

9. Алмазов В О Проектирование железобетонных конструкций по ЕВРОНОРМАМ//Москва: АСВ –2007.–С.216.

УДК 624.131

### ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТРЫВКИ ГРУНТА ВОЗЛЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

к. т. н. Маркова М.А.

*Запорожская государственная инженерная академия*

В процессе реконструкции и при новом строительстве в существующей застройке возникает необходимость устраивать фундаменты близко к существующим зданиям. По проекту подошва вновь возводимых фундаментов часто должна устраиваться глубже, чем у существующих. Это обстоятельство в ходе выполнения строительных работ может привести к деформациям существующих зданий из-за смещения грунта.

Во многих эксплуатируемых 3-5 этажных жилых домах подвальные помещения не используются. Если эти здания располагаются в центре города, то часто возникает необходимость приспособить существующие подвалы под предприятия торговли или обслуживания. При этом во многих случаях требуется понижение пола подвала для обеспечения необходимой высоты помещений.

Под некоторыми зданиями подвал не был предусмотрен, но фундаменты имеют достаточно большую глубину заложения 2,0-2,5м. В этих случаях может потребоваться отрывка грунта для устройства подвального помещения.

В промышленных зданиях при изменении технологического процесса обычно возникает необходимость в замене фундаментов под оборудование. При этом подошвы новых фундаментов могут располагаться даже ниже, чем основные фундаменты колонн здания. Отрывка котлованов внутри промзданий обычно требует тщательного обоснования из-за значительных нагрузок на существующие фундаменты, высокого уровня подземных вод, действия динамических нагрузок и других обстоятельств.

В статье [1] описана ликвидация аварийного состояния, возникшего в историческом здании гостиницы в г.Саратове из-за отрывки котлована. При проектировании реконструкции не был выполнен анализ напряженного состояния здания гостиницы при устройстве котлована рядом с ним. В процессе производства работ в существующем здании образовались трещины и была прекращена его эксплуатация. Возникла угроза обрушения торцевой стены и она была временно раскреплена.

В статье [2] приведена информация по укреплению откосов лессового грунта в г. Ростове-на-Дону при строительстве зданий в плотной городской застройке. Показана возможность отрывки котлованов глубиной 10-15 м (рис.1)

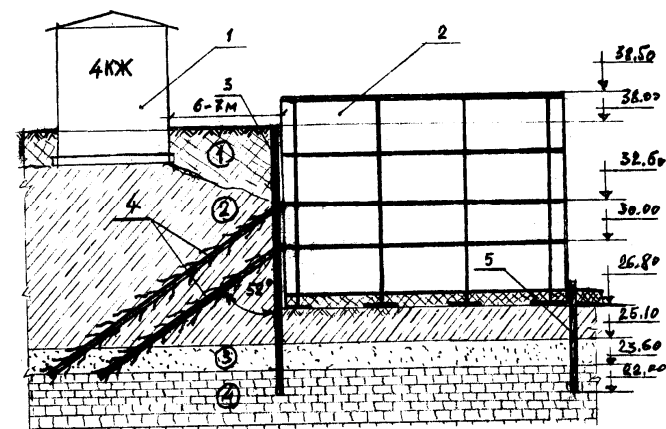


Рис 1. Схема укрепления склона, (1-существующее здание, 2-возводимое здание, 3,5 – сваи, 4 – анкеры)

В статье [3] отмечается, что в последнее время участились случаи разрушения зданий при отрывке глубоких котлованов. Выделены несколько методов защиты существующих зданий: подведение фундамента, укреплением откоса подпорной стенкой и закреплением грунта.

Важность и ответственность устройства глубоких котлованов в существующей исторической застройке рассматривается в статье [4]. Для обеспечения безаварийного выполнения работ разработан специальный Интернет-ресурс, позволяющий нескольким специалистам одновременно работать с проектом геотехнических работ, контролировать ход работ и своевременно принимать решения по необходимой корректировке.

Метод расчета зданий вблизи глубоких котлованов рассматривался Ильичевым В. А. и Никифоровой Н. С. [5]. Предложена расчетная модель здания в виде балки на упругом основании. Показано соответствие этого расчета с численным анализом по программе «PLAXIS».

Предложенный метод расчета достаточно сложный и вместе с тем не очень точный, т.к. состоит из двух этапов. Первоначально определяется жесткость основания и его смещения, а затем определяются усилия в здании, как балке на упругом основании. Целесообразна разработка и апробирование более адекватной расчетной модели.

В настоящее время в Украине мало внимания уделяется обобщению опыта отрывки грунта и устройству фундаментов у существующих зданий. Об этом свидетельствует практически полное отсутствие регламентаций в нормативных документах. Вместе с тем анализ и регламентирование этих вопросов может повысить надежность производства работ и снизить стоимость реконструкции.

Для оценки устойчивости откосов совместно с конструкциями крепления и определения осадок фундаментов в процессе строительства необходимо

достоверно определить напряженно-деформированное состояние системы «здание–основание». Традиционные методы решения таких задач, основанные на упрощенных расчетных схемах и определении активного давления грунта по схеме Кулона, не универсальны. Более универсальны расчеты, использующие модели, ориентированные на современные программы метода конечных элементов (МКЭ). Однако практическое применение таких расчетов при проектировании еще недостаточно. Считаем полезным, для разработки эффективных методов устройства фундаментов при реконструкции, изучение опыта строительства в других странах, в частности Германии.

К анализу норм Германии уже обращались специалисты геотехники Украины [6]. При этом сопоставлялись отдельные нормы Украины ДБН и СНГ с нормами Германии. Показано, что нормы Германии тщательно составлены и регламентируют многие вопросы реконструкции.

В книге «Повреждения подземных конструкций» [7] значительная часть посвящена проблеме влияния отрывки котлованов на существующие здания. Особенность этой книги в том, что в ней приведено большое количество примеров повреждений конструкций от деформаций оснований. При этом подробно анализируются причины повреждений и способы устранения последствий деформирования. На Рис.2 приведен пример закрепления откоса при выемке грунта [7]. Показано, что выполняются значительные выемки глубиной до 17м с вертикальными откосами. Крепление откосов выполняется различными способами, обычно с установкой анкеров.

Подведение фундаментов под существующие здания выполняется согласно [7,8] участками с разрывами в плане не менее 4м. По высоте бетонирование подводимого фундамента производится последовательно отдельными ярусами высотой не более 2м.

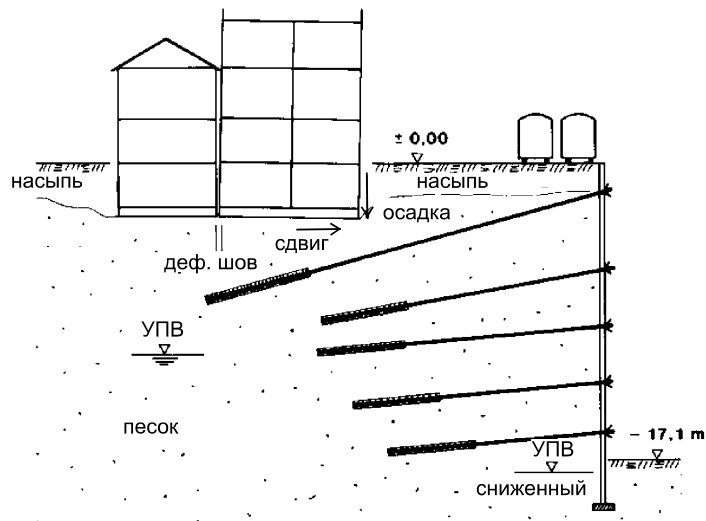


Рис.2. Схема конструкции закрепления откоса

Приведено несколько примеров выполненных работ по обоснованию отрывки грунта у здания. В процессе эксплуатации при реконструкции промышленного здания на заводе «Укрграфит» возникла необходимость в отрывке котлована в действующем промздании. При этом потребовалась разработка закреплений грунта таким образом, чтобы существующее здание продолжало бы нормально эксплуатироваться.

Откосы котлована были закреплены силикатизацией и дополнительно выполнен ряд буроинъекционных свай. Надежность закрепления оценивалась расчетом по МКЭ. Учитывались нагрузки от каркаса здания, давление подземных вод и вес грунта. Выполнялся нелинейный расчет с поэтапным исключением из работы конечных элементов удаляемого грунта. Расчет выполнялся для нескольких этапов отрывки котлована и устройства креплений откоса. Сначала определялось напряженное состояние от собственного веса грунта и давления здания. Затем удалялись элементы, моделирующие отрывку котлована на половину глубины, и вводились элементы, моделирующие сваи и анкера. На последнем этапе удалялись элементы, соответствующие полной отрывке котлована.

При такой последовательности расчетов учитывается поэтапное изменение напряженного состояния всей системы с учетом нелинейной работы материалов грунта и конструкций креплений и зданий. При этом выявляются перегруженные элементы и выделяются участки, где происходят чрезмерные деформации. Определяются зоны перехода грунта в пластическое состояние. Этот расчет позволяет, обосновано определить требуемые конструкции крепления и выбрать порядок производства работ.

На рис.3 показана расчетная схема удерживания откосов буронабивными сваями. Для расчета использовалась программа «PLAXIS».

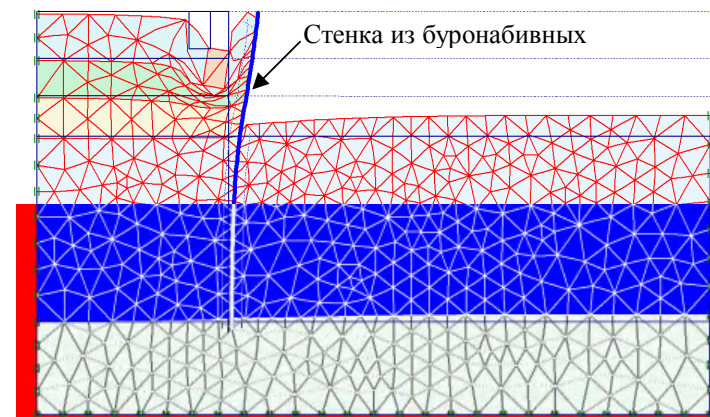


Рис.3. Деформированная схема при расчете крепления откоса буронабивными сваями

Опыт разработки котлованов с вертикальными откосами в необводненных лессовых грунтах ненарушенной структуры показал, что устойчивы откосы высотой 4÷5м и более. Расчеты, выполненные по МКЭ, это подтверждают. Вместе с тем, при обводненных лессовых грунтах неустойчивыми оказываются даже откосы высотой 1-2м.

Для обоснования проведения реконструкции следует считать обязательным проведение изысканий, расчетов, разработки проекта и наблюдений в процессе строительства. Особенно ответственны случаи реконструкции, при которых отрывка котлована производится ниже существующей отметки подошвы фундаментов

В процессе составления рекомендаций по проведению реконструкции требуется обосновывать возможность отрывки грунта для устройства подвальных помещений. При этом конструкции усиления подбираются по результатам расчета системы «массив грунта – конструкции фундамента». При этом поэтапно моделируется отрывка грунта и установка поддерживающих конструкций.

Имеются примеры реконструкции зданий, в которых устроен подвал с отметкой пола ниже подошвы существующих фундаментов. Для обеспечения нормальной работы здания предусматривается железобетонная конструкция, поддерживающая фундаменты.

Устройство конструкции предлагается отдельными захватками. При прямоугольном подвале считаем целесообразным первую захватку выполнить в виде траншей пересекающих подвал посередине сторон. Для конкретных объектов расчетами была показана возможность проведения работ при планируемых захватках.

Из изложенного материала можно сделать вывод об эффективности анализа напряженно-деформированного состояния грунта при его отрывке у существующих зданий. Вопросы отрывки грунта, устройства новых, усиления существующих фундаментов целесообразно регламентировать в специальном нормативном документе аналогично тому, как это сделано в DIN 4123 [8].

#### **Выводы.**

При устройстве котлованов около существующих зданий и заглублении пола подвала необходимо оценивать возможные деформации стен. В необходимых случаях разрабатываются специальные конструкции, снижающие деформации существующих зданий.

В некоторых странах, например в Германии, разработаны специальные нормативные документы, регламентирующие проведение земляных работ и устройство фундаментов при реконструкции. Целесообразна разработка аналогичных нормативных документов применительно к специфическим условиям Украины.

Многие задачи по определению напряженно-деформированного состояния массивов грунта, конструкций, удерживающих откосы у существующих зданий, могут быть решены с помощью современных программ, основанных на МКЭ.

#### **ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Айгунов М. М., Савинов А. В. Восстановление эксплуатационной пригодности гостиницы «Европа» в г. Саратове с учетом взаимодействия здания с нарушенным основанием // Труды международной конференции по геотехнике, Санкт-Петербург 26-28 мая 2005.-том 2.- С.19-23.
2. Исаев Б. Н., Бадеев С. Ю., Бабаян В. Р. и др. Опыт возведения ограждающих подпорных стенок из буронабивных свай с анкерным креплением в г. Ростове-на-Дону // Труды международной конференции по геотехнике, Санкт-Петербург 26-28 мая 2005.-том 2. - С.81-86.
3. Kotulla M., Bergisch Gladbach Sicherung von Gebäuden neben tiefen Baugruben // Tiefbau, 1996.-№ 6.-S.
4. Mejschke M., Rachwitz F., Savidis S. A., Schröder T. Visuelle Internetbasierte Informationplattform für die Bauausführung im Spezialtiefbau // Bauingenieur, Band 83, 2008.-S.359-368.
5. Ильичев В. А. Никифорова Н. С. Коренева Е. Г. Метод расчета деформаций оснований вблизи глубоких котлованов // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2006.- №6.- С.2-6.
6. Кушнер С. Г. Сравнительный анализ отдельных положений DIN и СНиП по расчету деформаций оснований // Світ геотехніки, 2004.-№1.
7. Hilmer Klaus Schäden im Gründungsbereich.–Berlin: Ernst&Sohn Verlag für Architektur und techn. Wiss., 1991.-358s.
8. DIN 4123 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude Deutsche norm, 2000.-15s.
9. Weißenbach A. Gebäudesicherung bei Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen // Bauwirtschaft, 1972.-Heft 23.- S.883-891.
10. PLAXIS. Finite Element Code for Soil and Rock Analysis, Ver.6. A.A.Balkema. Rotterdam. Brocfield, 1995.-185p.

#### **УДК 624.071.3.075**

#### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**студ. Марченко Т.В., к.т.н., доц. Банніков Д.О.**

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*

#### **1. Використання легких металевих конструкцій в будівництві**

Одним з основних напрямків ефективного металобудівництва сьогодні є використання легких металевих конструкцій (ЛМК) в будівлях промислового, сільськогосподарського, цивільного та іншого призначення.

Зокрема застосування сталевих конструкцій з гнутих профілів дозволяє суттєво знизити металоемкість об'єкта зі збереженням його несучої здатності на рівні конструкцій з гарячекатаних елементів. Закордонний досвід демонструє таку можливість не тільки для одноповерхових, але й для багатопверхових каркасів. Актуальність дослідження каркасів з гнутих профілів підкреслюється розвитком їх виробництва в Україні [1].