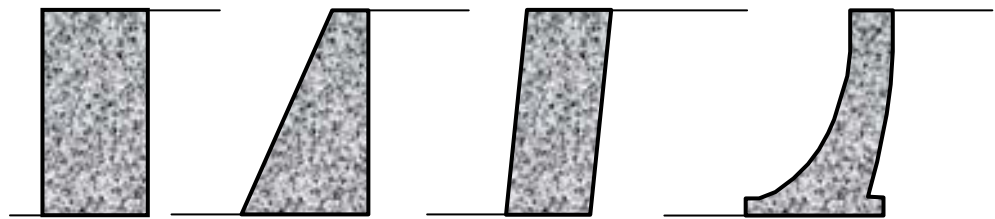
по роду основания

по очертанию и положению подошвы фундамента

по виду внешней поверхности

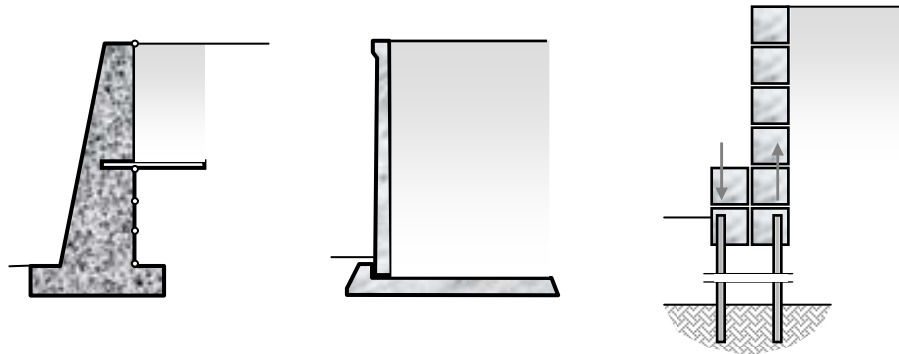
НЕ ВОВЛЕКАЮЩИЕ
ГРУНТ ЗАСЫПКИ В
РАБОТУ

ГРАВИТАЦИОННЫЕ (МАССИВНЫЕ)



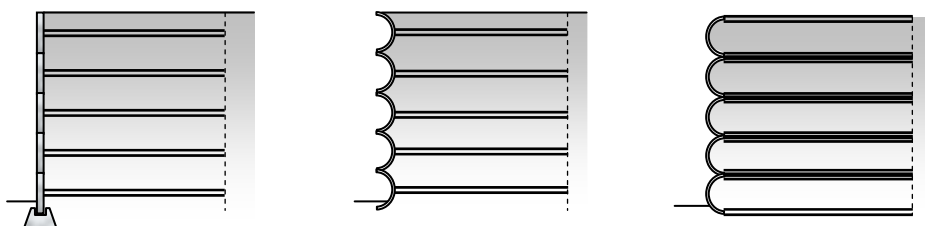
ЧАСТИЧНО
ВОВЛЕКАЮЩИЕ
ГРУНТ ЗАСЫПКИ В
РАБОТУ

ПОЛУГРАВИТАЦИОННЫЕ, УГОЛКОВЫЕ, ТОНКИЕ



ПОЛНОСТЬЮ
ВОВЛЕКАЮЩИЕ
ГРУНТ ЗАСЫПКИ В
РАБОТУ

ИЗ АРМИРОВАННОГО ГРУНТА



Резюме по классификации:

Однако приведенная классификация не говорит о каком-то преобладании одного типа над другим. Да, массивные стенки требуют много материала, они дорогие, требуют высокой квалификации мастеров при возведении и не могут быть большой высоты. Но зато они очень красивые, очень надёжные и их нетрудно встретить в районах так называемой «старой» застройки наших городов. Тонкоэлементные стенки не обладают эстетической привлекательностью, но зато они относительно дешёвы, их можно легко и быстро возводить в районах промышленной застройки.

Армогрунтовые стены наиболее полно вовлекают в работу окружающий грунт и могут быть возведены на большую высоту (известны случаи возведения таких стен на высоту около сотни метров), но они требуют больших пространств, что невозможно в стесненных городских условиях. Поэтому, каждый из рассмотренных типов подпорных стен не возникал искусственно: как и конструкции любых других сооружений, каждая конструкция подпорной стены формировалась естественным путем, призванная наиболее рационально решить определенную задачу в возникших условиях. Задача проектирования и исследований вообще состоит в том, чтобы в пределах каждого типа добиться наиболее рациональной работы конструкции, оставить материал там, где он нужен для обеспечения эксплуатационных и эстетических качеств и максимально сократить его расход в тех местах конструкции, где он не несет никакой функции.

3. Разрушение подпорных стен

В настоящее время подпорные стенки разрушаются повсеместно. К сожалению, у меня нет достоверных статистических данных по другим городам (насколько я знаю, ситуация с техническим состоянием подпорных стен во многих из них тоже неблагоприятная, но для некоторых городов их строительство не носит массовый характер, поэтому вопрос не столь актуален), но вот о Владивостоке я могу сказать с уверенностью: состояние большинства возведенных до конца XX века подпорных стенок – крайне неудовлетворительное.

Несколько последних лет кафедрой Теории сооружений ДВГТУ ведутся обследования всех типов возведенных во Владивостоке подпорных стен различных периодов постройки с целью выявления общих причин их неудовлетворительного состояния и разрушения. Подпорные стенки разрушаются на территории города повсеместно.



*Примеры обрушений подпорных стен
(1999г.)*



Обрушение подпорной стенки из сборных железобетонных блоков (2001г.)



2. Днепроvская, 13

Что есть
Фундаменты более растянулись, между ними начал проседать, в которые заросли мох и поросли рван. Стены выгнуты, не выдерживают давления грунта. По стене из линейной конструкции, расположенной сверху, крутой подтекает вода.

Мнение эксперта
Стена может обвалиться в любой момент. Ее установка имеет лет 30 назад. Однако крайне низкое качество строительных монтажных работ. Состояние оценивается как аварийное. Стену необходимо немедленно демонтировать.

ЗВОНОК В АДМИНИСТРАЦИЮ
Кому пожаловаться?

Разобрать старые стены и построить новые стоит очень дорого. В прошлом году было отремонтировано 5 старинных стен, но стоило примерно 10 миллионов рублей. Для сравнения - столько же потрoбовалось на ремонт 23 новых, «бывших» в просрочке городской администрации. - Партии отнесли старые стены отслужившие в управление содержания микрорайона и содержание территории, учитывая предположения, что в заповеднике можно обрести и в свою управленческую компетенцию.

Телефоны управляющих компаний

- Фрунзeнский район, прокуратура: (4232) 26-95-90.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 26-95-90.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 26-14-97.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 27-12-81.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 27-73-92.
- Советский район, прокуратура: (4232) 31-90-01.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 34-01-41.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 38-06-62.
- Левый берег, прокуратура: (4232) 38-22-07.

По мнению Николая Цибельманова, 60 процентов аварийных стен - в аварийном состоянии.



Разрушение уголкового подпорных стен из сборных железобетонных плит (1998 – 2002г.г.)

Не всюду разрушение выглядит столь катастрофично, как, например, произошедшее в г. Владивостоке в 1999 году обрушение подпорной стенки в районе автостоянки по улице Магнитогорской, а также подобный случай на улице Амурской, когда лишь по счастливой случайности в припаркованных у подъезда жилого дома машинах не оказалось людей, на улице Адмирала Кузнецова, улицах Нерчинской и многих других.

Однако большинство сооруженных на сегодняшний день подпорных стен в той или иной степени утратили свои эксплуатационные качества, и их нынешнее техническое состояние в глазах специалиста выглядит не менее выразительно, чем в случаях, указанных выше. Так, например, можно отметить:

- случаи ржавления арматуры лицевых панелей подпорных стен и их разрушение;
- случаи недопустимых отклонений от проектного положения,
- случаи разрушения отдельных элементов лицевых панелей и фундаментных плит, отдельных фундаментных блоков.



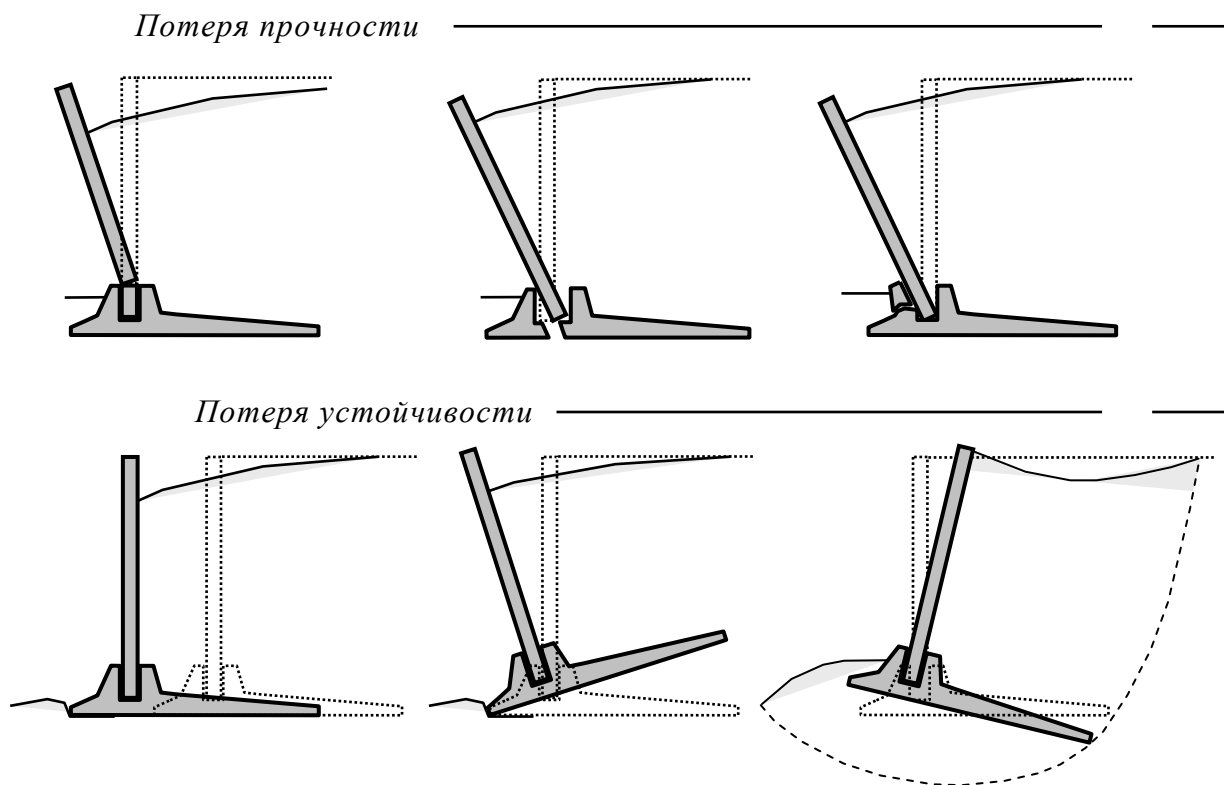
*Разрушение подпорных стен
(1998 – 2002г.г.)*

Все перечисленные случаи – иллюстрации сложного процесса разрушения, основную схему которого с инженерной точки зрения можно описать следующим образом.

4. Как выглядит процесс разрушения подпорной стенки

Выход подпорной стенки из строя может происходить по двум основным принципиальным схемам:

- потеря прочности;
- потеря устойчивости.



схемы разрушений подпорных стен

В первом случае недостаточной оказывается прочность материала стены, прочность её элементов или соединительных деталей и узлов. Действительные прочностные характеристики стальной арматуры, бетона, каменной кладки становятся меньше необходимых, вследствие чего происходит разрушение самой конструкции стенки.

Во втором случае (потеря устойчивости) подразумевается, что сама стенка остается достаточно прочной, не разрушается, происходит ее смещение относительно проектного положения. Основные виды такого смещения: опрокидывание стенки относительно нижней наружной грани и сдвиг по подошве фундаментной части стенки. Анализ проведенных кафедрой Теории сооружений обследований показывает, что, согласно всем внешним признакам разрушения, прежде всего стенки утрачивают именно прочность, признаки потери устойчивости либо отсутствуют вовсе, либо являются следствием потери прочности одной из частей конструкции.

Почему же разрушаются подпорные стенки?

5. Причины разрушений подпорных стен

В России накоплен богатый опыт теоретических исследований в области возведения подпорных стен, разработано множество утвержденных пособий и рекомендаций, позволяющих быстро и грамотно вести их проектирование. Существует множество вопросов, ответы на которые позволят проектировать более экономичные, эффективные, эстетически более привлекательные стенки, однако, неудовлетворительное состояние уже возведенных подпорных стен, как правило, не вина проектировщиков. Среди основных причин, влекущих за собой разрушение стенок, можно назвать:

- крайне некачественное возведение элементов стенки (зачастую без какого-либо проекта), неудовлетворительное изготовление узлов крепления (некачественное замоноличивание, сварка), отказ от устройства дренажных систем, некачественное распределение материала обратной засыпки и т.д.;

- отсутствие технического обслуживания (своевременная замена поврежденных частей, контроль над состоянием дренажных систем), вследствие чего возможно изменение характеристик грунтов обратной засыпки и под подошвой фундамента (например, обводнение);



Устройство на поверхности засыпки сооружений, не предусмотренных проектом



*Несанкционированное увеличение высоты
стенки*



1



2

*Удаление грунта перед подпорной
стенкой и из-под подошвы
фундаментной плиты*

- устройство дополнительных сооружений на поверхности удерживаемой засыпки, не предусмотренных проектом (гаражи, мастерские и т.д.) или наращивание высоты стенки без соответствующего усиления конструкции;

- неграмотная реконструкция самих стенок и близлежащих сооружений (зданий, дорог, площадок), в результате которой нарушаются условия работы подпорной стены и ее дальнейшее поведение становится трудно прогнозировать. Пример: удаление грунта с наружной стороны по всей длине стенки и из-под подошвы фундаментной плиты, выполненная позже засыпка уже не обеспечивает устойчивость стенки: в короткий период времени стенка отклоняется от проектного положения.

6. Меры по предупреждению разрушения подпорных стен

Для того чтобы возводимые подпорные стены сохраняли свои эксплуатационные и эстетические качества в течение всего предусмотренного проектом срока эксплуатации, прежде всего, необходимо:

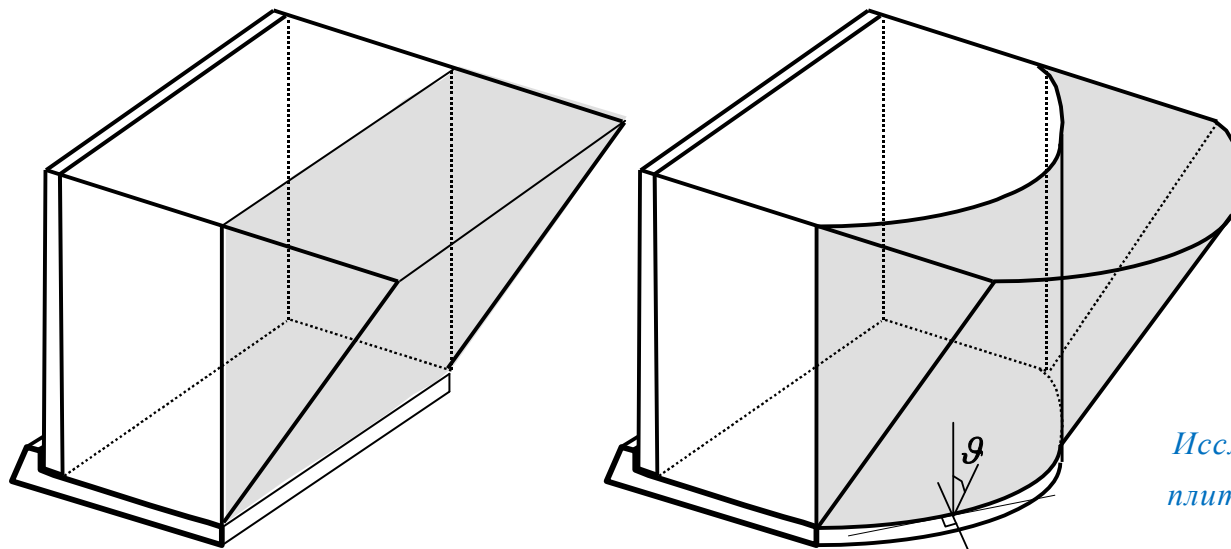
- воспринимать подпорные стенки, как сложное, ответственное инженерное сооружение, способное нормально функционировать положенный срок только при условии обеспечения качественных проектных работ, предшествующих строительно-монтажным, а также при условии регулярного текущего ремонта и технического обслуживания;

- повысить уровень технических требований, создать условия контроля на всех этапах возведения подпорной стены: требования к прочностным свойствам используемых материалов во время заводского изготовления элементов, к качеству строительных работ в процессе монтажа, обеспечив, таким образом, заложенный в проекте уровень прочности;

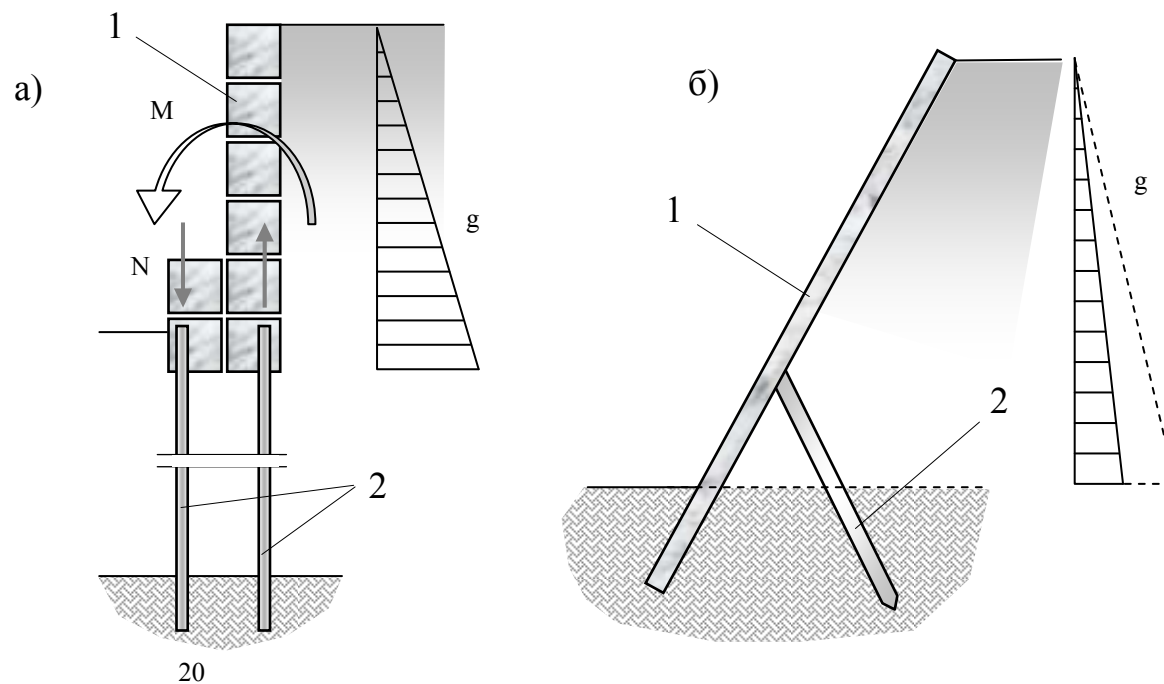
- развивать исследования в области совершенствования старых и создания новых типов подпорных стен с поправкой на местные климатические условия и возможности технологической базы, внедрять новые типы стенок в практику строительства, способствовать созданию экспериментальной базы исследований.

7. Современные исследования в области подпорных стен, возможные пути совершенствования конструктивных решений. Заключение

- *стенки уголкового профиля* (исследование влияния формы фундаментной плиты на величину удерживающего момента).



Исследование влияния формы фундаментной плиты на устойчивость угловой подпорной стенки



Тонкие подпорные стены, разработанные на кафедре Теории сооружений ДВГТУ

а – на буро-инъекционных сваях,

б – откосная стенка

1 – тонкая передняя стенка,

2 – буро-инъекционная свая

Исследования показывают, что, изменив очертание задней грани фундаментной плиты, снабдив плиту вырезами или отверстиями, можно добиться большей ее эффективности с точки зрения вовлечения в работу стенки окружающего грунта. Развитие исследований в этой области позволит реконструировать стенки с минимальными затратами, а также сократить расходы по реорганизации существующей производственной базы в связи с возросшими требованиями (например, требованиями к сейсмостойкости);

- *подпорные стенки с применением буро-инъекционных свай.* Грамотная расстановка в основании стенки буро-инъекционных свай позволяет значительно снизить расход материала, повысить технологичность строительных работ. Конструкция позволяет вести работы в крайне стесненных условиях городской застройки;

В последнее время ведутся исследования в области конструирования тонких подпорных стен с использованием буро – инъекционных свай. Сваи в конструкции стены воспринимают только продольные осевые силы и поэтому должны быть расположены из условия обеспечения их центрального нагружения.

Тонкая подпорная стенка, разработанная кафедрой Теории сооружений ДВГТУ, состоит из сборной железобетонной ограждающей части и устроенных в основании стенки буро – инъекционных свай. Прочность и устойчивость стенки обеспечена за счет передачи усилий на прочный грунт основания. Тонкая подпорная стенка откосного типа состоит из монолитной плиты ограждения и наклонной буро – инъекционной анкерной сваи. Устойчивость положения обеспечена защемлением опорной части стенки и анкерной сваи в прочные грунты.

- *конструкции подпорных стен комбинированного типа (с применением анкеров), озеленение зон подпорных стен.* Подпорные стены с применением анкеров и специальных заанкеренных блоков из сборного или монолитного железобетона наиболее распространены в странах Европейского союза. Как правило, лицевая поверхность такого типа стен предполагает возможность размещения зеленых насаждений, что придает стенам привлекательный внешний вид.

- *подпорные стенки из армированного грунта.* Стенки из армогрунта – весьма распространенный за рубежом тип подпорных стен. Применение стенок такого типа позволяет обеспечить необходимые функциональные качества в сочетании с недоступной для других типов конструкций высотой. Кроме того, стенки такого типа прекрасно гармонируют с окружающей средой, подчеркивают красоту рельефа, обеспечивают возможность «наращивания» стенки по мере поступления

сыпучего материала (засыпки). Последнее из указанных свойств делает привлекательным применение стен из армогрунта для складирования постоянно прибывающих сыпучих отходов теплоэлектростанций (зол). Однако применение стен из армогрунта в российских условиях (мерзлота, пучинистые грунты, агрессивные среды) без надлежащей корректировки недопустимо.



*Подпорные стены комбинированного типа в г. Штуттгарте
(Баден – Вюртемберг, Германия)*

Основной целью представленной лекции являлось ознакомление аудитории с самим фактом существования особой области градостроения, включающей вопросы проектирования, возведения и технического обслуживания интересных сооружений под названием «ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ». Сделана попытка анализа проблем в этой области и предложены пути их решения.

Спасибо уважаемой аудитории за внимание к этому небольшому (но всё же влияющему на качество и комфортность жизни в городах) вопросу градостроения.

***Список литературы,
использованной при подготовке к лекции***

1. Будин А.Я. Тонкие подпорные стенки. - Л.: Стройиздат, 1974.
2. Глушков Г.И. Расчет сооружений, заглубленных в грунт. - М.: Стройиздат, 1977. - 295 с.
3. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – Л.: Стройиздат, 1988.
4. Джоунс К. Сооружения из армированного грунта. - М.: Стройиздат, 1980.
5. Клейн Г.К. Расчет подпорных стен. - М.: Высшая школа, 1964.
6. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел. - М.: Стройиздат, 1977. - 256 с.
7. Механика грунтов, основания и фундаменты. Под ред. академика РИА, д.т.н. профессора С.Б.Ухова, - М: ВШ, 2004.
8. Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Справочное пособие к СНИП. /ЦНИИпромзданий Госстроя СССР.- М.: Стройиздат, 1990. - 104 с.
9. Проскуряков Л.Д. Строительная механика. Сборник задач и упражнений с решениями. Часть 2.- М., 1910. - 250 с.
10. Российский В.А. Сборные железобетонные стенки.-Киев: Будивельник,1961.
11. СНиП 2.09.03 - 85. Сооружения промышленных предприятий. Подземные сооружения. - М.: Стройиздат, 1985.
12. Снитко Н.К. Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпорных стенок. - Л.: Стройиздат, 1970. - 207 с.
13. Стоценко А.А., Доценко С.И., Мальков Н.М., Белоконь М.А. Курс Теории сооружений. Строительная механика. – Владивосток: ДВГТУ, 1994. - 176 с.
14. Цагарели З.В. Новые облегченные конструкции подпорных стен. - М.: Стройиздат, 1969. - 208 с.

15. Цимбельман Н.Я. Разрушения подпорных стен. // Труды ДВГТУ; вып.130. – Владивосток: ДВГТУ, 2001.
16. Цимбельман Н.Я., Абакумов П.А. Задача расчёта подпорных сооружений из армированного грунта, предназначенных для складирования сыпучих материалов (на английском языке, тезисы). // Восьмой международный форум студентов, аспирантов и молодых учёных стран АТР/ Сборник тезисов докладов. - Владивосток: ДВГТУ, 2008.
17. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М: ВШ, 1894.
18. Schmidt, Hans-Henning. Beitrag zur Ermittlung des Erddrucks auf Stützwände bei Nachgiebigem Baugrund. – Stuttgart: Baugrundinstitut, 1981.
19. Spotka, Hans. Einfluss der Bodenverdichtung mittels oberflächen-rüttler auf den Erddruck einer Stützwand bei Sand. – Stuttgart: Baugrundinstitut, Uni Stuttgart, 1977.
20. Vogt, Lutz. Untersuchungen zum Tragverhalten und zur Verbesserung der Standsicherheit von Stützmauern. – Dresden: Institut für Geotechnik, TU Dresden, 1998.

***Список литературы,
рекомендуемой студентам по теме лекции***

1. Джоунс К. Сооружения из армированного грунта. - М.: Стройиздат, 1980.
2. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел. - М.: Стройиздат, 1977. - 256 с.
3. Проскуряков Л.Д. Строительная механика. Сборник задач и упражнений с решениями. Часть 2.- М., 1910. - 250 с.
4. Российский В.А. Сборные железобетонные стенки.-Киев: Будивельник,1961.
5. СНиП 2.09.03 - 85. Сооружения промышленных предприятий. Подземные сооружения. - М.: Стройиздат, 1985.
6. Снитко Н.К. Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпорных стенок. - Л.: Стройиздат, 1970. - 207 с.
7. Стоценко А.А., Доценко С.И., Мальков Н.М., Белоконь М.А. Курс Теории сооружений. Строительная механика. – Владивосток: ДВГТУ, 1994. - 176 с.
8. Цагарели З.В. Новые облегченные конструкции подпорных стен. - М.: Стройиздат, 1969. - 208 с.
9. Цимбельман Н.Я. Разрушения подпорных стен. // Труды ДВГТУ; вып.130. – Владивосток: ДВГТУ, 2001.

Глоссарий к лекции

«Подпорные стенки как элемент городской застройки: анализ причин аварий и развитие методов расчета и конструирования»

№	Специальные термины и основные понятия, использованные в лекции	Разъяснение терминов и понятий	Примечание (ссылка на источник)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Подпорная стенка	Сооружение, предназначенное для удержания <i>грунта</i> от обрушения с вертикальной (или близкой к вертикальной) границей	автор лекции
2	Прочность	Способность сооружения сохранять свои эксплуатационные качества без разрушения	[13] ¹
3	Устойчивость	Способность сооружения сохранять свои эксплуатационные качества без потери начального проектного положения и формы	[13]
4	Грунт	«Рыхлая горная порода» коры выветривания литосферы (каменной оболочки Земли) – все горные породы и почвы, используемые в строительстве	[3, 17]
5	Классификация	процесс группировки объектов исследования или наблюдения в соответствии с их общими признаками.	http://ru.wikipedia.org/wiki/Классификация
6	Напорная грань подпорной стенки	Поверхность, по которой подпорная стенка воспринимает давление <i>грунта</i>	автор лекции

¹ здесь и далее по списку на стр. 23

7	Бут (Бутовый камень)	(возможно: от итальянского <i>buttare</i> – бить, толкать) – крупные куски неправильной формы размером 150-500 мм, получаемые из известняков, доломитов, песчаников, гранитов)...	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.
8	Железобетон	Сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединённых и работающих в конструкции как единое целое... Бетоном обычно воспринимаются сжимающие усилия, а арматурой – растягивающие...	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.
9	Анкер	(от нем. <i>Anker</i> – якорь) (в грунте) — устройство, служащее для передачи выдёргивающих усилий от строительных конструкций на грунтовую толщу	[7]
10	Армирование	(от лат. <i>armo</i> – вооружаю, укрепляю) – усиление материала или конструкции другим материалом...	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.
11	Шпунтовая стенка	Сплошная стенка, образованная забитыми в грунт шпунтовыми сваями	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.
12	Дренаж сооружений	Система <i>дрен</i> , предназначенная для сбора и отвода грунтовых и поверхностных вод от сооружений...	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.

13	Дрена	(от англ. <i>drain</i> – осушать) – подземный искусств. водоток для сбора и отвода грунтовых вод...	Политехнический словарь. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1980.
14	Обратная засыпка	Заполнение пустот (пазух) котлована <i>грунтом</i> после возведения подземной части сооружения	автор лекции
15	Обводнение грунта	Насыщение <i>грунта</i> грунтовыми или техногенными водами (часто приводит к изменению физико-механических характеристик <i>грунта</i>)	автор лекции