

УДК 624.15;69.035

А.М. Галинский, к.т.н., НИИСП, Киев

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВЫЕМОК И ФУНДАМЕНТОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные аспекты обеспечения безопасности при строительстве подземных выемок в условиях плотной застройки. Показана необходимость в дополнительных инженерных изысканиях и специальных проектных решениях, реализация которых позволяет предотвратить влияние подземных выработок на окружающие здания. Рассмотрены вопросы исследования фундаментов глубокого заложения большой несущей способности (свай и баррет) и необходимости нормирования в Украине современных методов определения их несущей способности и качества конструкции.

Ключевые слова: плотная застройка, подземная выемка, свая, баррета, исследование, нормирование.

Каждый случай строительства зданий в условиях плотной существующей застройки вызывает ряд дополнительных рисков, которые представляют собой индивидуальную совокупность осложнений и нестандартных условий, которые, к сожалению, нередко приводят к неблагоприятным воздействиям на прилегающие объекты и окружающую среду.

Чтобы обеспечить безопасность такого строительства, эти риски обязательно следует принимать во внимание во время подготовки и реализации такого строительного проекта. Зона и характер влияния опасных и неблагоприятных производственных факторов не в каждом случае являются очевидными, и для их эффективного учета они должны быть предварительно определены в процессе предпроектных изысканий, проектирования нового здания, а при необходимости – и уточнены уже в ходе строительства.

Нормативный документ ДБН В.1.2-12-2008 «Строительство в условиях плотной застройки. Требования безопасности» [1], который разработан НИИСП в сотрудничестве с другими научны-

ми и строительными организациями, устанавливает требования комплексной безопасности строительства объектов в условиях плотной застройки.

Этими Нормами предусмотрено выполнение требований на всех стадиях создания объекта – при инженерных изысканиях для строительства, при разработке проектно-сметной и проектно-технологической документации, при организации и выполнении строительно-монтажных работ, а также при мониторинге технического состояния прилегающих зданий и сооружений, территории и объекта строительства. На каждой из этих стадий должны быть соблюдены соответствующие требования безопасности или созданы предпосылки для их соблюдения на следующих стадиях.

К признакам, по которым строительство объекта следует отнести к строительству в условиях плотной застройки, относятся:

- возведение объекта строительства вплотную к существующим зданиям, сооружениям, инженерным коммуникациям;
- риск негативного техногенного влияния строительства на прилегающую застройку;
- риск негативного влияния объекта строительства или работ при его возведении на основание, фундаменты и несущие конструкции прилегающих объектов вследствие создания дополнительных напряжений в активной зоне их оснований, нарушение структуры грунтов, изменение устоявшихся гидрогеологических условий и др.

По этим признаками особое внимание следует уделять подземным выемкам.

В условиях плотной застройки при значительной стоимости земельного участка и ограниченной площади застройки максимально возможное использование подземного пространства, как правило, является обязательным для обеспечения функционирования того или другого здания.

В условиях плотной застройки строительство подземных сооружений требует выполнения дополнительных мероприятий по обеспечению комплексной безопасности строительства.

В первую очередь, это дополнительные комплексные инженерные изыскания на участке застройки, обследование прилегающих объектов существующей застройки, разработка прогнозов природных и техногенных условий на участке строительства, разработка проектно-конструкторских и организационно-технологических решений по защите объектов прилегающей застройки от техноген-

ного влияния подземного строительства, в частности, на режим гидрогеологии прилегающей территории.

Очень важным аспектом обеспечения комплексной безопасности является. научно-техническое сопровождение строительства в соответствии с ДБН В.1.2-5:2007, мониторинг прилегающей застройки, территории и объекта строительства.

При выборе конструктивных решений подземного объекта, а также методов его строительства дополнительно учитывается как расположение, так и конструктивные решения прилегающих объектов, характер и зона взаимного влияния проектируемого и прилегающих объектов, прогнозы изменения естественных и техногенных условий на участке строительства, а также недопустимость нарушения оснований, фундаментов, несущих конструкций прилегающих объектов, геологической и гидрогеологической ситуации.

Опережающие мероприятия по защите и закреплению оснований, фундаментов, несущих конструкций прилегающих объектов, другие мероприятия по защите прилегающей застройки от негативного влияния подземного строительства должны быть предусмотрены в отдельном разделе проектно-сметной документации объекта нового строительства.

Проектирование котлованов и фундаментов для строительства в условиях плотной застройки обосновывается расчетами по защите существующей застройки и территории от негативного влияния строительства. В проекте должна предусматриваться последовательность выполнения работ по устройству нулевого цикла, которая обеспечит сохранение существующей застройки.

Особенное внимание следует уделять расчетам устойчивости стен глубоких котлованов, которые в условиях плотной застройки, как правило, выполняются из свай (отдельных или секущихся) или методом «стена в грунте» с последующим поярусным креплением анкерами, временными распорными элементами или перекрытиями (метод «top-down») Также возможно крепление котлована с помощью контрфорсов. На рис. 1 показаны проектные решения комбинированного крепления стен котлована, возведенных способом «стена в грунте».

В расчетах устойчивости стен котлована обязательно следует выделять два периода: период строительства котлована (когда проводится разработка котлована и еще не все поярусные крепления установлены) и период «эксплуатации» котлована, когда все поярусные крепления установлены по проекту. Наиболее опасным, как правило, является период разработки котлована, ког-

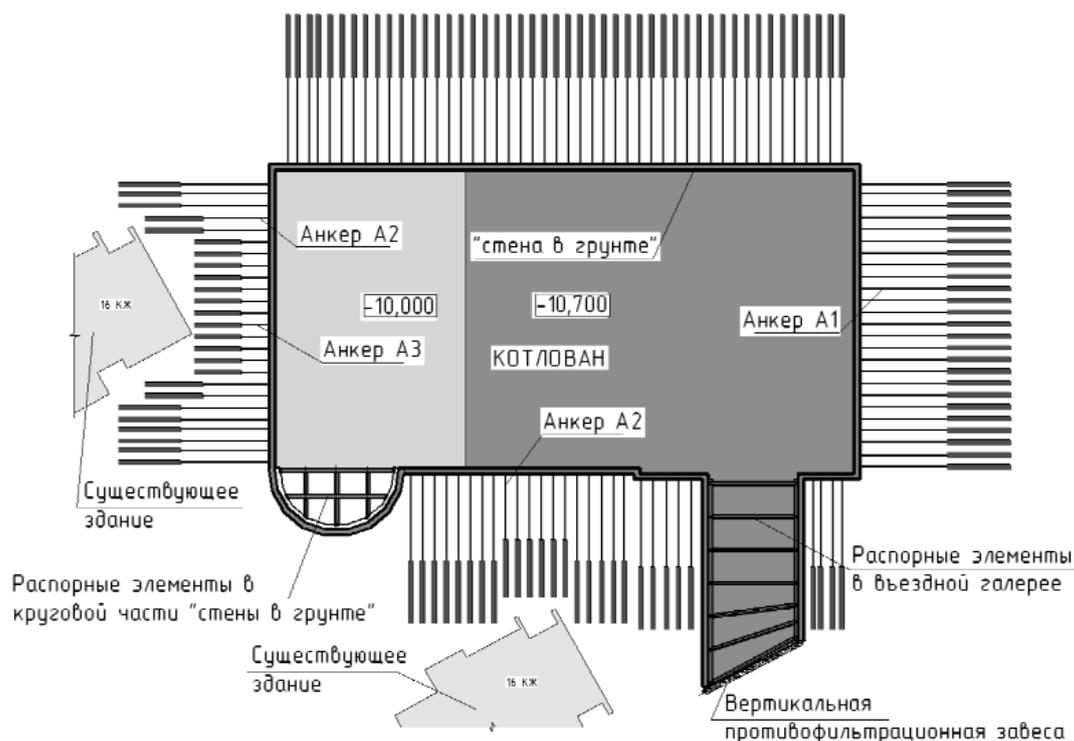


Рис. 1 Комбинированное крепление стен котлована с применением грунтовых анкеров и распорных элементов (ул. Теремковская, г. Киев (проект НИИСП))

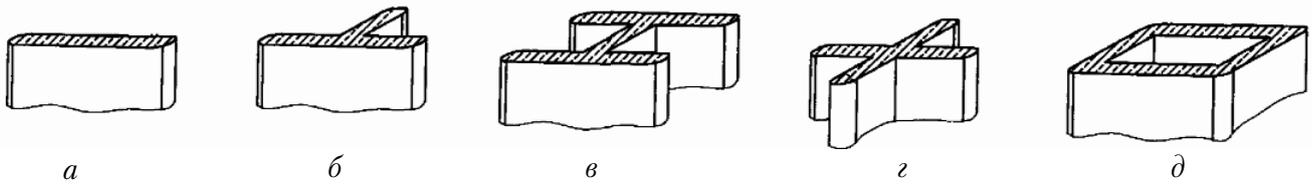


Рис.2 Типы баррет: а – прямоугольная, б – Т-образная, в – Н-образная, г – крестообразная, д – четырех угольная

да нагрузки на ограждающие стены передаются еще не на все предусмотренные распорные элементы.

Пример расчета устойчивости стен при проектировании котлована глубиной 16,5 м на территории «Мистецького Арсеналу» [2] показывает, что в период разработки котлована по сравнению с эксплуатационным периодом момент в опорном элементе может увеличиваться более чем в 5 раз и реактивное усилие в опоре возрастает почти в 2,5 раза.

При таких серьезных требованиях безопасности при строительстве подземных сооружений в условиях плотной застройки особое значение имеет разработка и выполнение требований проектно-технологической документации по организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР). Эти проекты для условий плотной застройки должны дополнительно содержать технические решения по методам осушения котлована с учетом влияния водопонижения или водоотлива на фундаменты существующей застройки.

Очень важный вопрос – устройство фундаментов глубокого заложения и контроль их несущей способности и качества.

Фундаменты глубокого заложения, воспринимающие значительные нагрузки, выполняются традиционными методами из буронабивных и бурињекционных свай. Сегодня все большее применение находят барреты, фундаменты большей несущей способности, выполняемые способом «стена в грунте» (рис. 2 и 3) [3].

Строительство высотных зданий в условиях плотной городской застройки без применения таких фундаментов практически невозможно.

Сегодня в Украине строят иностранные инвесторы и иностранные строительные организации. И строят не по отечественным проектам. В этих проектах зачастую заложены методы статического и динамического испытания свай и баррет, не узаконенные в Украине.

Не говоря о том, хуже наши методики или лучше, как у нас выполняются требования нормативов, но мы должны иметь возможность по требова-



Рис.3 Устройство Т-образной барреты способом «стена в грунте» навесным канатным грейфером

нию заказчика применять и эти современные методики исследований.

Метод Остенберга (метод погруженного домкрата) (рис.4) практически незаменим при испытании свай и баррет, воспринимающих нагрузки более 1000 т. Применен в Киеве на нескольких объектах, последний при испытании барреты глубиной 62 м на ул. Шолуденка. В Украине нормативов нет.

Преимущество этого метода заключается в том, что он не требует устройства на уровне земли реакционной системы, что повышает безопасность и точность метода. Метод дает возможность достижения испытательных нагрузок до 260 МН, при этом его экономичность по сравнению с методом вертикальных нагрузок возрастает с увеличением нагрузок.

Метод испытания свай ударной нагрузкой (ЭЛДИ) позволяет испытывать сваи большой несущей способности, достаточно оперативно и с меньшими трудозатратами. Метод узаконен в России, США (ASTM D4945), Китае (JGJ106-97), Австралии (AS2159), Бразилии (NBR13208) и ещё в 48 странах мира. В Украине нет.

Для испытания свай используются молоты массой от 3,2 т для забивных свай и до 25 т для бу-

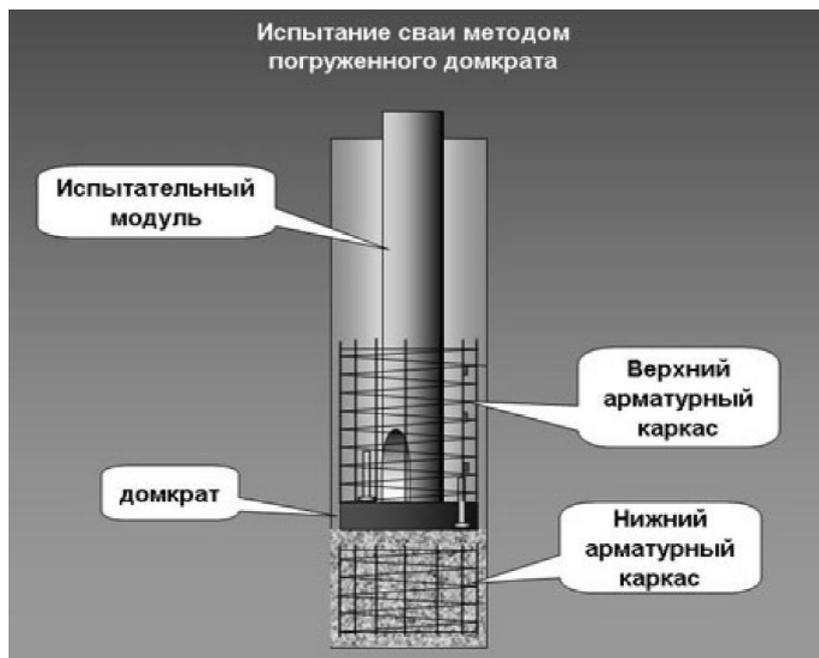


Рис.4 Испытание сваи методом погружного домкрата

ровых свай с несущей способностью до 4000 тс — 4500 тс.

Динамические испытания свай методом ЭЛДИ значительно более мобильны по сравнению с испытанием свай статической нагрузкой. В день возможно испытание 2-3 свай с получением предварительных результатов прямо на стройплощадке; Метод применим к любым конструктивно-технологическим исполнениям свай. Сваи при испытаниях не повреждаются и могут быть использованы в фундаменте сооружения.

Для фундаментов глубокого заложения важнейшим аспектом является контроль оплошности и глубины заложения. Если метод акустического исследования свай Sonic (как относительно недорогой) уже применяется в Украине, то более точный ультразвуковой метод исследования сплошности свай (Ultrasonic) не применяется и соответственно не узаконен.

Вопросы мониторинга осадок здания в процессе строительства и эксплуатации с помощью тензодатчиков давления и деформаций, устанавливаемых в тело сваи с последующей компьютерной регистрацией данных, практически не решаются, или решаются только благодаря иностранным инвесторам, которые не понимают, как без этого можно строить ответственные здания и сооружения.

Вопросы контроля качества изготовления несущих конструкций (свай, баррет) в процессе их возведения также воспринимается у нас в штыки

как со стороны подрядчика, что как будто бы естественно, так и со стороны заказчика, который все, зачастую, отдает на откуп подрядчику.

Практически не используется в Украине метод контроля конфигурации скважины или траншеи, заполненных глинистым раствором буровым монитором «КОДЕН», который дает возможность определить не только глубину выемки, но дать и отклонение ее от вертикали, определить глубину и конфигурацию вывалов грунта, объем выемки.

Последние такие исследования нашим институтом проводились в этом году при устройстве свай и баррет глубиной от 52 м до 61,5 м при строительстве общественного центра на ул. Шолуденка в г. Киеве. (рис.5) [4]. До

этого исследования при строительстве «стены в грунте» станции метро «Проспект Победы» проводились больше 10 лет назад в ноябре 2000 г.

На все эти методы необходимо разрабатывать украинские нормативы, для чего необходимо провести достаточно большой объем исследований. Для этого нужны деньги, и, главное, специалисты, разбирающиеся в этих вопросах, и, конечно же, понимание важности этого вопроса государством.

Мы говорим об освоении подземного пространства городов, о стесненных условиях строительства, о безопасности возведения глубоких котлованов, устройстве фундаментов глубокого заложения, ограждающих и подпорных стенах вплотную к существующим зданиям старой застройки и, при этом, зачастую, игнорируем требования нормативных документов о необходимости детального обследования рядом стоящих сооружений, необходимости усиления их фундаментов в случае отрицательного влияния нового строительства, необходимости проведения дублирующих расчетов и серьезного анализа выбранной технологии строительства подземного сооружения.

Почему это происходит? Потому, что заказчику государством дана возможность экономить деньги на безопасности, на контроле качества строительства, на мониторинге а, значит, на науке. Авось пронесет. Потому, что в нашей стране можно начать строительство без разрешения, да и без проекта. А главное, можно сдать объект в эксплуатацию без до-

кументов, подтверждающих инструментальные исследования качества и несущей способности фундаментов, надежности подпорных стен, плотности обратной засыпки грунта, целостности гидроизоляции, непрерывности дренажных систем и т.д.

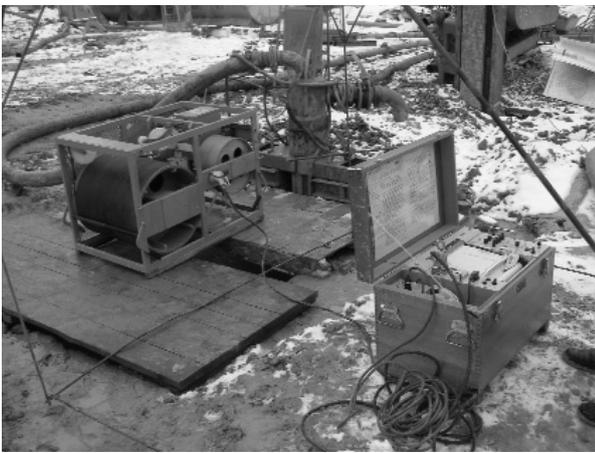
О том, что государство не сильно печется о качестве и безопасности строительства говорит тот факт, что в предпоследней редакции постановления КМ Украины о сдаче объектов в эксплуатацию в перечне прилагаемой к акту госкомиссии

документации был и отчет о научном сопровождении строительства, в котором, без сомнения, отражаются вопросы надежности, безопасности и качества строительства. В последней редакции такого отчета уже нет.

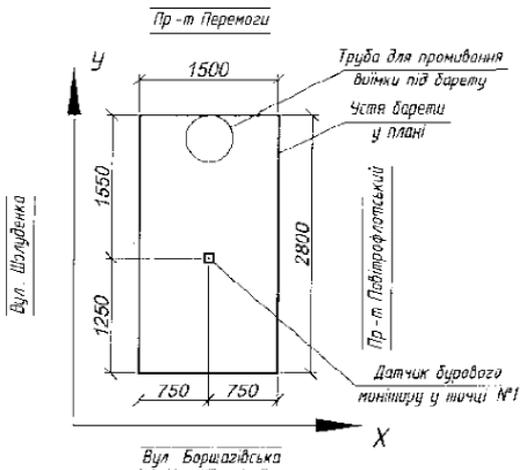
Есть еще много вопросов, связанных со строительством и качеством подземных сооружений, возводимых в условиях плотной застройки. Но анализируя вышесказанное, можно сделать некоторые выводы.

Додаток №1 до акту №4

Зображення зміни поверхні стінок по глибині ґрунтової виїмки під барету В105 при дослідженні з точки №1



а) Розташування у плані датчика бурового монітору при дослідженні з точки №1



б) Зображення зміни поверхні стінок по глибині ґрунтової виїмки під барету В105 по осі Х при дослідженні з точки №1

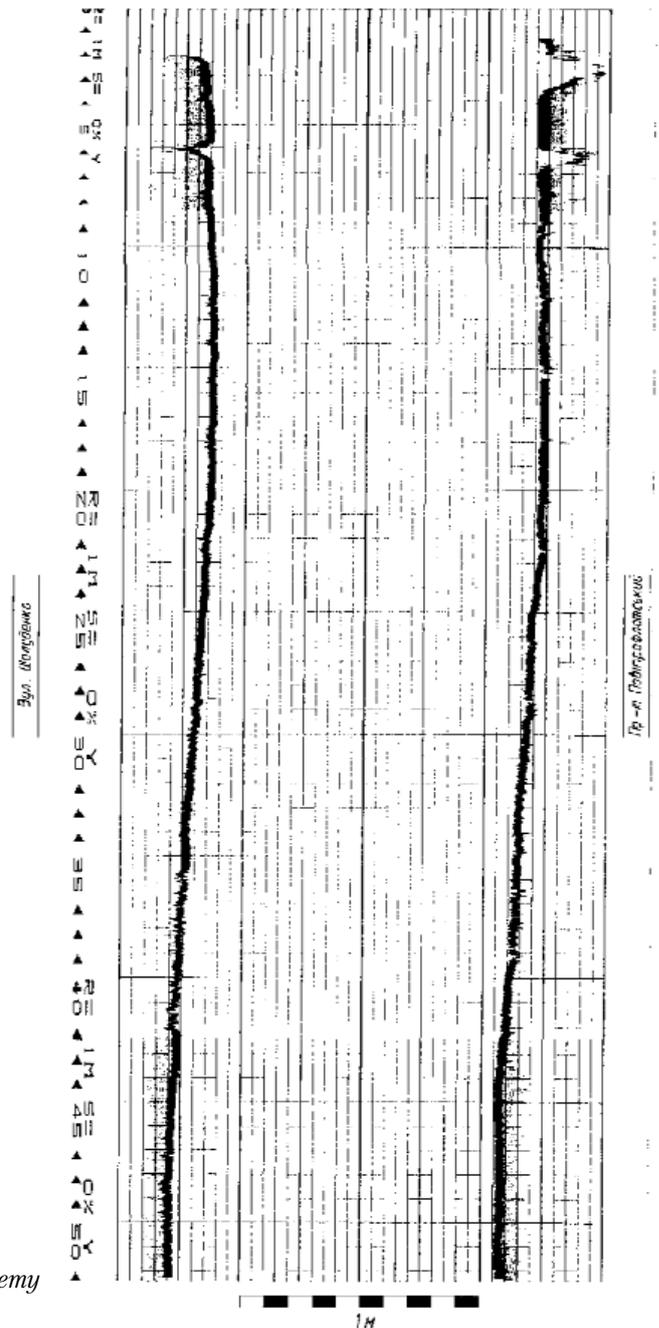


Рис. 5 Исследование буровым монитором «KODEN» DM-682

а – буровой монитор; б – конфигурация выемки под баррету глубиной 52,5 м., сечением 1,3х2,8м.

ВЫВОДЫ

1. Строительство подземных сооружений в условиях плотной застройки может оказать негативное влияние на основания, фундаменты и несущие конструкции прилегающих объектов, создать условия для изменения структуры грунтов и гидрогеологического режима в подземном пространстве;

2. Строительство подземных сооружений в условиях плотной застройки требует выполнения дополнительных мероприятий по обеспечению комплексной безопасности строительства и безопасной эксплуатации окружающих зданий: дополнительные комплексные инженерные изыскания, обследование прилегающих объектов, разработка проектно-конструкторских и организационно-технологических решений по защите объектов прилегающей застройки, научно-техническое сопровождение строительства, геотехнический мониторинг участка и мониторинг прилегающей застройки;

3. Выбранные конструктивные решения подземного объекта, а также методы его строительства должны в обязательном порядке учитывать условия участка строительства и техническое состояние окружающей застройки;

4. Технология устройства котлованов для подземного сооружения должна учитывать устойчивость ограждающих стен, как в период его «эксплуатации», так и в наиболее опасный период — период его разработки;

5. При строительстве подземных сооружений в условиях плотной застройки обязательным условием является разработка проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР) в которых, кроме прочего, необходимо предлагать безопасные методы осушения котлована, исключая влияние на устойчивость фундаментов окружающих зданий;

6. Применение фундаментов глубокого заложения большой несущей способности требует совершенствования существующей нормативной базы, учитывающей современные методы исследования и мировой опыт фундаментостроения;

7. Необходимо создать на уровне государства условия, при которых ни инвестор, ни заказчик, ни подрядная организация не могли бы игнорировать необходимость детального исследования несущей способности и качества строительства ответственных несущих конструкций зданий и сооружений, в том числе и подземных, мониторинга их техничес-

кого состояния, как в период строительства, так и в период эксплуатации.

Литература

1. ДБН В.1.2-12-2008 «Строительство в условиях плотной застройки. Требования безопасности».

2. Галінський О.М., Грубська Л.М., Басанський В.О. «Особливості розрахунку «стін в ґрунті», що огороджують глибокі котловани, та конструктивні рішення, що забезпечують їх стійкість», // Нові технології в будівництві; 2008. – №1(15). – С. 41-47.

3. Р. Кантценбах, Р. Дунаевский, А.А. Франивский: «Технология и опыт устройства фундаментов высотных зданий «типа барретт». // Нові технології в будівництві, 2008. – №1(15). – С. 57-72.

4. Звіт про НДР «Дослідження зміни поверхні стінок по глибині 22 (двадцяти двох) ґрунтових виїмок під барети у глинистому розчині за допомогою бурового монітору ДМ-682».

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті основні аспекти забезпечення безпеки при будівництві підземних виїмок в умовах щільної забудови. Показана необхідність в додаткових інженерних дослідженнях і спеціальних проектних рішеннях, реалізація яких дозволяє запобігти впливу підземних виробок на навколишні будівлі. Розглянуті питання дослідження фундаментів глибокого закладання великої несучої здатності (паль та баррет), і необхідності нормування в Україні сучасних методів визначення їх несучої здатності та якості конструкцій.

Ключові слова: щільна забудова, підземна виїмка, паля, баррета, дослідження, нормування

ANNOTATION

The basic aspects of safety providing at building of underground excavations in the conditions of dense building are considered in the article. We showed a necessity of additional engineering researches and special project decisions which realization allows preventing the influence of winzes on surrounding buildings. The questions of research of deep foundations inception of large carrying capacity (piles and barretts) are considered. A necessity of creation of norms in Ukraine for modern methods for determination the piles bearing capacity was shown.

Keywords: dense building, underground excavation, pile, barrett, research, norm creation.