

## **НОВЫЕ ВАРИАНТЫ ОДЕВАЮЩИХ ПОДПОРНЫХ СТЕН ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ И ОЗЕЛЕНЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Гигинейшвили Д.Я., Мацаберидзе Т.Г., Гогиначвили Т.Е.  
ООО «ПРОГРЕСИ»  
г. Тбилиси, Грузия

Ткаченко Т.Н.  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
г. Киев, Украина

**АНОТАЦІЯ:** В статті наведено аналіз можливостей використання укріплень схилів для озеленення та створення ландшафтних композицій, визначення переваги їх використання в існуючому середовищі міста і вимог до конструкцій підпирних стін для ефективного озеленення.

**АННОТАЦИЯ:** В статье приведены анализ возможностей использования укреплений склонов для озеленения и создания ландшафтных композиций, определение преимущества их использования в существующей среде города и требований к конструкциям подпорных стен для эффективного озеленения.

**ABSTRACT:** The analysis of opportunities of use of strengthening of sloping ground for planting and creating of landscape compositions, determination of advantage of their use in the existing environment of the city and requirements to retaining wall structural design for effective planting.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** одевающие (прижимные) подпорные стены; создание ландшафтных композиций; арматурные стержни с винтовым профилем и с муфтой; компьютерное моделирование

### **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие и расширение городов на территориях, неблагоприятных с точки зрения инженерно-геологических условий, становится все более

распространенным явлением. В условиях земельного дефицита, появления новых технологий и повышения спроса на экологичные, безопасные, просторные и отделенные от густонаселенных кварталов участки, проходит активное строительство и освоение сложного рельефа городов в Украине (особенно в Закарпатье и Крыму), Грузии, Балканских странах, Греции и других частях Европы. Вместе с технологиями строительства совершенствуются методы и стили ландшафтного озеленения участков сложного рельефа.

**Основная цель исследования** – анализ возможностей использования укреплений склонов для озеленения и создания ландшафтных композиций, определение преимуществ их использования в существующей среде города и требований к конструкциям подпорных стен для эффективного озеленения. Конструкция подпорных стен рассматривается в виде прижимных стен с применением винтовой арматуры и натяжной муфты [1-3].

*Озеленение* включает в себя: элемент благоустройства и ландшафтной организации территории с эффективным освоением склонов с применением одевающих (прижимных) подпорных стен, обеспечивающий формирование среды зеленого образования с активным использованием растительных компонентов, а также поддержание ранее созданной или изначально существующей природной среды на территории ландшафтного образования.

Стационарное озеленение сложного рельефа может быть осуществлено с применением *одевающих (прижимных) подпорных стен* при проектировании новых или реконструкции существующих на склонах (или рядом) зданий и сооружений (застроек), имеющих уклон более 12 градусов.

Нами выделено три типа зон сложного рельефа, где возможно эффективное использование одевающих подпорных стен: городская, зона с негативным антропогенным воздействием и промышленная. В первом случае такое озеленение может предусматриваться при проектировании новых, реконструкции или усилении существующих зданий и сооружений любого назначения, с архитектурно-ландшафтными объектами. Озеленение городов с максимальным озеленением существующих склонов, очень полезно в самых разных отношениях. Помимо своей декоративной ценности, оно играет роль защиты склонов, площадок и территорий отдыха от ветра, шума и пыли, а также зданий и сооружений уже существующих и строящихся прямо на склоне или рядом с ним. Кроме того, создание одевающих подпорных стен несет экономический эффект, так как позволяет в центральных городских районах при высокой стоимости земли, в короткие сроки создать вертикальные рекреационные зоны без освоения новых территорий. Беседки, стены домов, подпорные

стенки всегда будут выглядеть живописно и весело. Следует отметить, что ассортимент растений для озеленения таких стен подбирается в зависимости от эколого-климатических условий регионов. При этом ландшафт может быть максимально приближен к естественному региональному (рис. 1), либо выполнять роль декоративного элемента в любом другом стиле (рис. 2).



Рис. 1. Пример озеленения одевающих (прижимных) подпорных стен (ландшафт приближен к естественному)

К зоне с негативным антропогенным воздействием можно отнести украинское Закарпатье, где в результате массовой бесконтрольной вырубке лесных массивов произошло оголение и ослабление склонов, приведшее к оползням (рис. 3, 4). Использование предлагаемой технологии одевающих подпорных стен для таких регионов может позволить в относительно короткие сроки восстановить экологический баланс.

Промышленное направление предполагает использование одевающих подпорных стен при рекультивации промышленных отвалов. Также возможно дополнительное укрепление склонов породных отвалов по этой технологии, так как даже при качественно проведенной рекультивации, существует огромная вероятность сползания породы со склонов отвала. Особенно это актуально при близком расположении селитебной зоны и при создании рекреационной зоны на породном отвале (рис. 5).



Рис. 2. Пример декоративного озеленения одевающих (прижимных) подпорных стен



Рис. 3. Оползни в Закарпатье



Рис. 4. Ограничение движение транспорта в результате оползней в Закарпатье

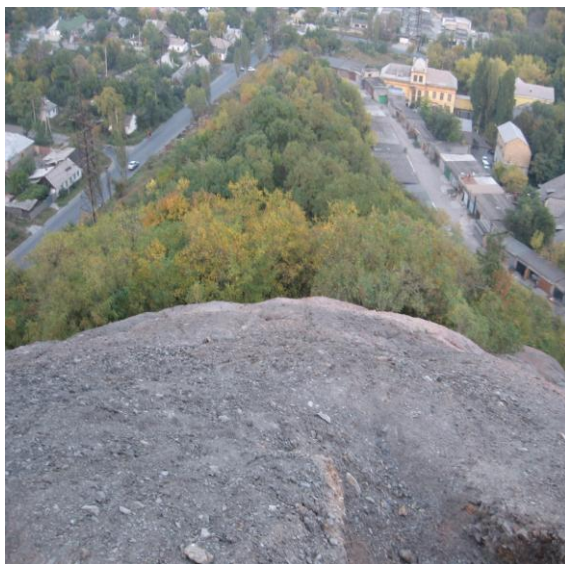


Рис. 5. Отвал Юза в центральной части г. Донецка

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При недостаточной несущей способности склона, конструкций реконструируемого или капитально ремонтируемого объекта может быть предусмотрено их усиление и обновление по требованию современного города, целесообразность которого следует подтверждать технико-экономическим обоснованием. Типы одевающих подпорных стен по своей геометрии, закреплению и по характеру работы могут быть самые разные. Для примера ниже мы приводим некоторые наиболее приемлемые варианты из них:

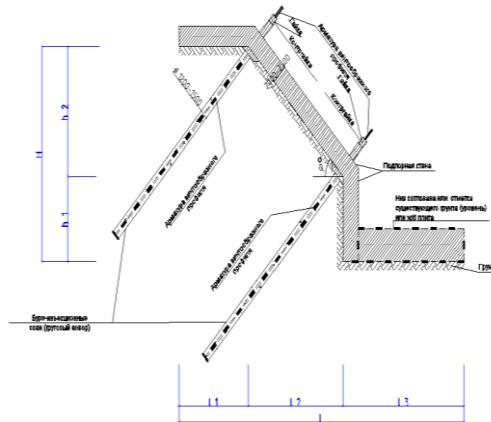


Рис. 6. Поперечный разрез одевающих (прижимных) подпорных стен.  
Вариант I

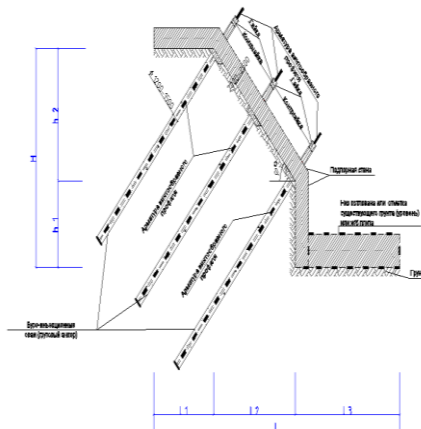


Рис. 7. Поперечный разрез одевающих (прижимных) подпорных стен.  
Вариант II

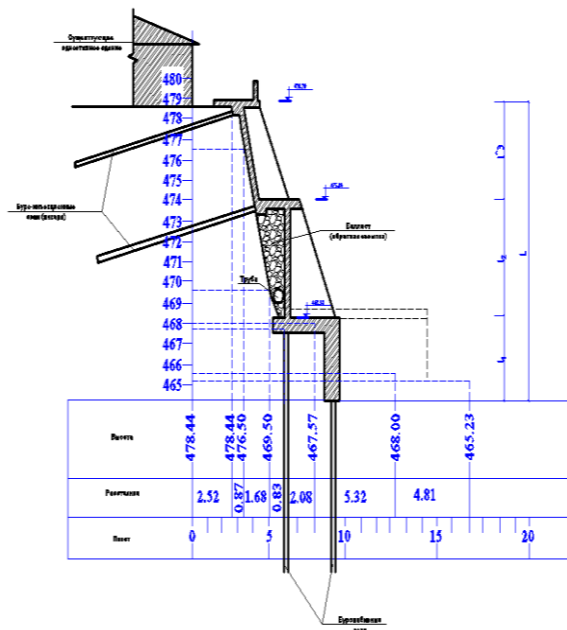


Рис. 8. Поперечный разрез одевающих (прижимных) подпорных стен на свайном фундаменте. Вариант III

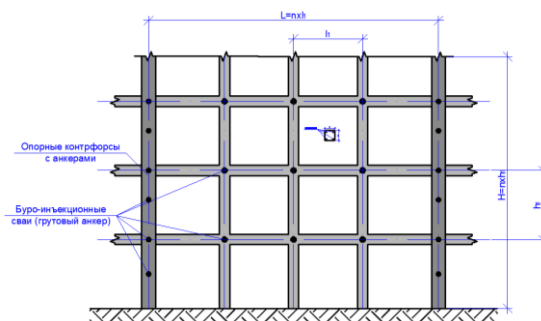


Рис. 9. Виды прижимных подпорных стен с применением опорных контрфорсов и стержневых элементов

Работа анкерной конструкции с применением арматуры винтового профиля с муфтой, основана на принципе прижатия к устойчивым грунтам, расположенным ниже поверхности призмы скольжения, которая должна воспринимать оползневое давление. Поддерживающие сооружения такого типа позволяют решать следующие задачи:

- повышение устойчивости откосов земляных сооружений;

- анкеровка одевающих (перфорированных подпорных) стен подпорных стен и буронагнеточных свай.

- стабилизация оползневого склона;

Компьютерное моделирование с применением грунтовых КЭ вычислительного комплекса «ЛИРА САПР 2014» [3, 6, 7].

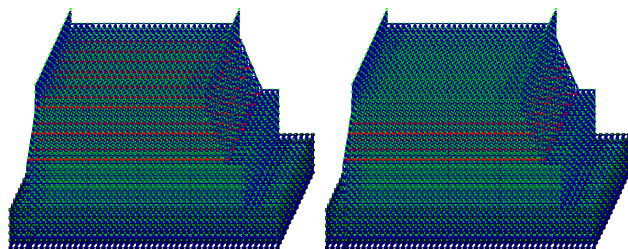


Рис. 10. Компьютерные модели массива грунта с применением обычных и грунтовых КЭ и с использованием арматуры винтового профиля

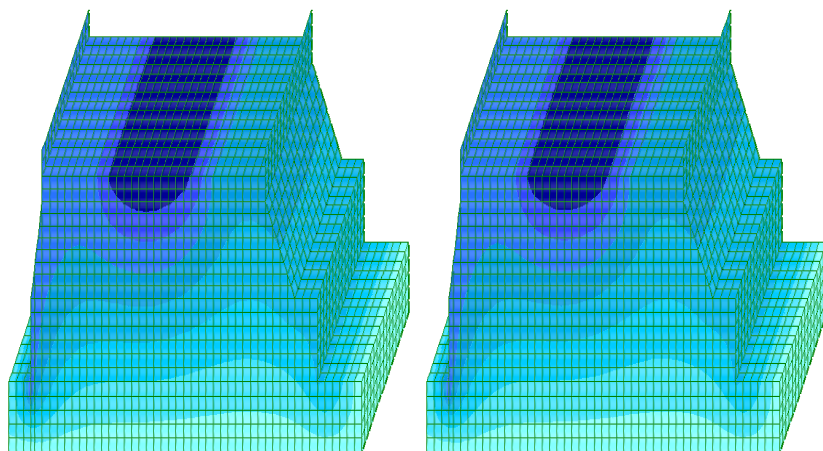
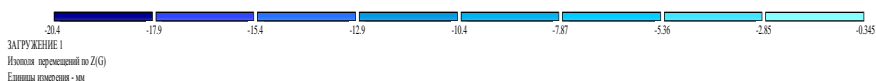


Рис. 11. Деформации массива от собственного веса грунта



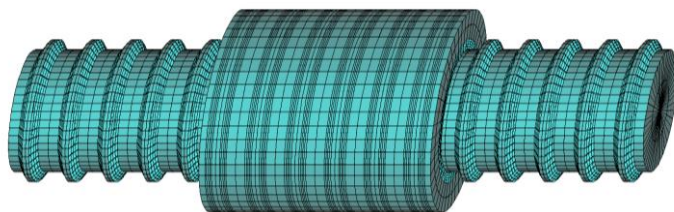


Рис. 12. Расчетная модель узла арматурных стержней с винтовым профилем и с муфтой. Благодаря таким муфтам механическим путем создается усиление для стягивания одевающих подпорных стен с грунтом

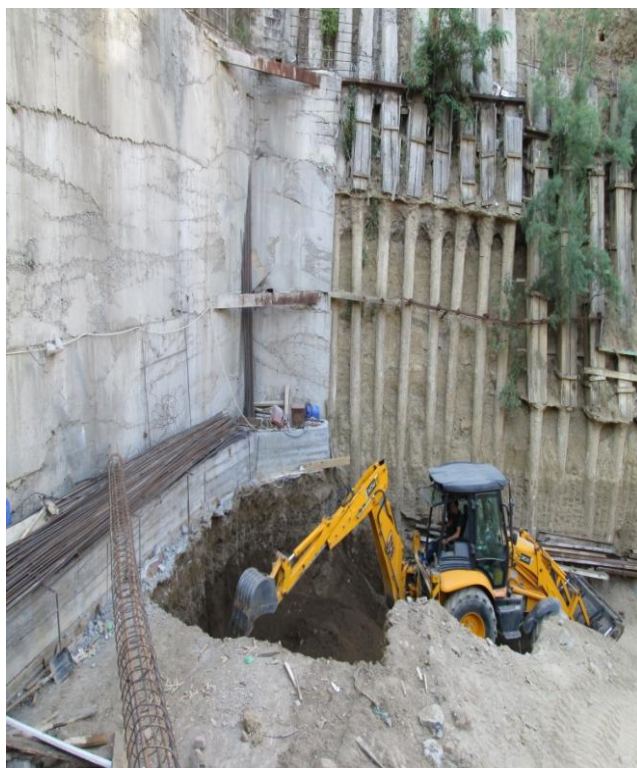


Рис. 13. Один из примеров применения одевающей подпорной стены: Вид котлована строящегося здания в центре города Тбилиси (ул. Атенская №17)

## НАУЧНАЯ НОВИЗНА

По сравнению с хорошо известными и традиционными гравитационными стенами, одевающая подпорная стена имеет следующие преимущества: 1. Устройство такой стены возможно для любой конфигурации и высоты рельефа. 2. Расход материалов для устройства такой стены является более рациональным. 3. Для устройства такой стены не требуется большое «мертвое» пространство. 4. Предоставляет специалистам широкие возможности для создания неповторимых архитектурных форм по всей длине рабочего пространства. Очевидно, что выбор оптимального конструктивного решения одевающих (прижимных) подпорных стен возможен только на основе тщательных расчетов с учетом геотехнических условий фундирования и возведения таких сооружений. Сложность таких расчетов и монтажа заключается в том, что необходимо учесть множество разнообразных факторов, а именно:

- реальное напластование грунтов и последовательность нагружения основания; сложную геометрию участка строительства, уже возведенных (существующих) строений и рельефа;

- нелинейные свойства грунтов оснований (работают часто за пределами линейной стадии: проскальзывание между пластами, деформации при больших выдергивающих нагрузках и др.);

- оценка усилий, возникающих в конструкциях при неравномерных осадках.

В полной мере учет приведенных факторов возможен только с использованием численных методов [7-9] при рассмотрении пространственных задач о взаимодействии и одевающих (прижимных) подпорных стен и оснований.

## ВЫВОДЫ

1. Устройство такой стены возможно для любой конфигурации, уклона и высоты рельефа, а по расходу материалов такая стена является более рациональной.

2. Численный анализ совместной работы конструкций таких стен с применением винтовой арматуры и натяжной муфты позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние на разных стадиях ее работы и проектировать оптимальные конструкции по несущей способности.

3. Повышает прочность и устойчивость откосов земляных сооружений.

4. После устройства одевающих (перфорированных подпорных) стен в специально вырезанных в них пространствах (пустотах) высаживаются деревья или кустарники для озеленения.

5. Выделено три типа зон сложного рельефа, где возможно эффективное использование одевающихся подпорных стен: городская, зона с негативным антропогенным воздействием и промышленная.

6. Численный анализ совместной работы конструкций одевающихся подпорных стен с применением свайных анкеров винтовой арматуры и натяжной муфты позволяет проектировать оптимальные конструкции по несущей способности для любых сейсмических регионов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по применению в железобетонных конструкциях эффективных видов стержневой арматуры. - М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. – 47с.
2. Авторское свидетельство СССР. №1830405. Стыковое соединение сборных железобетонных элементов / Гигинейшвили Д.Я., Верюжский Ю.В., Гальченко Н. Г., Пузыренко А.Г., Матков Н.Г., 1990.
3. Верюжский Ю. В. Применение численно-аналитического метода потенциала к решению контактных задач расчета сцепления арматуры с бетоном. Новые экспериментальные исследования и методы расчета железобетонных конструкций // Верюжский Ю.В., Гигинейшвили Д.Я., Судаков Г.Н. // Сб. научн. тр. - М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1989. – 199 с.
- 4.Ткаченко Т.Н. Альтернативные виды промышленного озеленения / Ткаченко Т.Н., Савенкова С.В. // Науково-технічне та організаційно-економічне сприяття реформ у будівництві і житлово-комунальному господарстві: тез. III міжнар. конф. (12.04-13.04.2012) / Макіївка, Донбаська національна академія будівництва і архітектури. - 2012. – Ч.І. - С.211-214.
- 5.Ткаченко Т.Н. Альтернативные виды промышленного озеленения / Ткаченко Т.Н., Савенкова С.В. // Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. – Т.1. – С.117-121.
6. Компьютерные модели конструкций / Городецкий А.С., Евзеров И.Д. – К.: ФАКТ, 2007. – 394 с.
7. Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко. – К.: НАУ, 2012. – 572 с.
8. Примеры для расчета и проектирования “ЛИРА 9.6” / [Боговис В.Е., Гензерский Ю.В., Гераймович Ю.Д. и др.]. – К. : ФАКТ, 2008. – 200 с.
9. PN 01/01-09 (2009). Construction in Seismic Areas.

## REFERENCES

1. Rekomendation for use in reinforced concrete structures effective types of reinforcing rods. - M.: NIIZhB USSR State Construction Committee, 1987. - 47p.
2. Copyright certificate the USSR. №1830405. Butt joint of precast concrete elements / Gigineishvili D.Y., Veryuzhsky Y.V., Gal'chenko N.G., Puzurenko A.G., Matkov N.G., 1990.
3. Veryuzhsky J.V. Application of numerical-analytical method for building solutions to contact problems of calculating the clutch armature with concrete. New experimental research and methods of calculation of reinforced concrete structures // Veryuzhsky J.V., Gigineishvili D.Y., Sudakov G.N. // Coll. Scien. w. - M.: NIIZhB State Construction Committee of the USSR, 1989. - 199 p.
4. Tkachenko T.N. Alternative types of industrial greenery planting / Tkachenko T.N., Savenkova S.V. // Sci-tech and business perception of reforms in construction and housing: theses. III Intern. Conf. (12.04-13.04.2012) / Makeyevka, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. - 2012. - P.I. - P. 211-214.
5. Tkachenko T.N. Alternative types of industrial greenery planting / Tkachenko T.N., Savenkova S.V. // Geographic and geocologic research in Ukraine and adjacent lands. - Simferopol: DIAYPI, 2013. - T.1. - P.117-121.
6. Computer models of designs / Gorodetsky A.S., Evzerov I.D. - K.: Facts, 2007. - 394 p.
7. Computer simulation technology of metal structures / Barabash M.S., Kozlov S.V., Medvedenko D.V. - K.: NAU, 2012. - 572 p.
8. Examples for the calculation and design "LIRA 9.6" / [Bogovis V.E., Genzersky Y.V., Geraymovich Y.D. and other] - K.: Fact, 2008. - 200 p.
9. PN 01/01-09 (2009). Construction in Seismic Areas.

Статья поступила в редакцию 10.08.2015 г.