

**МАТВЕЕВ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ**

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, член Международного общества механики грунтов и геотехнического строительства, заведующий отделом оснований и фундаментов зданий и сооружений Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций".

Основные направления научной деятельности: геотехнические и конструктивные меры защиты зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях строительства, пространственные расчеты зданий и сооружений совместно с основанием, разработка нормативных документов.

Автор 82 опубликованных работ

E-mail: matveyev@visti.com.

**МИЛЯВСКИЙ  
ВАДИМ ГРИГОРЬЕВИЧ**

Кандидат технических наук, заведующий лабораторией конструкций фундаментов и исправления деформаций зданий и сооружений Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций".

Основные направления научной деятельности: геотехнические и конструктивные меры защиты зданий и сооружений, устранение сверхнормативных кренов зданий и сооружений методом поддомкрачивания.

Автор более 50 научных работ.

E-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua

**КИСИЛЬ АСЯ ИЛЬИНИЧНА**

Ведущий научный сотрудник лаборатории геотехнических исследований и защиты территорий, здания и сооружений при неравномерных деформациях оснований Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций".

Основные направления научной деятельности: геотехнические и конструктивные меры защиты зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях строительства.

Автор 10 научных работ.

E-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua

**ИЩЕНКО  
ЮРИЙ ИВАНОВИЧ**

Заведующий лабораторией геотехнических исследований и защиты территорий, здания и сооружений при неравномерных деформациях оснований Государственного предприятия "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций".

Основные направления научной деятельности: геотехнические и конструктивные меры защиты зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях строительства.

Автор 7 научных работ.

E-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua

УДК 624.044

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЙКИ г. КИЕВА**

*Ключевые слова: эксплуатационная пригодность, выравнивание здания, расчетная модель, устойчивость склона, подпорная стена.*

*Розглянуті питання відновлення експлуатаційної придатності й реконструкції будинків у складних інженерно-геологічних умовах і в умовах щільної міської забудови.*

*Рассмотрены вопросы восстановления эксплуатационной пригодности и реконструкции зданий в сложных инженерно-геологических условиях и в условиях стесненной городской застройки.*

*The issues are considered concerning the building serviceability restoration and reconstruction in the complicated engineering and geological conditions and under urban built-up areas constraints.*

### **1 ВВЕДЕНИЕ**

Значительная часть территории г. Киева при застройке нуждается в применении специальных методов строительства и защиты зданий, так как она характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями строительства. К ним относятся площадки, сложенные просадочными грунтами, оползнеопасные склоны и др. Особенностью современного строительства в г. Киеве является возведение зданий, под которыми располагаются подземные паркинги, прокладка метрополитена под городской застройкой, строительство в условиях стесненной городской застройки. Эффективное решение затронутых вопросов возможно на основе научных разработок, которые ведутся в Государственном научно-исследовательском институте строительных конструкций.

### **2 ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОМА ДИПЛОМАТИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ МИД УКРАИНЫ**

Здание построено по проекту академика архитектуры Викентия Беретти и является памятником истории и архитектуры. Дом кирпичный, состоит из трех объемов.

Центральна частина будівлі побудована в кінці 1858...59 років, трьохповерховий. У 1893...95 роках під кутом до його довгої осі було пристроєно флігель такої ж висоти. У 1900-1901 роках по центрі будинку во дворі пристроєно двоповерховий будинок церкви. Між центральною частиною будинку та другою пристройкою існує перехід на рівні другого поверху. Під лівою частиною будинку та частково під пристройкою флігеля існує підвал.

У основі будинку залягає шар просадочного лесу потужністю до 7 м. Будівля побудована без заходів захисту від нерівномірних осадок ґрунту. В результаті впливу техногенних факторів в процесі експлуатації ґрунтове підґрунтя будинку піддалося замочуванню та просіданню. Права частина будинку при цьому отримала значительні деформації. Зовнішня стіна дворового фасаду та внутрішня, що поруч з нею, просіли. Суттєво деформована, з тріщиною по всій висоті, зовнішня фасадна стіна та внутрішня, що поруч з нею. Внаслідок цього в довгих несучих стінах утворилися значительні тріщини. Аналогічні тріщини є та в поперечних стінах. У двох простенках першого поверху, що розташовані поруч, утворилися тріщини, що свідчать про виснаження їх несучої спроможності. Ліва частина центральної частини будинку також суттєво деформувалася з поперечним тріщиною довгих стін, але в меншій ступені.

Ще більші деформації відбулися в флігелі – першій пристройці. Її фасадна стіна мала декілька тріщин, що розділили її на окремі блоки. Два з них мали нахил від площини стіни до 25 см по парапету. Зовнішня стіна кутової вставки між будинком та флігелем мала нахил в бік площини того ж порядку та значительні тріщини. Будинок перебував в аварійному стані. Приклади деформацій наведено на рис. 1.

З метою відновлення експлуатаційної придатності будинку були проведені такі роботи:

- утворення деформаційного шва між пристройкою та центральною частиною будинку;
- посилення існуючих ленточних фундаментів сваями, які вдавлювалися з під подошви існуючих фундаментів;
- виправлення просторового положення блоків несучих стін з використанням автоматизованого

вирівнювального комплексу АВК 200-33;

- заміна дерев'яного перекриття на залізобетонне та утворення підвального приміщення під всім флігелем;
- посилення бандажами та ін'єктування цементного розчину в тріщини та тріщини в стінах;
- заміна дерев'яної кровлі на металеві ферми, проведення ремонтних робіт.

Покращення існуючих ленточних фундаментів здійснювалось проходкою шурфів нижче рівня подошви на 1,5 м, утворенням розподільчих балок, вдавлюванням свай, використовуючи власну вагу будинку (використовувалася точкова навантаження на розподільчі балки від обладнання для вдавлювання до 120 т), бетонуванням ростверків. При цьому утворювалися ніші для монтажу домкратів та горизонтальні шви для розділення розподільчих балок від ростверків. Одночасно вилучалася ґрунт під наступним приміщенням підвального приміщення. Виконання цих робіт привело до появи додаткових тріщин в стінах зокрема до виснаження несучої спроможності окремих простенків малого сечення на першому поверху в стіні дворового фасаду та необхідністю їх швидкого посилення металевими бандажами.

Для розробки параметрів та режимів корекції просторового положення конструкцій була розроблена розрахункова модель будинку, в якій враховані деформації конструкцій будинку, тріщини та тріщини, що виникли за період експлуатації.

Особливістю виконаних робіт посилення конструкцій будинку Дипломатичної академії, було виправлення просторового положення несучих стін з використанням автоматизованого вирівнювального комплексу (АВК 200-33). Максимальний підйом стін центральної частини становив 15 см, а пристройки – 26 см. В стінах, що виправлялися до вертикального положення були закриті тріщини та тріщини, а загальні нахили введені в допустимі межі.

Загальний вигляд будинку після вирівнювання його просторового положення представлено на рис. 2.

### 3 РЕКОНСТРУКЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО БУДІВЛИ

Продумана реконструкція існуючого адміністративного будинку по вулиці Сагайдачного в м. Києві шляхом будівництва до нього нових об'єктів в наземній частині в вигляді однієї чотириповерхової та двох п'ятиповерхових секцій, а також утворення підземного паркування.

Площадка будівництва об'єкта розташована в складних умовах – між автомобільною дорогою по Володимирському Спуску з однієї сторони та природним схилом Володимирської гори з іншої сторони. Реконструйований будинок розташований у підножжя оползневих схилів. В безпосередній близькості до існуючого будинку проходять два перегонні тунелі метро неглибокого залягання. Конструкції проєктуваного будинку частково розташовані над перегонними тунелями метрополітену.

В геологічному строєнні площадки будівництва виділені наступні інженерно-геологічні елементи: Д1, Д2, ДДп – насипний ґрунт; ІГЭ-12 – пісок дрібний, глинистий, маловологий; ІГЭ-13 – суглинок напівтвердий, пилуватий («наглинок»); ІГЭ-14I – глина напівтверда, тріщинувата, мергелиста; ІГЭ-14II – глина тверда, мергелиста («спонділова»); ІГЭ-14III – суглинок твердий, карбонатний, з прослойками піску; ІГЭ-15

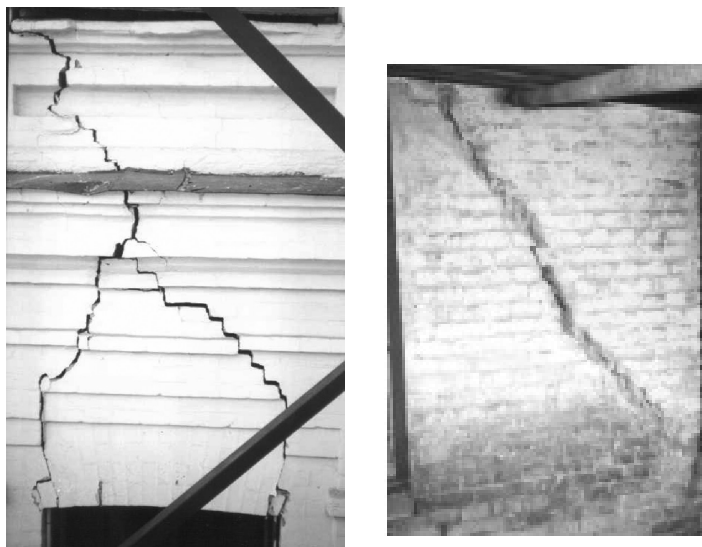


Рис. 1 Пошкодження стін будинку Дипломатичної академії МІД України  
а - арочний тріщина перемишки; б - тріщина стіни на рівні простенків першого поверху



Рис. 2. Здание Дипломатической академии МИД после выравнивания его положения в пространстве

– песок мелкий, глинистый, плотный, насыщенный водой (рисунок 3).

Площадка строительства подтоплена грунтовыми водами. Режим грунтовых вод изменен из-за сооружения дренажно-штолевых систем.

При проектировании реконструкции здания решались задачи обеспечения:

- а) устойчивости склона Владимирской Горки, у подножия которой возводятся новые объемы здания с учетом необходимости подрезки склона при вскрытии котлована под новое строительство;
- б) защиты существующего здания от влияния подрезаемого склона, как в период строительства, так и во время эксплуатации;
- в) защиты существующего здания от деформаций при устройстве котлована в период строительства;
- г) защиты конструкций перегонных туннелей метрополитена от влияния нового строительства;
- д) защиты конструкций нового строительства от влияния динамических воздействий при прохождении составов поездов метрополитена в туннелях и автомобильного транспорта, движущегося по дороге.

Устойчивость склона в существующем состоянии и с учетом его подрезки под строительство определена путем математического моделирования грунтового массива вместе с противооползневыми удерживающими конструкциями. Для оценки устойчивости склона использовался программный комплекс, в основу которого положен метод круглоцилиндрических поверхностей. В результате выполненных расчетов получены величины коэффициентов устойчивости участка склона в существующем состоянии (до начала строительства), равные 0.422...1.183, с подрезкой котлована под строительство – 0.221...0.994. Максимальная величина оползневого давления составила 13.05...256.63 тс/п.м.

Защита существующего здания от влияния подрезаемого склона предусмотрена с помощью устройства подпорных стен ПС-1 и ПС-2 (см. рисунок 3). Это сооружение обеспечивает устойчивость участка склона в процессе строительства и эксплуатации здания.

Конструкция подпорной стены ПС-1 состоит из трех рядов буронабивных свай. Из них два ряда свай диаметром 1.0 м, длиной 30 м устраиваются с шагом 1.5 м. Расстояние между рядами свай 2.0 м. Ряды свай объединены между собой железобетонным ростверком. Третий ряд свай диаметром 0.82 м длиной 14 м устраивается на расстоянии от второго ряда 2.4 м. Сваи третьего ряда объединены между собой и со сваями второго ряда железобетонным ростверком. Под ростверком, на высоту отрывки котлована, устраивается железобетонная заборка толщиной 0.3 м.

Подпорная стена является ограждением котлована с

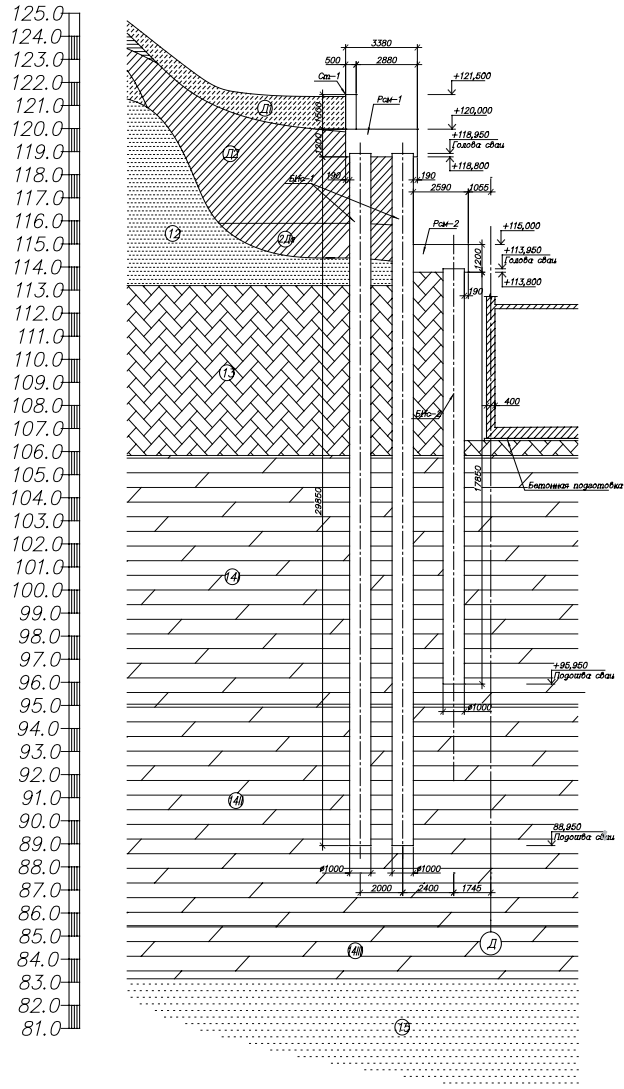


Рис. 3 Сечение подпорной стены ПС-1 с посадкой на геологический разрез одной его стороны, по трем другим сторонам котлована запроектировано металлическое закладное крепление, которое состоит из двутавровых стоек (двутавр №45) с шагом 0.9 м, объединенных между собой продольными металлическими поясами, состоящими из двух швеллеров №16. Материал заборки – деревянные доски.

Устойчивость склона в существующем состоянии и с учетом его подрезки под строительство определена путем математического моделирования грунтового массива вместе с противооползневыми удерживающими конструкциями. Для оценки устойчивости склона использовался программный комплекс, в основу которого положен метод круглоцилиндрических поверхностей. В результате выполненных расчетов получены величины коэффициентов устойчивости участка склона в существующем состоянии (до начала строительства), равные 0.422...1.183, с подрезкой котлована под строительство – 0.221...0.994. Максимальная величина оползневого давления составила 13.05...256.63 тс/п.м.

Защита существующего здания от влияния подрезаемого склона предусмотрена с помощью устройства подпорных стен ПС-1 и ПС-2 (см. рис. 3). Это сооружение обеспечивает устойчивость участка склона в процессе строительства и эксплуатации здания. Конструкция подпорной стены ПС-1 состоит из трех рядов буронабивных свай. Из них два ряда свай диаметром 1.0 м, длиной 30 м устраиваются с шагом 1.5

м. Расстояние между рядами свай 2.0 м. Ряды свай объединены между собой железобетонным ростверком. Третий ряд свай диаметром 0.82 м длиной 14 м устраивается на расстоянии от второго ряда 2.4 м. Сваи третьего ряда объединены между собой и со сваями второго ряда железобетонным ростверком. Под ростверком, на высоту отрывки котлована, устраивается железобетонная заборка толщиной 0.3 м.

Подпорная стена является ограждением котлована с одной его стороны, по трем другим сторонам котлована запроектировано металлическое закладное крепление, которое состоит из двутавровых стоек (двутавр №45) с шагом 0.9м, объединенных между собой продольными металлическими поясами, состоящими из двух швеллеров №16. Материал заборки – деревянные доски.

Расчеты по оценке устойчивости участка склона после возведения подпорной стены выполнялись по первой группе предельных состояний для двух расчетных случаев.

Первый расчетный случай – нахождение наиболее опасной поверхности скольжения, имеющей круглоцилиндрическое очертание с минимальным коэффициентом устойчивости участка склона после устройства подпорной стены.

Второй расчетный случай – нахождение наиболее опасной поверхности скольжения, имеющей круглоцилиндрическое очертание с минимальным коэффициентом устойчивости участка склона после устройства подпорной стены с максимально возможной нагрузкой на гребне склона.

В результате получены величины минимальных коэффициентов устойчивости наиболее опасных поверхностей скольжения для двух расчетных случаев, которые составляют 1,252...1,312 (рис. 4).

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что устойчивость данного участка склона с удерживающими противооползневыми сооружениями в виде трех свайных рядов, объединенных между собой ростверками и максимальной нагрузкой на гребне склона в 150 кН/м<sup>2</sup>, обеспечена с минимальным коэффициентом устойчивости 1.252, что удовлетворяет требованиям нормативных документов, действующих в Украине.

Для расчетной проверки принятого конструктивного решения подпорной стены разработана расчетная модель удерживающего сооружения (рису. 5). Модель принята в виде пространственной системы, состоящей из стержневых и пластинчатых элементов, которые моделируют работу свай и ростверков, а также специальных конечных элементов, с помощью которых моделируется взаимодействие свай и окружающего их грунтового массива. Расчеты системы на действующие нагрузки (собственный вес конструкций, оползневое давление, активное давление от собственного веса грунта) выполнены с помощью программного комплекса «Lira- Windows» и про-

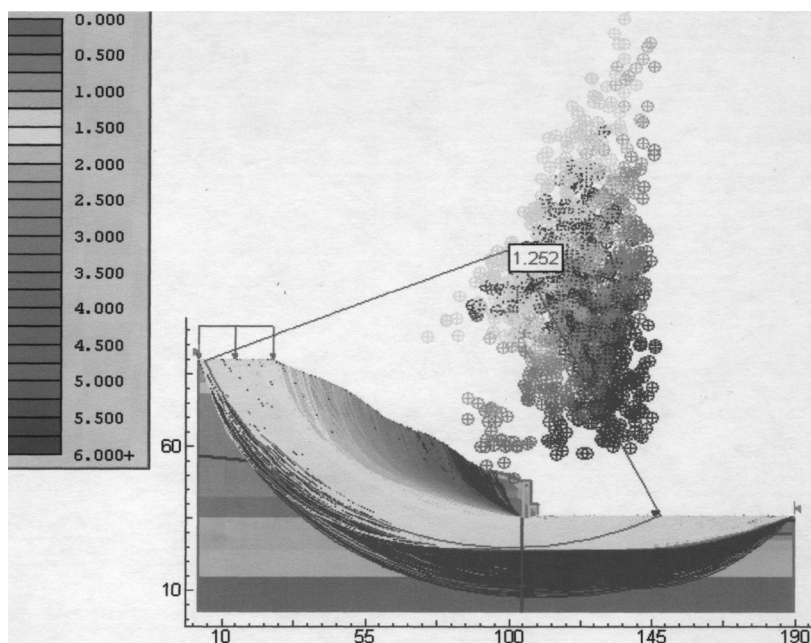


Рис. 4. Результаты расчета устойчивости склона по второму расчетному случаю. Просчитанные круглоцилиндрические поверхности скольжения

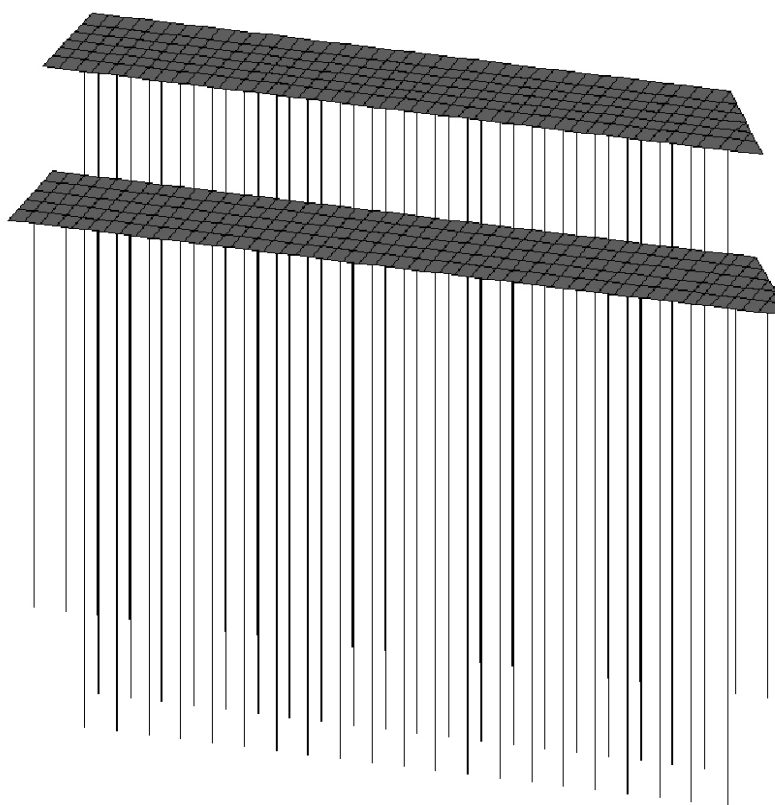


Рис. 5. Расчетная модель подпорной стены ПС-1

граммы «Пролог», позволивших учесть совместную работу сооружения и грунтового массива.

Характер деформированного состояния в одном из поперечных сечений подпорной стены и эпюры изгибающих моментов в сваях показаны на рис. 6.

Для защиты конструкций перегонных тоннелей метрополитена от влияния нового строительства предусмотрены

мероприяття, относящиеся к проектированию фундаментов возводимой части здания. В качестве фундаментов новых секций здания приняты буронабивные сваи  $\varnothing 0.62$  м длиной 16-19 м, объединенных плитным ростверком. Сваи расположены под пятном здания за исключением участков прохождения тоннелей с учетом охранной зоны, ширина которой составляет 1.5 м с каждой стороны тоннеля. Плита ростверка на участках прохождения тоннелей метро и участках охранных зон нависает над ними, благодаря чему не происходит передача нагрузки от конструкций здания на конструкции тоннелей. Подошва свай располагаются на 2 м ниже, чем конструкция тоннеля, что исключает влияние давления от возводимых конструкций здания на напряженное состояние грунтового основания тоннелей.

Отрицательное влияние динамических воздействий на конструкции здания от подвижного состава метро, а также движущегося по дороге автомобильного транспорта учитывалось при проектировании свайного фундамента. С целью снижения динамических нагрузок до параметров, допустимых действующими в Украине санитарными нормами, разработана специальная конструкция сопряжения головы свай и ростверка через демпфирующие элементы.

При разработке конструктивного решения подземной части здания и верхнего строения была разработана расчетная модель всего сооружения и выполнены расчеты здания и основания с помощью программного комплекса «Lira-Windows» и программы «Пролог».

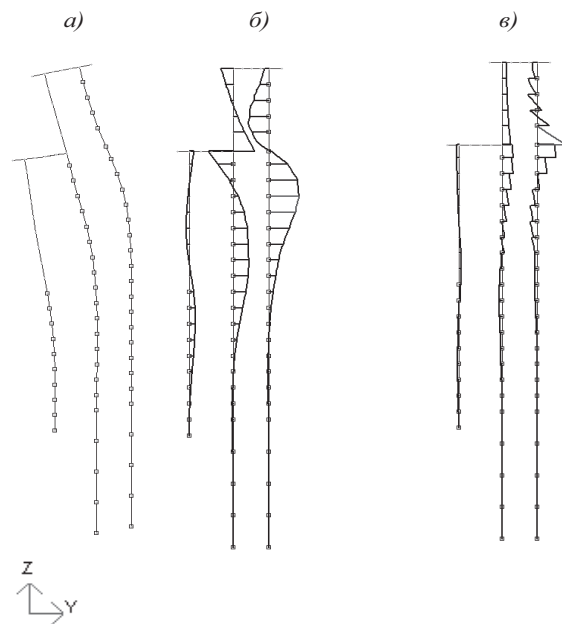


Рис. 6 Поперечное сечение подпорной стены ПС-1. Результаты расчета а – перемещение узлов расчетной модели; б - эпюры изгибающих моментов  $M_z$ ; в - эпюры поперечных сил  $Q_y$

## ABSTRACT

*M.P. Doubrovsky, M.B. Poizner, G.N. Meshcheriakov. Improvement of monitoring, design and constructing of piled structures located at the base of soil slopes//The world of geotechnik.- 2010.- №4.- P.4-8.*

In the practice of coastal and harbour construction there are a lot of piled structures (quays, shore protections, etc.) located at the base of landslide slope. In many cases to withstand landslide pressure, special landslide protection structures are used. Peculiarities of the study of complex systems "piled structure – landslide protection – soil slope", based on long-years special instrumental geodetic investigations, are considered in the report. As a research model complex system functioning at the sea Port of Yuzhny (Ukraine) is studied. Method to analyze piled structures regarding degree of physical deterioration of their main bearing elements is presented. In order to provide stability of landslide slopes during construction the modular piling system was developed for piles static pressing-in. Pile monitoring data confirmed by Static Load Testing allows prediction of static bearing capacity of the piles, providing the quality assurance of the piled foundation and provides the procedure of interactive design

*I.V. Matveev, V.G. Milavskiy, A.I. Kisil, Yu.I. Ishchenko TBuildings serviceability restoration and reconstruction in the Kyiv urban conditions//The world of geotechnik.- 2010.- №4.- P.9-13.*

The issues are considered concerning the building serviceability restoration and reconstruction in the complicated engineering and geological conditions and under urban built-up areas constraints.

*G.R. Rozenvasser, V.N. Tokovenko The Donetsk (Ukraine) Underground Railway on the undermined territories and tectonic faults//The world of geotechnik.- 2010.- №4.- P.14-18.*

Experimental investigations and mathematical models of concentrations influence of salt solutions on filtrating and deformative properties of soil are represented.

*P. Krivosheev, Y. Slyusarenko, J. Chervinsky. Development of calculation methods of foundations on the pliable basis in Ukraine//The world of geotechnik.- 2010.- №4.- P.19-23.*

Basic principles of calculation method of the constructions, taking into account variable rigidity of the ground basement, are introduced. The method of variable coefficients of rigidity of the basis allows taking into account non-linear and non-elastic deformability of ground and any displacement of a contact surface of the basis at calculations.

*V. Shokarev, V. Shapoval, V. Chaplygin, R. Samchenko, D.Volkov. Stress-strain state of the system "base-strip foundation" at elimination of excessive tilts of buildings//The world of geotechnik.- 2010.- №4.- P.24-28.*

The classification of technologies of tilts elimination of buildings and constructions is carried out. It is offered the geomechanical and design models corresponding to physical state of soil under strip foundation underworked by horizontal cylindrical boreholes. The structural diagram of the device for control of parameters of the system "foundation soil – strip foundation with tilt" is presented.