

Ю.Т. Дяченко, инженер  
В.Л. Седин, д.т.н., профессор  
Е.М. Бикус, магистрант

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

## **ОПЫТ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ УСТАНОВКИ ОБОГАЩЕНИЯ ДЕМУРИНСКОГО ГОКА**

*Описан опыт предотвращения аварийного оползневое разрушения основания технологической установки. Приняты решения, позволившие предотвратить аварийное разрушение зданий – задавливание с завинчиванием свай, поочередное использование соседних свай в качестве анкерных.*

**Ключевые слова:** свая, задавливание сваи, завинчивание сваи, анкерные сваи, обтекание свай оползнем.

Ю.Т. Дяченко, инженер  
В.Л. Седин, д.т.н., профессор  
К.М. Бікус, магістрант

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

## **ДОСВІД ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВИ УСТАНОВКИ ЗБАГАЧЕННЯ ДЕМУРИНСЬКОГО ГЗК**

*Описано досвід запобігання аварійному зсувному руйнуванню основи технологічної установки. Прийнято рішення, які дозволили запобігти аварійному руйнуванню будівель – задавлювання із загвинчуванням паль, почергове використання сусідніх паль як анкерних.*

**Ключові слова:** паля, задавлювання паль, загвинчування паль, анкерні палі, обтікання паль зсувом.

J. Djachenko, engineer  
V.L. Syedin, Prof. Dr.  
K.M. Bikus, Graduate

*Prydneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*

## **STRENGTHENING FOUNDATION UNDER A CONCENTRATOR OF DEMURINSK ORE-PROCESSING PLANT**

*The disastrous landslide prevention experience for foundation under a processing plant is described. Preventive solutions against collapse of structures such as pile jacking and pile screwing using adjacent piles as anchorage are shown.*

**Keywords:** pile, pile jacking, pile screwing, anchorage, landslide flow around a pile.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами.** Противоаварийные решения зданий и сооружений, основания которых находятся в условиях оползней с высокой скоростью развития, редко бывают успешными.

В основном принимаемые меры просто опаздывают. Оползень обнаруживается, обследуется, проектируются противооползневые мероприятия, и затем в течение какого-то времени они выполняются. А за это время оползень развивается и часто сходит с высокой скоростью. Опыт спасения домов в Шамышиной балке Днепродзержинска, где была безуспешной попытка удержания склона балки буровыми сваями Ø 800 мм, Днепропетровского Тополя-1, Аптекарской балки, подтверждает сложность взаимосвязки во времени двух процессов – развития оползня и выполнения противооползневых мероприятий [1].

Интересными представляются решения, при которых здания и сооружения проводились бы в нормальное положение вне зависимости от развития оползня. Таким решением может быть подведение под здание опор, обтекаемых оползнем.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы.** Наиболее подробно анализ современных противооползневых решений описан Л.К. Гинзбургом [1] на основе собственного и мирового опыта, а также опыта ПИКУкрспецстройпроект. Описано применение подпорных стен, свайных, анкерных, решений на основе армированного грунта, контрбанкетных решений. Эти описанные решения касались или уже сошедших оползней, или условий, когда скорость схода оползня еще позволяла принять меры по предотвращению.

**Выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена данная статья.** При авариях с такими скоростями оползня, как в рассматриваемом случае зданий Демуриного ГОКа, обычно сооружения разбирались, если их успевали разобрать до полного обрушения. Конкретная цель исследований в случае с аварией на Демурином ГОКе состояла в том, чтобы не допустить обрушения обогатительной установки, расположенной на высоком берегу отстойника.

**Изложение основного материала исследования.** Берег отстойника – откос высотой около 7 м, нагруженный установкой весом 300 т, потерял устойчивость. Здания установки получили крен до  $11^\circ$ , осадка составляла 800 – 900 мм. Развитие осадок происходило со скоростью свыше 300 мм в месяц.

*Состояние объекта на момент обследования.* Установка обогащения Демуриного ГОКа представляет собой два блока зданий с металлическими каркасами и ограждением из стального профнастила. В них находится технологическая система обогащения – резервуары, трубопроводы и емкости. Здания запроектированы как передвижные. Фундаментами служат лыжи из труб  $\varnothing 150$  мм.

Здания смонтированы в 1 – 2 метрах от бровки откоса. Высота откоса – до 7 м от уровня зеркала воды отстойника. Угол откоса – около  $60^\circ$ .

Площадка установки устроена на склоне балки (рис. 1). Балка превращена отсыпанными грунтовыми плотинами в пруд-отстойник. Тальвег балки уже заполнен водой. Часть площадки вырезана в склоне балки, часть – отсыпана насыпью. Сооружения установки располагаются на насыпи. Насыпь под установку выполнялась без планировки, без выравнивания слоев, без удаления растительного слоя прямо по уклону склона балки. Часть насыпи выполнялась суглинком, часть – песком.

По расчету норм [3, 4] коэффициент устойчивости откоса меньше 1, что свидетельствует о нахождении откоса в процессе обрушения.

На момент наблюдения конструкции и емкости были смонтированы. Емкости и трубопроводы еще не заполнялись технологическими жидкостями. Еще до окончания монтажа были замечены осадки площадки и крен сооружений. До обследования выравнивание конструкций велось домкратами. Под поднятые опорные лежни подкладывались бутовые камни. Через три месяца монтажа высота бутовых стенок-подкладок под опорные лежни составила 900 мм (рис. 2). Скорость нарастания осадок достигла 300 мм в месяц. Особенно ускорились осадки, когда началась подработка откоса снизу – начали выбирать песок для каких-то нужд ГОКа.

После анализа проведенных обследований выявлены причины потери устойчивости:

- расположение зданий слишком близко от бровки откоса;
- некачественное выполнение насыпи разнородными грунтами, не горизонтальными слоями по крутому склону балки;
- подработка нижней части откоса в течение длительного времени.

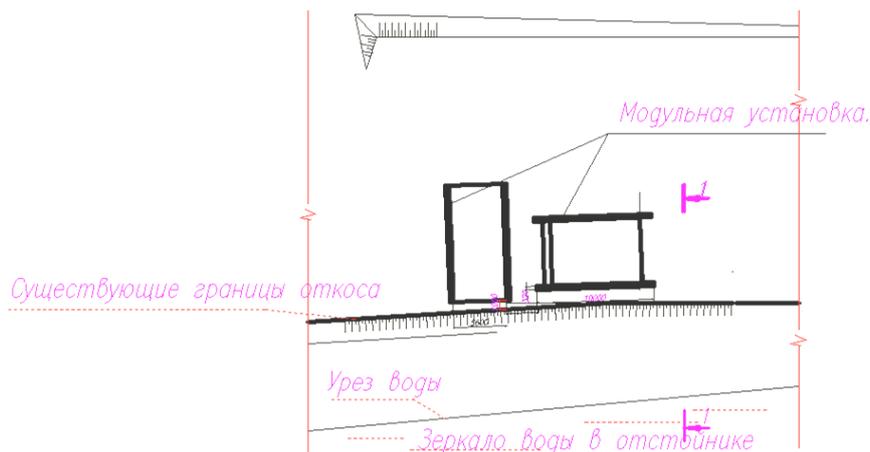


Рисунок 1 – Схема расположения модульной установки

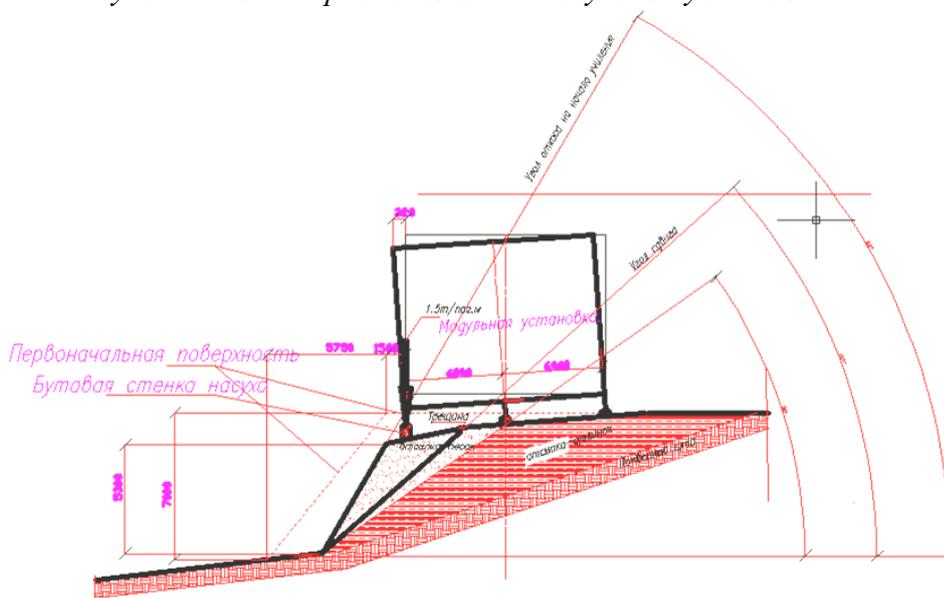


Рисунок 2 – Разрез 1 – 1. Положение до начала работ по усилению

Были приняты следующие решения по стабилизации и выравниванию установки. Передвигать установку было нецелесообразно из-за того, что все оборудование на площадке уже было обвязано трубопроводами, галереями, дополнительным оборудованием, да и границы отведенной площадки не позволяли развивать территорию. По причине аварийного положения, прежде всего из-за высокой скорости нарастания деформаций (300 мм в месяц), решения свелись к двум направлениям – устройству контрбанкета и подведения свай под установку.

В первую очередь приступили к устройству свай, что позволило, не дожидаясь отсыпки контрбанкета и затухания оползневых деформаций, перенести на них всю нагрузку, поднять и выровнять здания и тем самым избежать обрушения. Сваи приняты из условия обтекания их оползнем.

Сваи становились постоянными фундаментами установки. Длина свай принималась из условия заглубления свай ниже поверхности скольжения. Диаметр свай и расстояние между ними обеспечивали обтекание их грунтом призмы обрушения [1]. Сваи, таким образом, не служили основной оползнеустойчивающей конструкцией, а являлись фундаментами установки и опорами для выравнивания крена и подъема установки до проектного уровня.



Рисунок 3 – Положение после усиления

Сложность погружения свай была в том, что не было места для работы сваебойных механизмов, и поэтому было принято решение по задавливанию свай домкратами отдельными звеньями высотой 900 мм (рис. 4) с упором в конструкции здания. Однако вес установки для упора домкратов при задавливании свай был недостаточен. Для погружения сваи на глубину до 12 м требовалось усилие до 40 т. Такое усилие просто разрушило бы каркас установки. Для уменьшения усилия, передаваемого на установку при погружении свай, было решено:

- использовать работу части свай как анкеров, сваи задавливать поочередно через одну, используя соседние сваи как анкеры (рис. 5);
- применить наряду с задавливанием завинчивание, что резко снизит необходимое усилие для их задавливания.

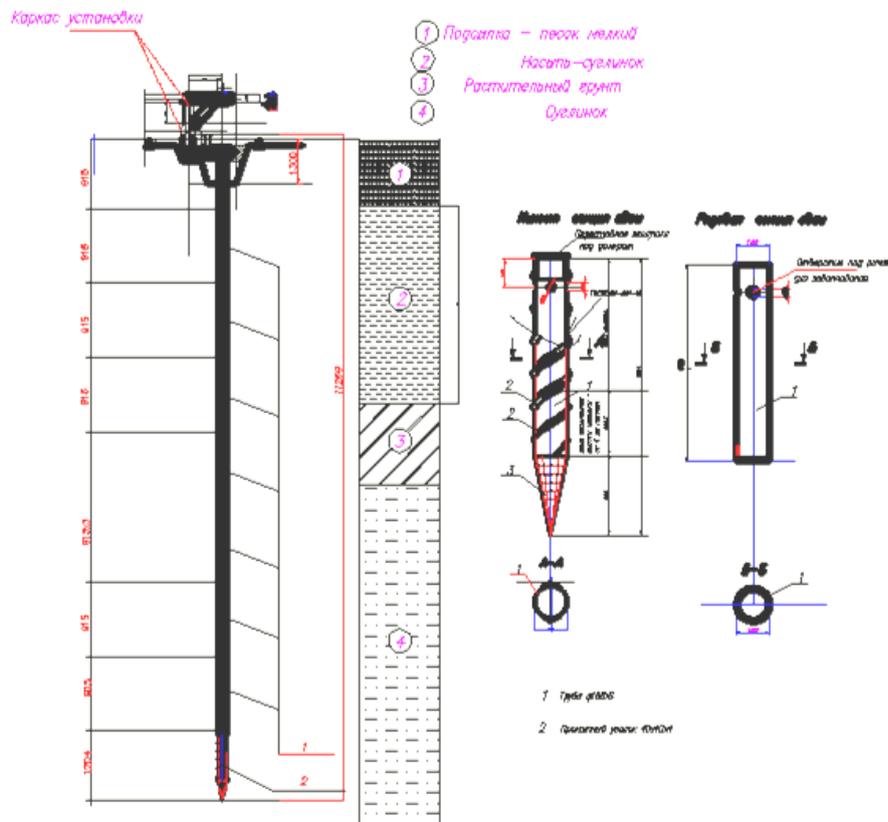


Рисунок 4 – Схема сваи

Применение соседних свай как анкерных может быть использовано не только в случае недостаточного веса здания, но и в случае, когда конструкции, в которых упрутся домкраты, не могут из условий прочности воспринять усилие подъема.



*Рисунок 5 – Порядок устройства свай:*

*а – первый этап. Погружение свай без включения анкеров; б – второй этап. Включение 1-й очереди анкеров в работу – закрепление голов анкерных свай к конструкциям установки; в – третий этап. Включение 2-й очереди анкеров в работу – закрепление голов анкерных свай к конструкциям установки*

Сваи состояли из отдельных звеньев – труб  $\text{Ø} 168 \times 6$  длиной 915 мм. Нижнее звено снабжено винтовой навивкой прокатного уголка  $40 \times 40 \times 4$  (рис. 4). Навивка по 2-заходовой винтовой спирали (с шагом 120 мм) обеспечила возможность завинчивания свай. Усилие завинчивания зависит от точности геометрии навивки. Геометрическая точность навивки и строгое выдерживание шага обеспечилась специально спроектированным калибровочным устройством для навивки уголков – своеобразной плашкой. Нижнее звено завершалось конусом с 42 отверстиями, через которые можно было дополнительно увлажнять водой грунт вокруг острия свай.

*Технология погружения свай.* Стальные трубчатые сваи погружались отдельными элементами длиной 915 мм, которые задавливались с завинчиванием.

Первый этап. Завинчивание производилось вручную рычагом длиной 2 м одновременно с задавливанием 50-тонным домкратом (рис. 5, а). Все сваи погружались до тех пор, пока вес установки обеспечивал возможность упора в нее домкрата. Максимально возможное использование веса установки для упора домкратов определялось началом подъема здания установки от усилия домкратов на упоры установки. Вертикальное усилие задавливания ограничивалось началом подъема установки.

Второй этап. На втором этапе часть свай погружалась, используя для этого способность работы других свай на выдергивание. Сваи через одну крепились к установке через двутавровую прокатную балку №30. Эти сваи работали как анкера и обеспечивали дальнейшее задавливание остальных свай (рис. 5, б).

Третий этап. После полного использования веса установки и несущей способности свай на выдергивание на втором этапе, только что задавленные сваи закреплялись к анкерной балке и использовались как анкерные для задавливания тех, которые были анкерными на втором этапе (рис. 5, в).

Второй и третий этапы пришлось повторить дважды. Таким образом, каждая свая дважды использовалась как анкерная.

Геодезическое наблюдение за осадками установок велось с помощью технического нивелирования. Проверялись как подъем установки при задавливании свай, так и деформации выдергивания анкерных свай. Крен замерялся с помощью тахеометрической съемки. Для наблюдения за деформациями и движением грунта была устроена сеть глубинных марок.

Достаточность принятых решений подтверждена отсутствием деформаций в течение последующих трех месяцев.

Реализация разработанного проектного решения и последующее наблюдение за состоянием зданий позволили сделать следующие **выводы** о:

- надежности совместного применения контрбанкета и удерживающих свай для быстрой стабилизации положения сооружения и прекращения деформаций основания;
- эффективности совместного задавливания и завинчивания для снижения вертикального усилия задавливания в случаях, когда вес сооружения недостаточен для упора домкратов;
- возможности использования в ленточных свайных фундаментах и свайных полях рядом расположенных свай в качестве анкеров для задавливания;

Кроме того, отработана технология выравнивания зданий с помощью погружения составных свай путем совместного задавливания и завинчивания с использованием рядовых свай в качестве анкерных и технология изготовления и завинчивания трубчатых свай с навивкой из прокатных уголков.

#### *Литература*

1. Гинзбург, Л.К. *Противооползневые сооружения: монография / Л.К. Гинзбург.* – Днепропетровск: ЧП «Лири ЛТД», 2007. – 188 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009 Зміна №1. *Основи та фундаменти будинків і споруд. Основні положення проектування.* – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 54 с.
3. СП 50 102-2010. *Свайные фундаменты.* – М. : ФГУП НИЦ «Строительство», 2009. – 81 с.
4. *SCAD Office [Электронный ресурс].* – Проектно-вычислительный комплекс. Откос. – Электрон. дан. и программа.

*Надійшла до редакції 30.09.2012*  
© Ю.Т. Дяченко, В.Л. Седин, Е.М. Бикус