

# Том 7

# Геомеханіка

УДК 622.268.7: 622.524

**Фомин В.О.,** соискатель кафедры горного дела**Научный руководитель: Должиков П.Н.,** д.т.н., профессор*(Донбасский государственный технический университет, г. Лисичанск, Украина)***УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ КОНИЧЕСКОГО ИЗОЛИРУЮЩЕГО ПЕРЕКРЫТИЯ ЛИКВИДИРУЕМЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ**

В приустьевых зонах ликвидируемых вертикальных стволов по геомеханическим причинам и в связи с разрушением полков-перекрытий формируются конические провалы. Натурные исследования провалов над вертикальными стволами позволили разработать конструкцию конического изолирующего перекрытия. Целью работы является определение условий устойчивого состояния конического изолирующего перекрытия вертикального ствола.

Расчетная величина критического диаметра провала земной поверхности:

$$D_{кр\ max} = 2H_H / \text{tg}\gamma_6 + D_{вч}, \text{ м.} \quad (1)$$

Геомеханически обоснована расчетная схема для определения параметрических характеристик сдвижения наносов и провала земной поверхности вокруг приустьевых зон вертикальных стволов в послеликвидационный период его эксплуатации (рис. 1). Получены формулы (1, 2, 3), позволяющие определить устойчивость наносов, а также распорного конусообразного монолитного изолирующего перекрытия и его основные параметры адаптированные к конфигурации профиля провала.

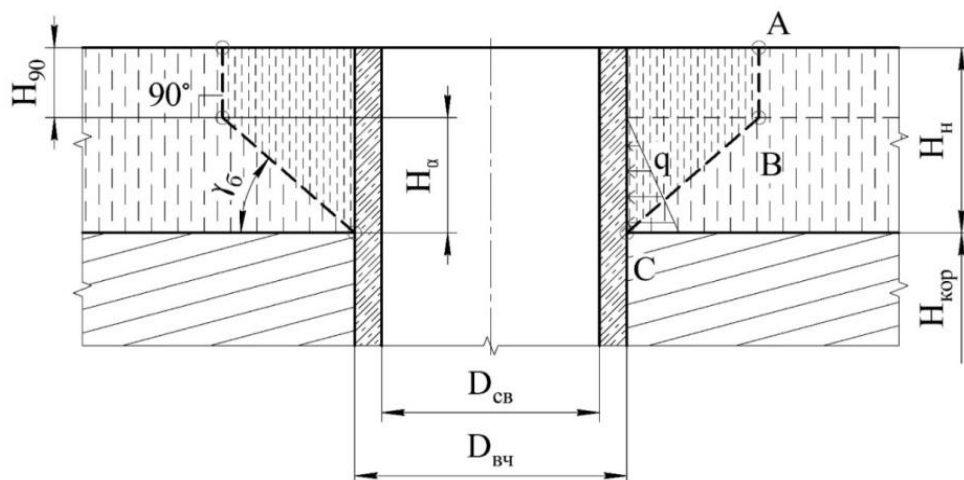


Рисунок 1 – Модель сдвижения наносов вокруг устья ликвидированного вертикального ствола

$$H_{90} = (2c / \gamma) \text{tg}(45 + \phi/2), \text{ м.} \quad (2)$$

$$\gamma_6 = 45 + \phi/2, \text{ град.} \quad (3)$$

Исходя из схемы силового взаимодействия с наносами и крепью, определены условия для достижения устойчивого состояния конусообразного распорного монолитного изолирующего перекрытия в приустьевой зоне ликвидированного вертикального ствола (рис. 2).

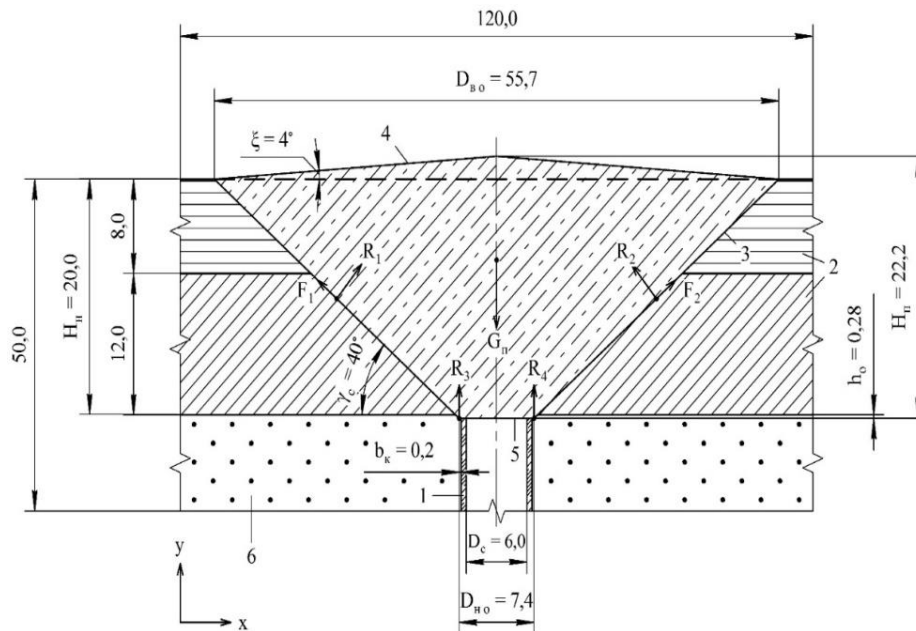


Рисунок 2 – Модель взаимодействия конусообразного распорного монолитного изолирующего перекрытия ликвидируемого вертикального ствола с наносами: 1 – крепь ствола; 2 – наносы; 3 – контур распорного монолитного перекрытия; 4 и 5 – верхнее и нижнее основания распорного перекрытия; 6 – коренные породы (размеры в метрах)

$$H_{\text{п}} = H_{\text{н}} + h_{\text{o}} + 0,5 D_{\text{вo}} \operatorname{tg} \xi, \text{ м} \quad (4)$$

$$D_{\text{во}} = \frac{2(H_{\text{н}} + h_{\text{o}})}{\operatorname{tg} \gamma_{\text{c}}} + D_{\text{но}} \geq D_{\text{кр max}}, D_{\text{но}} \geq D_{\text{кр min}} = D_{\text{c}} + 2(b_{\text{кр}} + b_{\text{к}}), \text{ м}, \quad (5)$$

$$\gamma_{\text{c}} = \gamma_{\text{б}}/k_{\text{y}} \leq \gamma_{\text{б max}}, \quad (6)$$

$$R_3 + R_4 + \sin \gamma_{\text{c}} (F_1 + F_2) + \cos \gamma_{\text{c}} (R_1 + R_2) - G_{\text{п}} = 0, \quad (7)$$

где  $H_{\text{п}}$  – высота конусообразного распорного монолитного изолирующего перекрытия ствола, м;  $\xi$  – угол наклона верхнего основания распорного изолирующего перекрытия для стока атмосферных осадков, равный  $4^\circ$ ;  $D_{\text{вo}}$  и  $D_{\text{но}}$  – диаметры конусообразного распорного монолитного изолирующего перекрытия, соответственно его верхнего и нижнего оснований, м;  $\gamma_{\text{б}}$  и  $\gamma_{\text{б max}}$  – расчетный и минимально допустимый углы естественного откоса пород наносов;  $k_{\text{y}}$  – коэффициент запаса устойчивости наносов, 1,04-1,43;  $F_1$  и  $F_2$  – максимальные силы сопротивления между боковыми поверхностями изолирующего перекрытия и приустьевым породным массивом, МН;  $G_{\text{п}}$  – гравитационная сила тяжести изолирующего перекрытия, МН;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$  – опорные реакции, МН.

Таким образом, определены особенности силового взаимодействия перекрытий, изолирующих ликвидированные вертикальные стволы, с породным массивом приустьевых зон и их параметрические характеристики, что гарантированно обеспечит устойчивое состояние перекрытия и поверхности земли.

### Перечень ссылок

1. Ворхлик И.Г. Технология закрытия (ликвидации) угольных шахт: Учебное пособие / И.Г. Ворхлик, В.И. Стрельников, И.Ф. Ярембаш; под ред. И.Ф. Ярембаша. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 238 с.
2. Пронский Д.В. Устойчивость приустьевых зон ликвидируемых вертикальных выработок / Д.В. Пронский, В.О. Фомин, Э.В. Кукуяшный // Уголь Украины. – 2013. – № 8. – С. 13-16.

УДК624: 620.19: 622.791

**Чумак А.Н.** аспірант каф. СГГМ**Научный руководитель: Иванова А.П.** к.т.н, доцент каф. СГГМ*(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет» г. Днепр, Украина)*

### **ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ НА ФОРМУ И ЧАСТОТУ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ.**

Розглянуто вплив пошкоджень елементів кроквяної сталеві ферми на форму і частоту власних коливань в програмному комплексі Autodesk Robot Structural Analysis. Враховано вплив експлуатаційних навантажень на конструкцію з ушкодженнями окремих елементів. Зроблено висновки які необхідно враховувати при проектуванні металевих стрижневих конструкцій.

Динамика и устойчивость сооружений являются важнейшими разделами строительной механики. Многолетний опыт проектирования и эксплуатации сооружений показывает, что для обеспечения их надежности недостаточно проведения только расчетов на прочность при статическом нагружении. В истории известны немало крупных катастроф и разрушений, произошедших из-за недостаточного учета при проектировании динамических явлений и потери устойчивости сооружения или его частей [1]. В настоящее время сооружения все больше усложняются. Тенденция к экономии строительных материалов зачастую приводит к уменьшению прочностных и жесткостных свойств сооружений. Кроме традиционных строительных материалов в строительную практику внедряются новые, еще не до конца изученные материалы. Вместе с тем, кроме обеспечения прочности и жесткости сооружений, к ним часто предъявляются требования по учету влияния колебаний на точные технологические процессы и на людей. По этим и другим причинам возрастает вероятность разрушения сооружений от колебаний и потери устойчивости. Поэтому рассмотренная в статье задача является важной и актуальной.

В статье исследуется влияние собственных колебаний на надёжность стропильной стальной фермы с уже накопившимися повреждениями.

Одним из основных параметров любой конструкции является ее собственные колебания. При изменении формы конструкции может изменяться и ее частота колебаний.

Моделирование заключается в следовании изменении форм и частоты собственных колебаний путем вырезания случайных элементов конструкций с дальнейшим модальным расчетом и анализом полученных результатов.

В данной работе для математического моделирования был использован расчётный комплекс Robot Structural Analysis, реализующий процедуру МКЭ и ориентированный на строительные конструкции. Этот комплекс имеет развитый модуль, позволяющий рассматривать отказы несущих элементов в динамической постановке с учётом геометрических и физических нелинейностей.

В качестве объекта исследования принята металлическая 47-ми элементная ферма, аналогом которой является стропильная ферма прокатного цеха Днепропетровского трубопрокатного завода (рис.1). Ферма имеет следующие параметры: максимально допустимый прогиб  $[f]=2,5$  см;  $[\sigma]=250$  МПа; суммарная нагрузка на верхнем поясе фермы 15,5 т. При расчёте учитывались коррозионные повреждения некоторых ее элементов. Прогибы конструкции пересчитывалась на каждом шаге моделирования [2].

По результатам сбора нагрузок произведён расчёт фермы с определением эксплуатационных усилий и прогибов в стержнях.

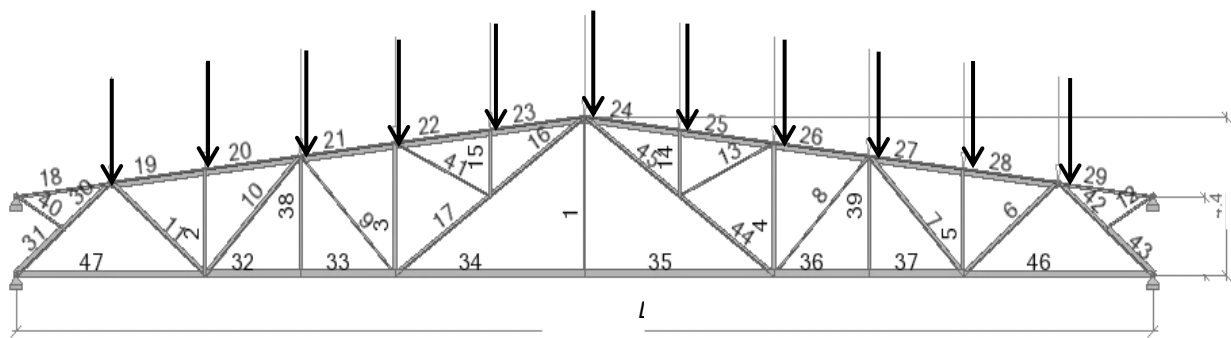


Рисунок 1 – Схема стропильной фермы

При удалении 7 и 44 стержней наблюдается изменение частотных характеристик и формы собственных колебаний (рис.2).

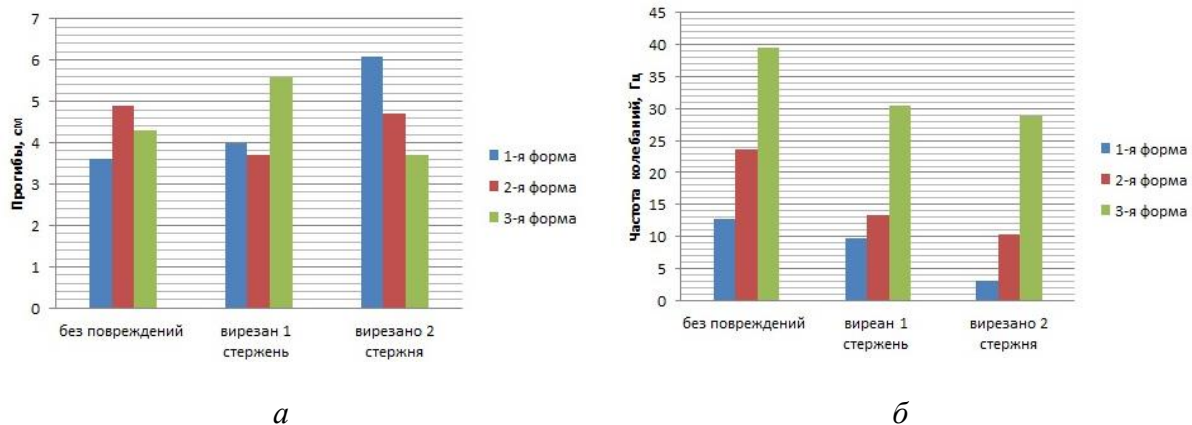


Рисунок 2 – Изменение прогибов (а), частоты и формы колебаний (б) фермы при выходе из строя отдельных ее элементов

Таким образом, детальный анализ спектров собственных и вынужденных колебаний конструкции и распределения напряжений позволяет исследовать направленно-деформированное состояние системы и на основе соответствующих данных давать практические рекомендации по защите длительно эксплуатирующихся сооружений [3].

Сейсмическая активность, аварийные остановки кранов вызывает низкочастотные колебания сооружений. При этом, поскольку они обладают большой массой, возникают значительные силы инерции и в различных местах конструкций возникают значительные механические напряжения сжатия-растяжения и сдвига.

Частота приложения нагрузки при разных ситуациях может совпасть с собственной частотой колебаний конструкции, что станет причиной явления резонанса.

### Перечень ссылок

1. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. – М.: АСВ. – 2007. – 256 с.
2. Зеленцов Д.Г. Исследование влияния периметра на оптимальные параметры сечений корродирующих изгибаемых стержневых элементов/ Д.Г. Зеленцов, Т.Ю. Ускова // Вопросы химии и химической технологии. – 2004. – № 6. – С. 119-122.
3. Иванова А.П., Чумак А.Н. Оптимальное проектирование стропильной металлической фермы с учетом возможных повреждений ее отдельных элементов // Строительство и техногенная безопасность, Симферополь, 2014.

УДК 622.831.2

**Машурка С.В.,** соискатель кафедры строительства, геотехники и геомеханики,  
**Дараган Т.В.,** студентка гр. ГР6-14-2

**Научный руководитель: Солодянкин А.В.,** д.т.н., профессор кафедры СГГМ  
 (Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНОЙ ВЫРАБОТКИ ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Устойчивость выработок на глубоких горизонтах существенно снижается, что требует проведения ремонтных работ. Часто на глубоких шахтах Донбасса при столбовой системе разработки, кратность ремонтов участков выработок составляет 2, 3 и более.

Повышение устойчивости выработок для повторного использования при отработке выемочных столбов позволит существенно снизить объемы ремонтных работ.

Целью проводимых исследований являлось обоснование рациональных параметров крепи, которые обеспечат эксплуатационное состояние выработки и возможность ее повторного использования для отработки второй лавы.

В качестве объекта исследований выбран выемочный участок 12-й западной лавы пл. С<sub>18</sub> шахты «Южнодонецкая №1» (рис. 1).

Условия ведения работ являются сложными. Вмещающие породы склонны к обрушению и пучению. Поэтому при отработке лавы для поддержания конвейерного ходка проводится три подрывки пород почвы и перекрепление выработки. Первая подрывка выполняется еще до подхода первой лавы [1].

Как известно, пучение пород почвы является следствием деформационных процессов, охватывающих весь массив вокруг выработки. Подрывка почвы нарушает его равновесие, интенсифицирует пучение и еще больше снижает устойчивость выработки. Опыт показывает, что после 2...3-х подрывок, выработку обычно перекрепляют [2].

Для сохранения выработки необходимо применять такие конструкции крепи, которые снизят смещения породного контура. В участках выработок с небольшим сроком службы для этих целей целесообразно использовать рамно-анкерные крепи.

Первой задачей в этом направлении было определение такого количества анкеров, при котором смещения почвы не вызовут необходимости ее подрывки до подхода лавы.

Для определения требуемого количества анкеров было выполнено численное моделирование. Для этого использовалась программа «Phase-2».

Применяемый метод исследований позволяет определить смещения контура выработки и область разрушенных пород, которые и создают нагрузку на крепь. Для оценки состояния пород в программном комплексе используется критерий прочности Хоека-Брауна, позволяющий оценить степень разрушения пород в исследуемой точке среды от воздействия нормальных и касательных напряжений. На рис. 2 показаны перемещения контура выработки на этапе ее эксплуатации до подхода первой лавы.

Условием сохранения нормального состояния выработки при проходе первой лавы являются смещения пород почвы на величину не более 0,4 м, при котором подрывка пород не требуется. Однако при решении задачи необходимо учесть влияние лавы, которое увеличивает смещения пород, особенно в почве. Для учета влияния опорного давления впереди движущегося забоя лавы вводится коэффициент пригрузки равный 1,3.

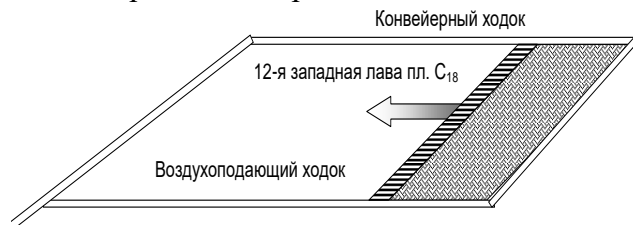


Рисунок 1 – Выкопировка с плана горных работ

Ограничение смещений пород в почве до требуемой величины достигается при установке как минимум 10 анкеров, что обеспечит достаточную площадь сечения выработки на сопряжении «лава-штрек» без проведения на этом этапе подрывки почвы.

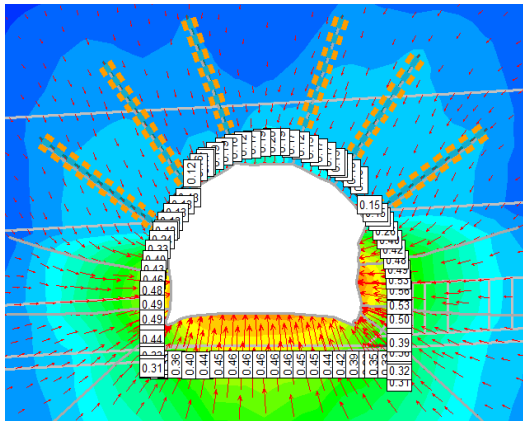


Рисунок 2 – Перемещения на контуре выработки с анкерной крепью

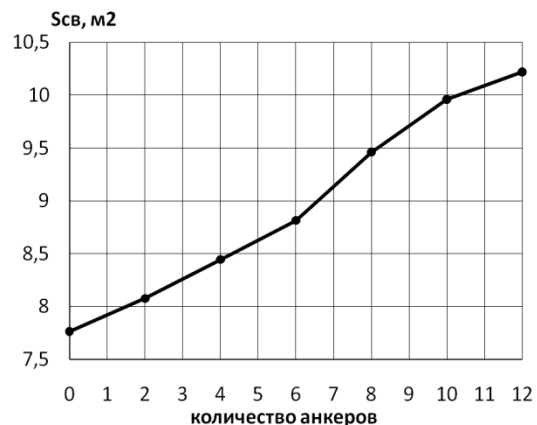


Рисунок 3 – Влияние количества анкеров на изменение площади сечения выработки

На втором этапе определялись параметры охранной полосы. Исходя из технологических и экономических показателей: прочность, податливость, стоимость, была принята накатная полоса из шпального бруса. Ширина полосы моделировалась от 1 до 3 м. Кроме того, учитывая передовой опыт поддержания выработок, для улучшения состояния на сопряжении «лава-штрек» были приняты канатные анкеры длиной 6 м.

На рис. 4 показаны перемещения контура выработки, охраняемой накатной полосой шириной 2 м, с установкой 2-х канатных анкеров. Результаты моделирования различных вариантов крепления сопряжения «лава-штрек» показаны на рис. 5. Их анализ показывает, что для рассматриваемых условий шахты «Южнодонбасская №1», повторное использование выработки будет возможно за счет применения рамно-анкерной крепи и охранной полосы из шпального бруса шириной не менее 2-х м. При этом, перед проходом второй лавы предусматривается одна подрывка пород почвы для увеличения полезной площади сечения выработки на сопряжении «лава-штрек».

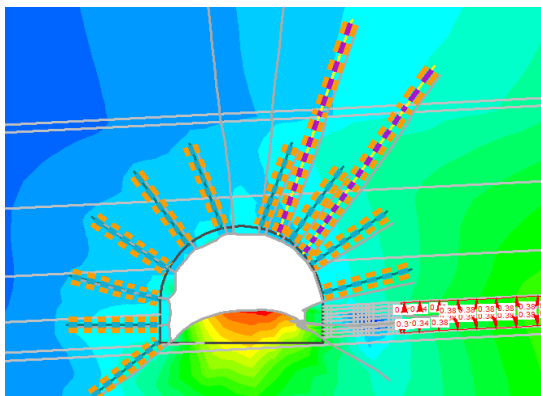


Рисунок 4 – Перемещения на контуре выработки с анкерной крепью и полосой из накатного бруса шириной 2 м

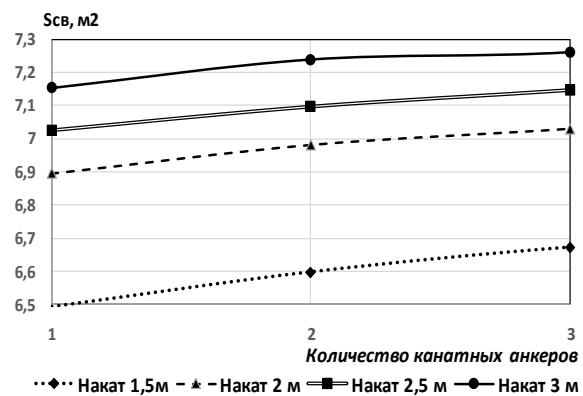


Рисунок 5 – Влияние количества установленных в выработке анкеров на изменение площади поперечного сечения

### Перечень ссылок

1. Шахтные исследования геомеханических процессов в окрестности участков выработок шахты «Южнодонбасская №1» / А.В. Солодянкин, А.Е. Григорьев, С.В. Машурка, А.В. Халимендик // Геотехнічна механіка. – 2015. – Вип. №123. – С. 87-98.
2. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Смирнов А.В. Пучение пород почвы в выработках угольных шахт. – Днепропетровск: ООО «ЛизуновПресс», 2015. – 256 с.

УДК 504.75.05

Чоботько И.И. аспирант, Тынина С.В. ст. науч. сотрудник ИГТМ НАН Украины  
 Научные руководители:

Франчук В.П. проф., д.т.н. кафедра горных машин и инжиниринга,

Соболев В.В. проф., д.т.н. кафедра строительства, геотехники и геомеханики  
 (Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

### ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВОЗГОРАЕМОСТИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ

В Украине насчитывается 1500 породных отвалов, их занимаемая площадь около 165 тыс. га (4% территории Украины).

До недавнего времени вопросам теории и практики отвалообразования не уделялось должного внимания, хотя отвальные работы составляют значительную часть всего комплекса горных работ.

Породные отвалы содержат значительное количество полезного ископаемого, в составе которого содержится пирит и сернистый ангидрит.

Вместе эти два компонента вызывают серьезные проблемы в виде возникновения очагов горения при проникновении влаги и повышенной температуры окружающей среды. Поэтому столь важен контроль нормализации температурного состояния отвалов для борьбы с горением и безопасности эксплуатационных работ.

На диаграмме (рис.1) изображено количество горящих и не горящих и выведенных из эксплуатации породных отвалов на Донецкой и Луганской областях по типам за 2013 г.[1].

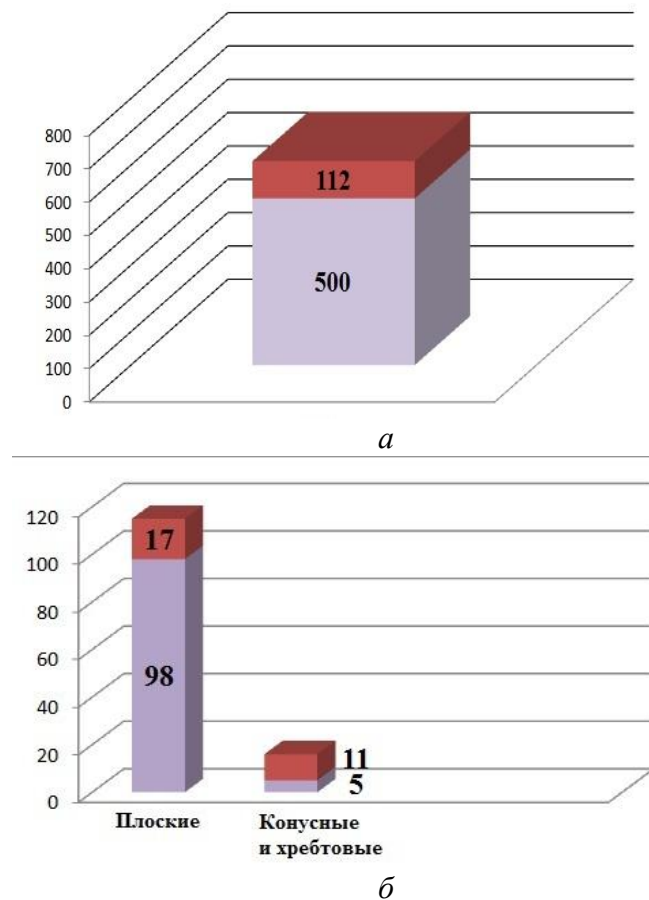


Рисунок 1 –Состояние породных отвалов: а – действующих; б – выведенных из эксплуатации; □ – не горят, – горят



По данным на 01.01.2014 года на внебалансовых счетах горнодобывающих предприятий, которые принадлежат к Минэнергоуглю Украины находится 365 породных отвала (рис.2)[2].

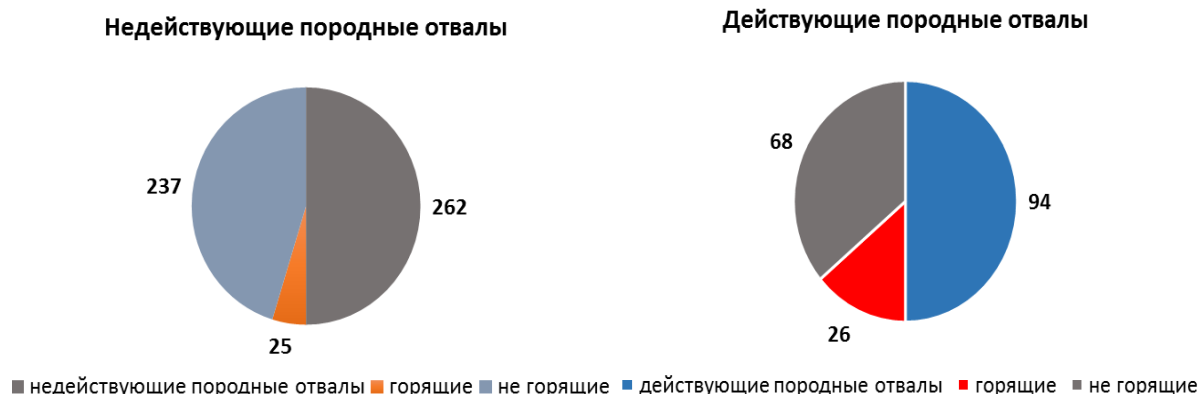


Рисунок 2 – Диаграмма состояния породных отвалов

Горящие отвалы представляют большую опасность для обслуживающих их рабочих и добычного оборудования, т. к. на поверхности отвала воронки не всегда имеют открытый выход, он может перекрываться тонким слоем спекшихся пород, которые легко обрушаются при движении по ним человека. Особенно часто такие воронки встречаются на контакте с рыхлыми частями ствола, которые приурочены к выгоревшим, но не уплотнившимся участкам, у трещин разлома и оседания, где есть свободный доступ атмосферного воздуха к очагам горения газов, выходящих из глубины отвала, и выход продуктов сгорания [3].

На таких отвалах могут происходить случаи взрыва и гибели людей вследствие отравления и попадания их в очаги горения, температура в которых достигает 800-900С<sup>0</sup>.

В результате анализа статистики состояния породных отвалов за 2013,2014,2015 года, определены основные факторы, влияющие на внешние и внутренние процессы, которые протекают в отвалах. Установлены категории экологической опасности на окружающую среду. Рассмотрены меры борьбы с этими явлениями в виде рекультивации земель, защиты склонов отвалов от вымывания, созданием закладочных массивов.

Таким образом мы можем повысить безопасность работ на отвалах и снизить риск возникновения пожаров и экологической опасности.

### Перечень ссылок

1. Радченко В.В., Кулиш В.А., Чепига Е.В., Сторожчук В.С. Стан породних відвалів вітчизняних вугільних шахт // Уголь України. – 2013. – №12. – С. 24-28.
2. Плахотній С.А., Павличенко А.В. Шляхи зменшення негативного впливу породних відвалів ліквідованих шахт на екологічний стан вугледобувних регіонів. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Форум гірників – 2016». – Дніпропетровськ, Національний гірничий університет. Вип. № 2. – С. 229-233.
3. Воробьев Е.А., Сокирка С. А., Сухарь Е. А. Влияние породных отвалов на окружающую среду // Известия Донецкого горного института. ДонНТУ. – 2010. – Вып. 12. – С. 3-9.

УДК 69.059

Морозова М.В., студ. гр. БДбС-15-1

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СТГМ  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТРИУМНЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Важным направлением современного строительства является реконструкция существующих зданий с целью полного или частичного изменения их функционального назначения, замены морально устаревшего и физически изношенного технологического и инженерного оборудования, конструкций и инженерных систем, приведения здания в соответствие с современными техническими, энергетическими и экологическими требованиями.

В этом направлении кафедрой строительства, геотехники и геомеханики предложен проект реконструкции территории и зданий Национального горного университета. Проект включает в себя строительство подземного гаража, подземного лабораторного комплекса, а также высотного здания (рис. 1) [1]. Новое здание вписывается внутрь существующего главного корпуса университета, имеет подземную часть, где предполагается размещение помещений книгохранилища, архива, технических служб и др.

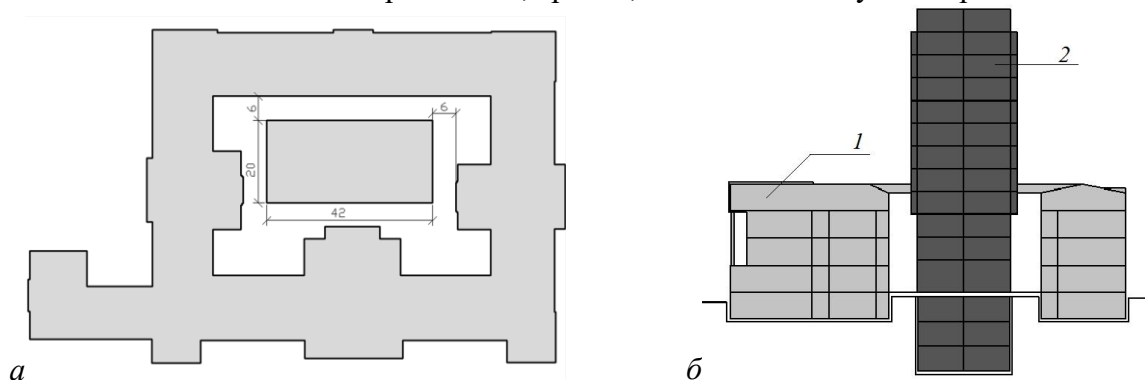


Рисунок 1 – Проект реконструкции главного корпуса Национального горного университета: а – план зданий, б – схема расположения и конструкция старого (1) и нового (2) зданий

Проектируемое здание представляет собой каркасно-монолитную железобетонную конструкцию. Подземная часть здания составляет 3 этажа. Между зданиями будет устроено атриумное пространство. В рассматриваемом проекте вопрос создания атриумного пространства еще не рассматривался и требует детальной проработки.

По определению, атриум – архитектурное решение, которое придает зданию торжественность и статус, наполняет светом и воздухом. Это универсальное решение для офисных центров, общественных и административных зданий.

Здания с атриумами строятся и эксплуатируются более экономично, чем обычные. В них легче уменьшить потери тепла, создать естественное освещение и использовать солнечную энергию. Это своего рода вариант двойного остекления. Крыша атриума служит буферной зоной, посредником между наружным и внутренним пространством.

В зданиях с атриумами обычно главную роль играют помещения, прилегающие к атриуму, а сам он оказывается, как бы дополнительным пространством. Будучи использованным для разных нужд, атриум образует своего рода вестибюль и коммуникационное пространство, обеспечивающие доступ ко всем частям здания.

Часто в атриумах создаются оранжереи (рис. 2). Все помещения, как правило, открыты в сад, дающий возможность общения с природой в жаркие летние, а также в снежные и холодные зимние месяцы. Удачный выбор растений и их размещение, яркий

свет и насыщенные цветом поверхности превращают скучные пустые пространства в живое сердце здания.

Наиболее значимый фактор освещенности атриумного пространства – его высота. Идеальный атриум предполагает яркое верхнее освещение с максимальной пропускной способностью остекления для пропуска светового потока.

Важнейшим принципом, на котором основано проектирование атриумных зданий, является принцип возвращения к естественному освещению и максимальной экономии энергетических ресурсов.

В настоящее время внутренний двор главного корпуса Национального горного университета является безжизненным, пустым, статичным и медленно умирающим пространством. По проекту академика архитектуры А.Н. Бекетова, двор главного здания должен был вмещать еще одно крыло – внутреннее, в котором планировалось разместить церковь, конференц-зал и музей. Вместо этого, сейчас внутренний двор выглядит довольно мрачно из-за темных, обветшавших стен здания, а его внутреннее пространство используется для размещения складских помещений, стоянки автомобилей и КУРИЛКИ!!! – весьма важного функционального элемента культурного и научно-образовательного учреждения.

Проектируемое внутреннее здание и атриумное пространство принципиально изменит атмосферу и энергетику не только внутреннего двора, но и всего главного корпуса. Пропорции, светлый цвет и дизайн стен внутреннего здания, а также внутренних стен старого корпуса, должны сформировать ощущение свободного, открытого пространства. Живые цветы, деревья и кустарники, вьющиеся растения на стенах старого здания, фонтаны и декоративные водопады в угловых зонах внутреннего двора создадут для сотрудников и студентов прекрасные зоны для общения и отдыха, уютные и комфортные в любое время года.

Внутри здания появится полиэнергетический поток, включающий солнечную, воздушную, тепловую и информационную энергии. Внутреннее здание с атриумом создаст в центре главного корпуса интегральное многофункциональное пространство. В условиях холодной зимы и жаркого лета такие пространства выполняют целый ряд важных для жизнедеятельности человека и эксплуатации зданий функций: компенсация дискомфорта природного окружения; полифункциональное использование площади; повышение естественной освещенности; улучшение воздухообмена; климатический буфер; повышение тепловой эффективности; солнечное отопление; оптимизация коммуникационной структуры.

Энергоэффективность всего внутреннего пространства может быть обеспечена по примеру здания Commerzbank во Франкфурте-на-Майне. Все функции здания направлены на удовлетворение потребностей сотрудников и в то же время предполагают высокую эффективность использования энергии. Это достигается при управлении инженерным оборудованием «интеллектуальной» системой, которая обеспечивает оптимальный режим работы систем вентиляции, отопления и охлаждения, а также позволяет сотрудникам индивидуально регулировать параметры микроклимата непосредственно в рабочей зоне.



Рисунок 2 – Оранжерея в атриуме

### Перечень ссылок

1. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Пустовойтенко В.П. Кафедра строительства и геомеханики Национального горного университета: история, личности, достижения. – К.: Новый друк, 2010. – 642 с.

УДК 69.059

Лётка М.В., студ. гр. БДбС-15-1

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Строительство из бетона и железобетона по праву можно назвать самым перспективным из существующих технологий возведения зданий. «Бетон – наилучший из материалов, изобретенных человечеством», – сказал знаменитый итальянский архитектор П.Л. Нерви. И он был прав. Сегодня большинство домов в современных городах сделано из бетона. Он применяется для строительства мостов, портов и плотин, дорог, подземных сооружений, атомных электростанций и стартовых площадок для ракет.

Несмотря на появление новых материалов, в ближайшее время бетон и железобетон останутся в строительстве на одном из первых мест среди конструкционных материалов.

Первый бетон, который использовался для строительства жилищ, появился еще в каменном веке. Вяжущим веществом для него являлась глина и жирная земля. Позднее, с появлением первых искусственных вяжущих – гипса, извести – бетон стал широко использоваться для строительства.

Наиболее раннее применение бетона в Египте, обнаруженное в гробнице Тебесе, относят к 1950 г. до н.э. Предполагают, что уже тогда бетонные плиты для повышения их прочности армировались прутьями (рис. 1).

Наибольшее развитие бетон и технологии строительства из него получили в эпоху древнеримского государства [1]. Совершенными и масштабными по современным меркам являются римские сооружения – акведуки, своды и купола. Храм Пантеон в Риме пережил несколько крупных землетрясений. В хорошем состоянии находятся также участки портовых сооружений, которые постоянно находятся в агрессивной морской воде. После падения Римской империи рецепт изготовления бетона был забыт на тысячу лет.

Вновь использование бетона для строительства началось только во второй половине XIX в.

Рождением современного цемента считают 1822 г., когда российский строитель Е. Челиев опытным путём получил вяжущее вещество, смешав известь и глину. Примерно в это же время – в 1824 г., был получен цемент английским каменщиком из Лидса Дж. Эскидином.

Вначале внедрение бетона в строительство зданий шло медленно. В 1934 г. Жаном Лебреном было построено одноэтажное здание школы в департаменте Тарн-э-Гаронн, в 1937 г. Д.Б. Уайтом – большой двухэтажный жилой дом в Кенте.

В 1854 г. Уильям Уилкинсон получил патент на железобетон.

Первая серьезная попытка широкого использования бетона, была предпринята Франсуа Куанье. В 1855 г. он запатентовал «beton aglamera», и по его методу в Париже застраиваются целые кварталы с применением железобетона.

И все-же «отцом железобетонных изделий» считают Жозефа Монье – французского садовника который поставил производство железобетонных изделий на конвейер.

В 1867 г. Монье запатентовал железобетон как материал для цветочных кадок; в 1868 г. построил железобетонный бассейн, а с 1873 по 1885 гг. получил патенты на железобетонные мост, шпалы, перекрытия, балки, своды и трубы.

В 1893 году впервые для инженерных сооружений был использован сборный железобетон, а в 1905 году его применили при строительстве зданий.



Рисунок 1 – Плита с отколовшимся краем

Этот же период характеризуется появлением важных изобретений и открытий. Среди них открытые в 1912 г. немцем Э. Мершем эффекта предварительного натяжения арматуры, в 1920-х годах француз Э. Фрейсине начал применять предварительно напряженный бетон. Изобретение в 1910 г. американцем Д. Концельманом системы крупнопанельных сооружений впоследствии развилась в полносборное строительство.

Железобетон стал широко применяться при строительстве промышленных сооружений. К 1910 году из него было возведено около 40 000 сооружений.

В настоящее время строительство из бетона и железобетона приобрело такой огромный размах, что 20-й век стали называть «золотым веком» бетона. Ежегодное производство бетона превышает 2 млрд. кубометров.

Бетон стал применяться не только в строительстве, но и в таких областях как авиация, судостроение и железнодорожный транспорт. Из железобетона было построено много судов, танкеров. В экспериментальном порядке изготавливались танки, крылья и фюзеляжи самолетов, железнодорожные вагоны, батискафы и подводные лодки. Железобетон стал прекрасным материалом для оборонных сооружений.

Некоторые масштабные проекты были рассчитаны на применение в качестве основного строительного материала именно железобетона. Например, проект железобетонного моста длиной 85 км через Берингов пролив. В 1984 г. в США был выдвинут проект сооружения на Луне поселений из бетона. Современные технологии позволяют построить монолитные сооружения высотой до 2 км.

Одними из наиболее масштабных сооружений в настоящее время являются железнодорожные тоннели: Готтардский базисный тоннель (Швейцария) – 57,1 км (открыт 11 декабря 2016 г.), самый глубокий подводный тоннель Сейкан (Пролив Цугару, Япония) – 53,9 км, Евротоннель (пролив Ла-Манш, Англия-Франция) – 49,94 км.

В настоящее время на уровне ведущих мировых государств обсуждается проект создания единой системы железных дорог, для чего необходимо соединить подводными тоннелями: Чукотку и Аляску (длина 100 км), Сахалин и Материк (8 км); Сахалин и Японию (43 км); Европу и Африку (38 км).

В преддверии таких планов и перспектив строительства, очень важной задачей является повышение прочности и качества железобетона, снижение его стоимости.

Современный отечественный и зарубежный опыт показывает, что благодаря применению тонкодисперсных органоминеральных добавок, нанотехнологий, суперпластификаторов, возможно производство супербетонов (рис. 2) с такими характеристиками [2]: марка цемента М1300...1400; водоцементное отношение –  $V/C \leq 0,24$ ; морозостойкость – не менее Р600...Р700; водонепроницаемость – не менее W8-W2

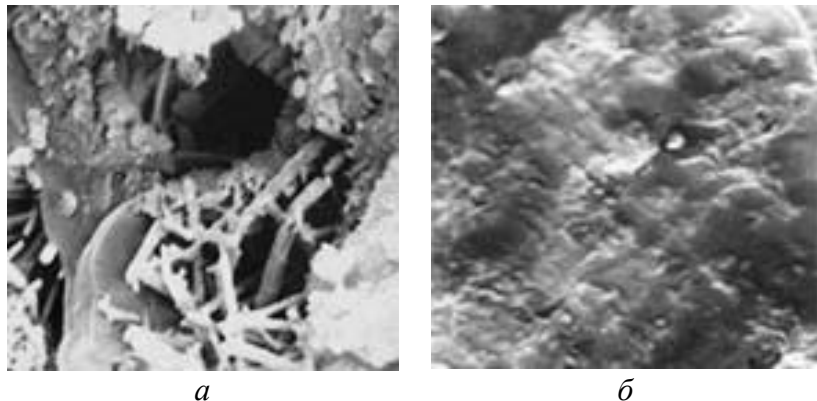


Рисунок 2 – Электронные фотографии цементного камня: а – обычного; б – с активной минеральной добавкой

### Перечень ссылок

1. Солодянкин А.В., Алямов Ш.И. История и перспективы применения бетона в подземном строительстве // Материалы междунар. конф. «Перспективы освоения подземного пространства». – Д.: РИК НГУ, 2009. – С. 122-128.
2. Демьянова В.С., Калашников В.И., Борисов А.А. Об использовании дисперсных наполнителей в цементных системах // Жилищное строительство. – 1999. – № 1.

УДК 624.15

Трегубова С.Н., студ. гр. БД6С-15-1

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Дальнейшее развитие городов предполагает увеличение площади застройки с повышением эффективности их использования. Строительство зданий в пригородных, удаленных от центра районах, приводит большому вовлечению земельных ресурсов, потере природных зеленых зон, росту затрат на транспортные и инженерные коммуникации. Поэтому инвесторы заинтересованы в поиске территорий в пределах существующей застройки центральной части города. Однако в настоящее время практически все центральные районы крупных городов плотно застроены. Между тем, по оценкам специалистов, масштабная урбанизация требует увеличения полезной площади административных помещений на 150% [1].

Один из путей разрешения этой проблемы заключается в повышении эффективности эксплуатации застроенных площадей путем уплотнения существующей застройки, реконструкции, многоэтажного строительства, а также использования подземного пространства.

Переход от типового строительства на свободной территории на новое строительство в сложных условиях плотной городской застройки – это актуальная задача современного строительного комплекса. Согласно Европейскому международному стандарту – Eurocode 7 (Geotechnics), подобное строительство относится к III, наиболее сложной геотехнической категории. Работы нулевого цикла в данных условиях оказываются самыми дорогими и сложными. Анализ аварий последних лет, произошедших в мире, показывает, что свыше 70% «отказов» зданий происходит по причине ошибок на стадии геотехнических работ [2].

В этих условиях важную роль играет инженерное обоснование конструкции объектов и технологии их строительства, которые должны обеспечить минимальные изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) основания и фундамента и эффективность проведения комплекса строительно-монтажных работ (СМР).

В настоящее время на кафедре строительства, геотехники и геомеханики рассматривается проект реконструкции территории и зданий Национального горного университета. Проект включает в себя строительство подземного гаража, подземного лабораторного комплекса, а также высотного здания (рис. 1) [3]. Новое здание вписывается внутрь существующего главного корпуса университета и имеет подземную часть, где предполагается размещение книгохранилища, архива и помещений технических служб. Новое здание проектируется очень близко к существующему и не должно привести к его деформациям.

При возведении зданий и сооружений в таких условиях возникает целый ряд технологических факторов, учет которых обеспечивает качество и долговечность не только возводимых непосредственно объектов, но и окружающих их сооружений.

Первая проблема, с которой приходится сталкиваться строителям в условиях плотной застройки – подготовка территории будущей площадки строительства, которая включает оценку геотехнической ситуации строительства. Она должна включать в себя комплексные инженерно-геологические изыскания, оценку состояния грунтов основания и фундаментов вблизи существующих зданий и сооружений с учетом новой гидрологической и геологической обстановки, прочностных и деформативных свойств грунтового массива. Важно на этом этапе оценить техническое

состояния фундаментов существующих зданий с точки зрения возможности восприятия ими части давлений от вновь устраиваемых зданий.

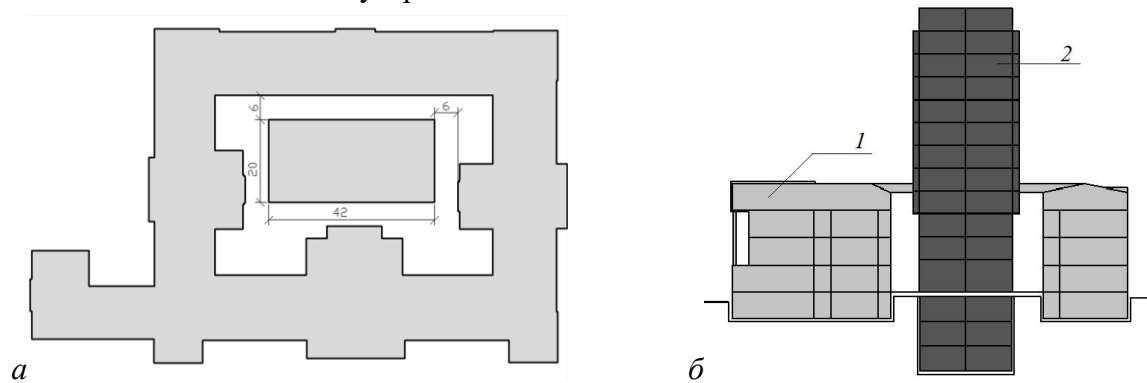


Рисунок 1 – Проект реконструкции главного корпуса Национального горного университета: а – план зданий, б – схема расположения и конструкция старого (1) и нового (2) зданий

Комплекс подготовительных работ должен включать разработку мероприятий по предотвращению возможных разрушений расположенных вблизи зданий во время производства работ и выбор щадящей технологии работ нулевого цикла. Трудоемким комплексом работ является перенос существующих коммуникаций.

Вторая проблема – выбор типа и конструкции фундамента будущего сооружения с учетом сложного НДС грунтового массива, вызванного взаимным влиянием существующих и вновь возводимых зданий. Недостаточное внимание этим вопросам приводит к недопустимым деформациям существующих зданий вплоть до их полного разрушения.

Третья проблема обусловлена ограниченностью площади, выделенной под пятно застройки. Это создает сложность в полноценном развертывании строительной площадки, невозможности расположения полного комплекса бытовых и инженерных сооружений, машин и механизмов. Вместе с тем существует ряд обязательных мероприятий, без которых строительство будет приостановлено – наличие эвакуационных выходов, противопожарные и мероприятия по технике безопасности.

К этому следует добавить необходимость поставки изделий и оборудования в заданные сроки. Для решения этой проблемы все требуемые элементы (арматура, металлические и железобетонные конструкции) привозят на строительную площадку в подготовленном виде в соответствии с графиками поставки. На строительной площадке их разгружают и подают к месту производства работ, монтаж осуществляют «с колес».

Большой проблемой является размещение непосредственно на площадке крупногабаритных строительных машин и кранов. Ее решение возможно за счет использования легкомонтируемых башенных кранов без подкрановых путей, большегрузных самоходных кранов или самоподъемных кранов, устанавливаемых непосредственно в пятно застройки.

Детальная разработка проекта строительства в стесненных условиях, научное обоснование конструктивных и технологических решений позволит избежать перечисленных проблем, аварий и обеспечить высокую эффективность и надежность работ.

#### Перечень ссылок

1. Комплексное использование подземного пространства // Режим доступа: <http://tutpostroim.ru/dom/personala>.
2. Open Library – открытая библиотека учебной информации // Режим доступа: [http://oplib.ru/arhitektura/view/1793\\_mikrotonnelirovanie](http://oplib.ru/arhitektura/view/1793_mikrotonnelirovanie).
3. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Пустовойтенко В.П. Кафедра строительства и геомеханики Национального горного университета: история, личности, достижения. – К.: Новый друг, 2010. – 642 с.

УДК 624.012.4

**Богачов В. С. студент гр. 192м-16-1****Научный руководитель: Волкова В.Е., д.т.н., профессор кафедры СГГМ**  
(Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина)

## АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Целью работы является анализ причин возникновения дефектов в железобетонных несущих конструкциях на стадии строительства.

За последние 20-30 лет монолитное строительство стало наиболее распространенной технологией строительства зданий и сооружений. Мировой опыт показывает, что разнообразие архитектурных решений устанавливает более высокие требования к конструкциям зданий. Технология монолитного строительства, является наиболее мобильной, позволяет выполнять различные высоты и формы в сжатые сроки, с минимальными финансовыми затратами. Именно поэтому в развитых странах данная технология занимает до 60% от всего строительства, поэтому тема исследования является весьма актуальной.

В данной работе проведен анализ дефектов, возникающий в процессе строительства. Рассмотрены основные дефекты, связанные с невыполнением строителями нормативных требований и указаний для качественного проведения работ.

Процесс монолитного возведения включает несколько этапов, каждый из которых требует квалификационного выполнения арматурных и бетонных работ. Основные условия качественного бетонирования – быстрая транспортировка и подача смеси, подача, укладка, уплотнение и качественный уход за бетоном в период его твердения. Отклонения в нормативных сроках, попытки сэкономить за счет скорости и квалификации работников ведут, как правило, к возникновению дефектов и в следствии существенному снижению прочностных характеристик готовых изделий. При этом под дефектом понимается каждое несоответствие с установленным требованиям к проекту.

Причины возникновения дефектов могут быть классифицированы как технологические и конструктивные:

- 1) Низкое качество опалубочных и арматурных работ которое приводит к отклонению геометрических размеров конструкций от проектных значений и смещению арматуры в сечениях элемента;
- 2) Недостаточное уплотнение бетона, возникновение пор и пустот, либо чрезмерное виброуплотнение, которое приводит к расслоению бетонной смеси;
- 3) возникновение усадочных трещин вследствие неправильного ухода за бетоном;
- 4) применение материалов для изготовления железобетонных конструкций более низких классов прочности по сравнению с проектными значениями, уменьшение размеров поперечных сечений элементов, их диаметров и количества стержней;
- 5) наличие технологических и монтажных воздействий, не учтенных при проектировании. Например, некорректное складирование материалов на перекрытиях и возникновение температурно-влажностных воздействий.

Рассматривая наиболее распространенные дефекты можно выделить, раннюю распалубку и плохой уход за бетоном. Одним из путей снижения экономических затрат являются увеличение количества циклов оборачиваемости опалубки. С этой целью строители зачастую не выдерживают необходимый для твердения в опалубке период и производят распалубку в более ранней стадии, чем предусмотрено нормативами.

Силы сцепления между опалубкой и бетоном в ряде случаев, затрудняет распалубку, это приводит к ухудшению качества бетонных поверхностей, вследствие возникновения дефектов.



Жесткость опалубки оказывает существенное влияние на точность формы железобетонной конструкции. Опалубки недостаточной жесткости получают значительные деформации при бетонировании, которые вызывают изменение положения арматурных каркасов и оказывают существенное влияние на несущую способность элементов.

Так в [2] проиллюстрированы результаты обследования технического состояния гостиничного комплекса в г. Донецке. В 2012 году специалистами с СНПЦ «СВИС» было выполнено обследование строящегося 15-этажного железобетонного монолитного здания.

Авторами в [2] было установлено, что выявленные на поверхности стен и перекрытия 5-го этажа выявленные дефекты в виде участков с обнажением крупного заполнителя и стержней арматуры следствием недостаточного уплотнения бетона. А также обнаружены места расслоения бетона, указывающие на избыточное содержание воды в бетонной смеси. Выявленные дефекты изображены на рисунке 1.



Рисунок 1– Примеры выявленных дефектов в колоннах 5-го этажа

После проведения проверок в лабораториях был сделан вывод, что данные дефекты возникли из-за несоблюдения технологии выполнения бетонных работ при укладке бетонной смеси, особенно в части качества её уплотнения в процессе бетонирования.

Как следует из полученных результатов, качество выполнения строительно-монтажных работ оказывает существенное влияние на технический ресурс здания. Усиление контроля качества бетонных и монтажных работ приводит к снижению расходов на ремонт и эксплуатацию.

#### Перечень ссылок

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минрегстрой. Украины, 2011. – 31с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Обследование зданий и сооружений. – Минрегстрой. Украины 2017. – С. 22-26.
3. Волков А.С., Дмитренко Е.А., Корсун А.В. Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015.
4. Основные признаки возникновения дефектов в бетонных конструкциях // Режим доступа: <https://stroim.os.ru>.

УДК 681.518.54

**Игнатенко М.Л.** студент гр. БДБ-14-1**Научный руководитель: Волкова В.Е., д.т.н., профессор кафедры строительства, геотехники и геомеханики***(Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, г. Днепр, Украина)***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ФИБРОБЕТОНЕ**

Впервые исследования по применению дисперсного армирования, как замены обычного армирования, были проведены профессором В.П. Некрасовым в начале XX века. В ходе своих исследований он изобрел фибробетон. Но к сожалению, на то время данный материал, не получил распространения.

Интерес к данному материалу возник в начале XXI века и Япония, как одна из передовых стран, создала Комитет по его исследованию. По результатам исследований, с 2006 года фибробетон получил широкое распространение в их стране.

Фибробетон представляет собой бетон, армированный дисперсными волокнами, которые часто называют фиброй. Этот материал обладает повышенной трещиностойкостью, прочностью на растяжение, ударной вязкостью, сопротивлением истираемости. Изделия из этого бетона можно изготавливать без армирования специальными сетками и каркасами, что упрощает технологию приготовления изделия и снижает ее трудоемкость.

В зависимости от использованных фибр, а они бывают разные, такие как: стеклянные, стальные, базальтовые, полипропиленовые, и другие, меняются прочностные и прочие характеристики фибробетона, а также и название самого материала. Рассмотрим наиболее традиционный вид фибробетона – сталефибробетон.

Одной из разновидностью железобетона, является сталефибробетон. В данном виде бетона роль арматуры выполняет фибра, в виде стальных волокон, которые равномерно распределены по всему объему изделия.

Стальная фибра, используемая в сталефибробетоне, изготавливается из низкоуглеродистой проволоки общего назначения, термически необработанной, без покрытия и оцинкованной. Диаметр проволоки 0,7-1,2 мм, а длина отрезка – 25-60 мм. Концы фибры имеют специальную конфигурацию, которая способствует прочному сцеплению с бетоном.

Стальные фибры, используемые в сталефибробетоне, различаются формой, способом изготовления и областью применения. К примеру: стальная анкерная фибра используется для армирования бетонных конструкций с высокими нагрузками; у стальной волновой фибры волокно изогнуто по всей длине для лучшего сцепления с бетоном, такая фибра добавляется в бетон для изготовления железобетонных конструкций; фибра, фрезерованная из расплава отличается формой и синеватым оттенком стали так как режется по специальной технологии и нагревается, в процессе фрезерования, до 100 градусов, благодаря плоской форме и сцепам на концах никогда не образует «ежей»; фибра анкерного типа из листового проката более эффективна относительно проволочной анкерной фибры, так как в процессе резки листа волокна приобретают шероховатую поверхность – это обеспечивает хорошее сцепление со строительной смесью.

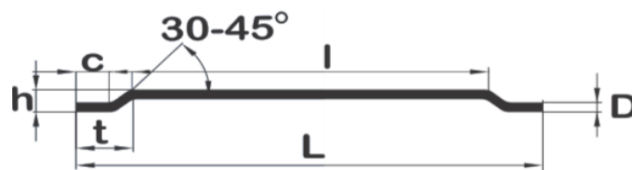


Рисунок 1 – Проволочная стальная анкерная фибра. Наиболее распространенный вид, удобен в переработке, хорошо держится в бетоне. Размеры:  $L = 25-60$  мм;  $D = 0.7-1.2$  мм;  $h = 3$  мм;  $c = 4$  мм;  $t = 5$  мм;  $I = 15-50$  мм.

Наибольшее распространение сталефибробетон получил в таких областях строительства как: строительство полов в производственных цехах и на складах; строительство тоннелей, метро, банковских хранилищ, оборонных сооружений; строительство и ремонт дорог, взлетно-посадочных полос, автопаркингов; производство ЖБИ, плит перекрытий, свай, фасадных плит и т.д.

Внедрению сталефибробетона послужил ряд значительных преимуществ перед обычным армированным бетоном, таких как: устойчивость к истираемости; морозоустойчивость; устойчивость к деформациям и т.д.

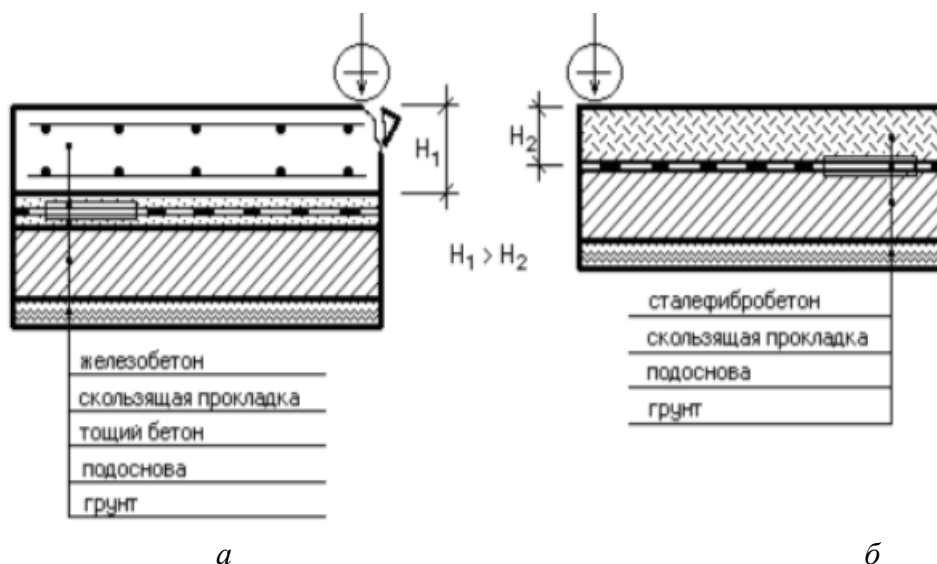


Рисунок 2 – Конструкции дорожного покрытия: *а* – классический железобетон; *б* – сталефибробетон

Загрузку фибры производят равномерным и непрерывным потоком в 3-4 приема через промежутки времени 1-1,5 минуты (при вращающемся барабане смесителя).

При производстве сталефибробетонных конструкций (СФБК) существенно сокращаются или полностью исключаются арматурные работы, что позволяет сократить трудозатраты на их производство от 33% до 53% в ценах 2006 г. Помимо этого повышенные физико-механические характеристики сталефибробетона обеспечивают снижение массы конструкций от 15-20% до 5-10 раз и являются основой высокой технико-экономической эффективности СФБК. Прочность на растяжение при изгибе повышается в 50-200%, а при сжатии – на 50-150%.

#### Перечень ссылок

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М: Высшая школа, 1979. – 230 с.
2. Сарайкина К.А., Шаманов В.А. «Дисперсное армирование бетонов» // Вестник ПГТУ. Урбанистика. – 2011. – №2. – С. 45-51.
3. Фибробетон: технико-экономическая эффективность применения» // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – №9. – С. 23-28.
4. Влияние некоторых характеристик отрезков стальной проволоки на свойства бетона, армированного этими отрезками. // Строительные материалы и изделия. – 1974. – Вып. 17. – С. 6-8.

УДК 624.137.5

Кучер С.А. магістр гр. ОС-71мп

Науковий керівник: Вапнічна В.В., к.т.н., доцент кафедри геoinженерії

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна)

## ОЦІНКА СТІЙКОСТІ СХИЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ PLAXIS НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА

Для урбанізованих територій характерним є сумісний вплив статичних та динамічних навантажень, які формуються у процесі промислової та цивільної забудови. Місто Київ поділене на 3 зони, залежно від вразливості до впливу динамічних навантажень, що характеризуються щільністю транспортних магістралей.

Виникнення і розвиток зсувних процесів зв'язані з геолого-гідрогеологічними умовами, що обумовлені різними природними явищами. До протизсувних підтримуючих споруд відносяться підпірні стінки, призначені для утримання земляної маси від обвалу. Зазвичай підпірні споруди влаштовують поблизу будинків, доріг та інших споруд, коли необхідно забезпечити різкий перепад відмітки планування. Неможливо в умовах міського ландшафту обійтися без підпірних споруд, оскільки відносна щільність забудови характерна для міста і відмова від підпірних стінок призведе до втрати цінного життєвого простору території міст.

Оцінка стійкості схилів була виконана за допомогою методу кінцевих елементів (МКЕ), реалізованого в програмі Plaxis[1], було змодельовано 3 варіанти підрізання схилу (а – знизу; б – зверху; в – знизу і зверху) для різних інженерно-геологічних умов міста Києва. В якості механічної моделі ґрунтового середовища застосовувалась модель Кулона-Мора – пружнопластична модель, яка містить 4 основні параметри:  $E_{iv}$  – параметри пружності ґрунту,  $c$  і  $\phi$  – параметри міцності ґрунту. При створенні геометричної моделі, ґрунтовий масив розбивається на 15-вузлові трикутні ізопараметричні скінченні елементи, в яких переміщення визначаються у всіх 15 вузлах, а напруги в 12 точках [1]. Для оцінки загальної стійкості в Plaxis реалізовано метод *Phi-c-reduction* (пониження  $c$  і  $\phi$ ), при якому виконується пропорційне пониження міцності до тих пір, поки не відбудеться руйнування.

Куткова консольна стінка була прийнята з геометричними розмірами  $h=11$  м – висота стінки, з яких  $d=3$  м – глибина закладання підшви фундаменту;  $y=8$  м – висота підпору ґрунту при підрізанні схилу знизу,  $b=6$  м – ширина підшви фундаменту; В15 – марка бетону з якого виготовлена стінка (рис. 1).

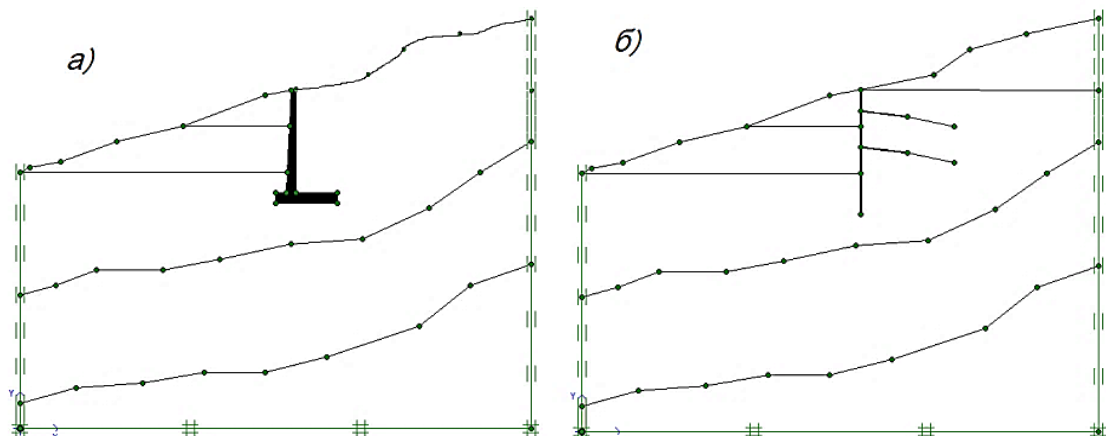


Рисунок 1 – Розрахункові схеми підпірних стінок реалізовані в програмі Plaxis: а – куткова консольна; б – шпунтова заанкеренна

Для проектування шпунтової заанкереної підпірної стінки використано шпунт коритного профілю AU 20 довжиною 12 м та анкер ТІТАН з граничним навантаженням на розрив 759 кН (при варіантах а та а+б було розраховано два ряди анкерів, при б – один) [2] (рис. 2).

При  $\sum M_{sf} \geq 1,2$  схил вважається стійким. За отриманими результатами можна зробити такі висновки: при підрізанні схилу зверху недоцільно використовувати обидві конструкції, так як  $M_{sf} > 2$  і можна підібрати інші варіанти інженерного захисту схилу; в III зоні, в якій найбільша щільність динамічних навантажень, неможливо використовувати обидва варіанти підпирних стінок (рис. 3).

В II зоні значення коефіцієнту стійкості для куткової консольної стіни ненабагато більше допустимих, що теж вказує на їх неефективність в даних інженерно-геологічних умовах; при моделюванні в програмному комплексі Plaxis було виявлено взаємодію фундаментів, що може спричинити зсувні процеси під подошвою підпірної стінки. Отже використовувати дані типи підпирних стінок можливо лише в I зоні та при підрізанні схилу знизу. Для інших варіантів доцільно розглянути підпирну стінку з буронабивних паль [2].

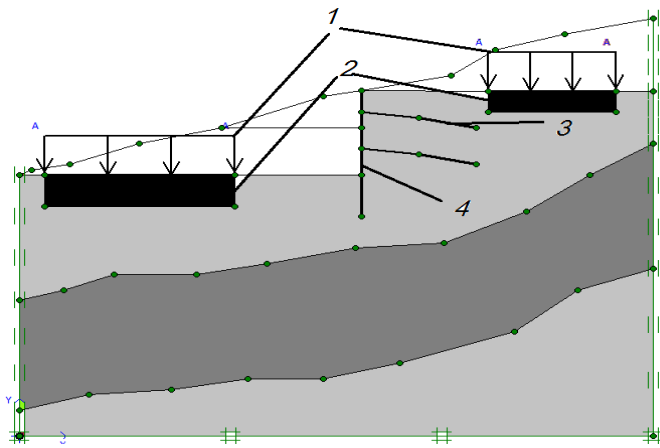


Рисунок 2 – Розрахункова схема із фундаментами запроєктованих споруд (2) та навантаженнями (1) від власної ваги на прикладі шпунтової (4) заанкереної (3) підпірної стінки (варіант а+б)

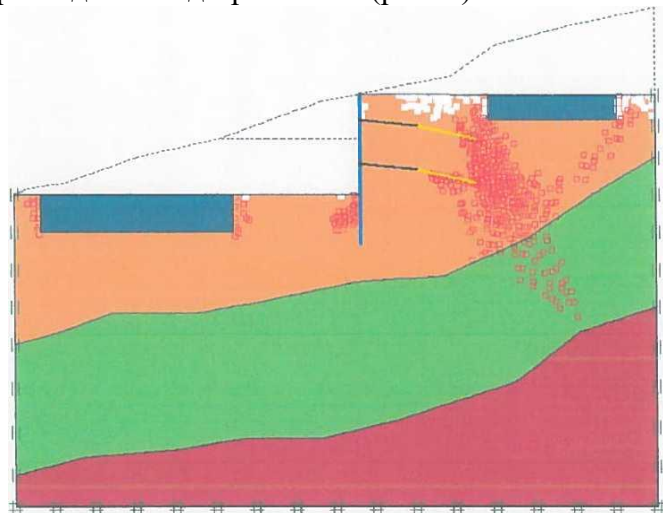


Рисунок 3 – Пластичні деформації на схилі Подільського узвозу (шпунтова заанкерена підпирна стінка)

### Перелік посилань

1. Вапнічна В.В. Порівняльний аналіз шпунтової заанкереної та консольної підпирних стінок при закріпленні схилів // О.О. Юргеля, В.В. Вапнічна / Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції «Енергетика. Екологія. Людина» (конференція молодих вчених - аспірантів та магістрантів). Секція «Перспективи розвитку гірничої справи та підземного будівництва». Зб. наук. праць. Вип. 6. – К.: Підприємство УВОІ «Допомога УСІ». – 2015. – С. 119–123.

2. Вапничная В.В. Закрепление склонов в разных инженерно-геологических условиях города Киева // С.А. Кучер, В.В. Вапничная, С.В. Зайченко / Перспективи розвитку будівельних технологій [Текст]: матеріали 11-ї міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвячена 80-ти річчю пам'яті Івана Степановича Новосильцева. – 2017. – Дніпро. – С. 30–35.

УДК 692

**Матвійко Є.Р.** студент гр.. 192М-16-1ФБ**Науковий керівник: Гапєєв С.М.** д.т.н., завідувач кафедри будівництва, геотехніки та геомеханіки.*(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпро, Україна)***"ЗЕЛЕНА" ПОКРІВЛЯ, ЯК ЕЛЕМЕНТ ЗАХИСТУ БУДИНКІВ**

З метою модернізації існуючого житлового фонду 12 липня 2017 року Уряд виділив додаткові 300 млн грн. на фінансування програми «теплих» кредитів у 2017 році.[2] Суть програми полягає в тому, що держава компенсує частину витрат на підвищення енергоефективності житлових будинків. На сьогодні найбільш популярними є заходи з утеплення стін будинків пінополістиролом, але при поверховості будівлі від 5 поверхів за втрату тепла до 30% відповідає покриття. Вирішити цю проблему можна за допомогою утеплення покриття. Одним з варіантів такого утеплення є влаштування «зеленої» покрівлі. Такий варіант даху не тільки зменшує тепловтрати, але й покращує екологію місцевості.

«Зелені» покрівлі залишаються одним з найбільш перспективних напрямків будівництва в Україні, де починаючи з 1992 р. було збудовано 150000 м<sup>2</sup> зелених покрівель (рис. 1).



Рисунок 1 – «Зелена» покрівля в місті Дніпро, Україна

«Зелена» покрівля - це покрівля будівлі, на якій присутні зелені насадження. Таким чином, конструкція виконує не тільки захисні функції, але і дозволяє додатково ефективно використовувати відкриті площі, а саме - створювати на них парки, пікнікові зони, газони та інші мальовничі ландшафти. При цьому, у людей з'являються нові місця відпочинку, а будівля набуває більш привабливого зовнішнього вигляду. «Зелені» дахи є вирішенням актуальних на даний момент проблем: компенсації рослинних насаджень, втрачених в результаті будівництва; зменшення обсягів і швидкості стоку дощової води з дахів; зменшення температури їх нагріву. «Зелені дахи» відповідають екологічним викликам сучасності, не лише прикрашають місто, а й суттєво скорочують витрати

електроенергії. У жарку погоду зберігають прохолоду у приміщенні, а взимку є гарними теплоізоляторами. Крім того, зелень на дахах очищує повітря й вбирає дощові опади, розвантажуючи тим самим міську дренажну систему.

Технологія зеленої покрівлі дозволяє мати сад в умовах обмеженої площі земельної ділянки. Сади й парки можна створювати як на паркінгах, так і на дахах будинків у найбільш завантажених районах міста. Отримуючи переваги від цієї технології, муніципалітети міст світу намагаються спонукати власників нерухомості облаштовувати «зелені дахи», надають пільги або частково допомагають з фінансуванням.

Щоб рослини на даху могли повноцінно рости і при цьому не страждала сама будівля і її внутрішні приміщення, повинні бути створені спеціальні умови і враховані всі особливості:

- розробка проекту «зеленої» покрівлі повинна відбуватися на стадії розробки проекту всього будинку, щоб було враховане додаткове навантаження на несучі конструкції будівлі і фундамент;
- «зелена» покрівля найбільше підходить для дахів з малим кутом нахилу - до 12 градусів, більш складними є проекти з дахами, кут нахилу яких досягає 30 градусів;
- дах будівлі повинен отримувати достатню кількість сонячного світла, щоб рослини «відчували себе комфортно»;
- пошаровий «пиріг» покрівлі повинен бути виконаний за всіма правилами і з застосуванням якісних матеріалів, щоб уникнути протікання і дати корінням рослин нормально розвиватися.

Переваги «зеленої» покрівлі [5]:

- покращена якість повітря (фільтрація міського повітря і абсорбція пилу і бруду з розрахунку 0,2 грм/кв.м. / добу);
- охолодження міського повітря на 1-2 ° С;
- додатковий процес фотосинтезу;
- акумуляція 30-90% дощової води в субстраті;
- гасіння звукових коливань від транспорту до 8дБ і відображення до 3дБ;
- відображення рослинами електромагнітного «смогу».

Висновок: "зелена" покрівля є перспективним напрямком в сфері захисту житлового фонду України. Вона дозволяє не тільки покращити мікроклімат в середині будинку, але й екологічний стан навколишньої території, що є актуальним питанням сьогодення. Метою подальших досліджень є з'ясування впливу «зеленої» покрівлі на тепловтрати через покриття житлових будинків та підбір оптимального варіанту пошарової будови таких покрівель. Це дозволить більш доцільно спрямовувати кошти на покращення теплотехнічних характеристик житлового фонду, а також поліпшить екологічний стан місцевості.

#### Перелік посилань

1. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. Київ 2017.
2. [Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1228-р "Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року"](#) Київ 25 листопада 2015 р.
3. Електронний ресурс: <http://saee.gov.ua/uk>
4. Електронний ресурс: <http://adm.dp.gov.ua/>
5. Електронний ресурс: <https://hmarochos.kiev.ua>

УДК 624.15

Мудрак К.А. студент гр. 192-16м

Науковий керівник: Волкова В.Є., д.т.н., професор кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки

(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпропетровськ, Україна)

## ВЗАЄМОДІЯ БУРОІН'ЕКЦІЙНИХ ПАЛЬ З ГРУНТОМ ОСНОВИ

**Вступ.** В даний час влаштування буроін'екційних паль набуло популярності через те, що такі фундаменти можна зводити в умовах тісної міської забудови. Ця технологія значно не порушує природну структуру ґрунтів основи та не створює додаткових динамічних навантажень, що не дає утворюватися тріщинам на сусідніх будівлях. Особливістю технології є висока продуктивність та якість заповнення свердловини бетонною сумішшю. Це досягається за рахунок подачі суміші під тиском, що дає перевагу при проходженні товстих шарів пісків та тугопластичних суглинків. Досвід улаштування та статичних випробувань буроін'екційних паль свідчить про те, що їх фактична несуча здатність у 1,5 – 2,5 рази більша, ніж розрахунково-теоретична.

**Мета роботи:** Полягає в аналізі закономірностей взаємодії буроін'екційних паль з основою.

**Завдання статті:** Охарактеризувати геологічну ситуацію у місті Дніпро та взаємодію буроін'екційних паль з ґрунтом основи.

### Характеристика геологічної ситуації у м. Дніпро

Геологія міста Дніпропредставлена лесовим комплексом відкладень елювіально-делювіального, еолово-делювіальної делювіального генезису. Літологічно лесова товща представляє собою перешарування лесових суглинків і супісків, що підстеляються щільними суглинками.

Зазвичай, будівельний майданчик складено товщею шаруватих суглинків і супісків. В таких ґрунтах є ймовірність виносу з свердловини на поверхню зайвої породи.

### Аналіз взаємодії буроін'екційних паль з ґрунтом основи

При влаштуванні нових або посиленні існуючих фундаментів палями необхідно прагнути до максимального використання несучої здатності фундаменту. Після влаштування пального фундаменту формується система «ростверк (фундамент) - палі - ґрунт основи». В такій системі ростверк фундаменту вступає в спільну роботу з ґрунтовим масивом. Роль його полягає в підвищенні несучої здатності фундаменту і приймає значну частину діючих навантажень на фундамент [2].

При проектуванні слід враховувати роботу ростверку фундаменту, внаслідок цього може бути істотне зниження вартості. Це відбувається за рахунок зменшення розмірів паль або більш рідкою їх розстановкою [3].

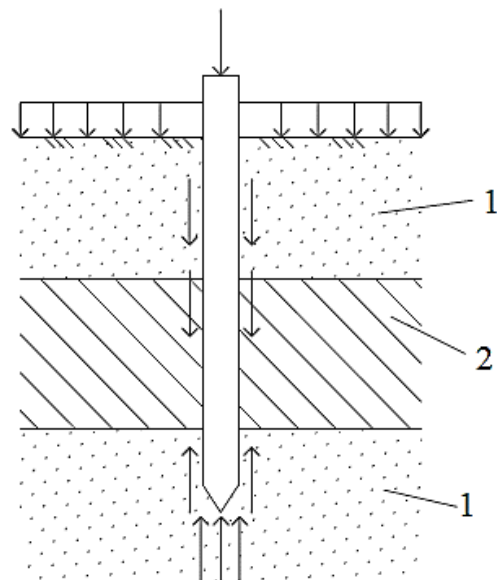


Рисунок 1 – Розвиток негативного тертя за бічною поверхнею палі: 1 – піщаний ґрунт середньої щільності; 2 – шар суглинку



У розрахунку осідання групи паль необхідно враховувати взаємний вплив паль в групі. Це дає збільшення осадку паль в групі в порівнянні з осадком одиночної палі при тому ж навантаженні в залежності від відстані між ними, їх гнучкості і кількості [5].

З використанням похилих паль підсилення, внутрішні зусилля, що виникають в палях значно зростають при збільшенні кута нахилу паль. Для зменшення внутрішніх зусиль, що виникають в палях, слід застосовувати малі кути нахилу.

Також несуча здатність паль багато залежить від тиску опресування і обсягу закачаного розчину при їх виготовленні [4].

Важливо враховувати силу тертя між палею та ґрунтом. Якщо осідання ґрунту, що оточує палею, перевищує осідання самої палі, то за її бічною поверхнею виникають сили тертя, спрямовані не вгору, як більшість сил, а вниз. Це явище зменшує несучу здатність палі. Таке тертя називають негативним.

Складові загальної несучої здатності фундаменту (палі) за рахунок опору його підшви, опору тертя за бічною поверхнею та розпору ґрунту похилими гранями фундаменту:

$$F_d = \gamma_c [\gamma_{cR} RA + \sum h_i (\gamma_{cf} u_i f_i + u_{oi} i_p E_i + k_i \zeta_r)], \quad (1)$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи фундаменту в ґрунті;  $\gamma_{cR}$ ,  $\gamma_{cf}$  – коефіцієнти умов роботи ґрунту під подошвою й уздовж бічної поверхні фундаменту, які враховують особливості його виготовлення;  $R$  і  $f_i$  – відповідно розрахунковий опір ґрунту під подошвою та за бічною поверхнею фундаменту;  $A$  – площа опирання фундаменту на ґрунт;  $h_i$  – товщина  $i$ -го шару ґрунту, дотичного до бічної поверхні фундаменту;  $u_i$  – зовнішній периметр  $i$ -го поперечного перерізу фундаменту;  $u_{oi}$  – сума розмірів сторін  $i$ -го поперечного перерізу фундаменту, якімають нахил до вертикалі;  $E_i$  – модуль деформації ґрунту  $i$ -го шару;  $k_i$  – коефіцієнт, що залежить від виду ґрунту;  $\zeta_r$  – реологічний коефіцієнт [1].

Для паль-стояків в ґрунтах високої несучої здатності, які практично не деформуються, формула скорочується до виразу:

$$F_d = \gamma_c \gamma_{cR} RA. \quad (2)$$

**Висновки.** Результати проведеного аналізу показують, що для відображення реального характеру взаємодії паль фундаментів з основою необхідно враховувати наступні параметри: характеристики механічних властивостей ґрунту, характеристики паль, геометричні та жорсткісні характеристики будівлі, величину і вид прикладеного навантаження.

#### Перелік посилань

1. Швець В.Б., Бойко І.П., Винников Ю.Л., Зоценко М.Л., Петраков О.О., Шаповал В.Г., Біда С.В. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти: Підручник – Дніпропетровськ: Пороги, 2012. – 197 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування.
3. Седін В.Л., Мельник А.М., Бікус К.М., Шикотюк К.А. Особливості влаштування бурін'єкційних паль великого діаметра в багатошарових глинистих ґрунтах / Галузеве машинобудування, будівництво. Збірник наук. праць. Вип. 1(43). – 2015. – ПолтНТУ.
4. Чу Туан Тхань Оценка взаимодействия буринъекционных свай усиления фундаментов с основаниями зданий: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.02 / Чу Туан Тхань; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург, Россия, 2010.
5. Справочник проектировщика / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

УДК 622.28.044

Наливайко Д.В., студент гр. 184м-16-1 ФБ

Научный руководитель: Гапеев С.Н., д.т.н., профессор кафедры строительства, геотехники и геомеханики

(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## ОТРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ БАЗОВОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ОЧИСТНАЯ ВЫРАБОТКА – ШТРЕК-ПОРОДНЫЙ МАССИВ» ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТЫ ИМЕНИ Д. Ф. МЕЛЬНИКОВА ПАО «ЛИСИЧАНСКУГОЛЬ»

**Актуальность работы:** главная цель украинской угольной промышленности согласно новой энергетической стратегии Украины до 2035 года [1] состоит в ее стабилизации и дальнейшем развитии для достижения экономически обоснованных объемов производства угольной продукции необходимых для энергетической безопасности государства. Шахтные предприятия будут обязаны стать на путь самоокупаемости и прибыльности.

Именно поэтому уже сейчас возникают вопросы и задачи относительно снижения затрат на поддержание горных выработок.

### Проведение 12 северного вентиляционного штрека пл. $l_8$

Из выкопировки горных работ (рис.1) видим, что 12 северный вентиляционный штрек на своем пути имеет сопряжения с центральным вентиляционным квершлагом и северным вентиляционным квершлагом  $k_8 - l_6$  гор.820. Причем после пресечения лавой центрального северного вентиляционного квершлага  $k_8 - l_6$  гор.820 часть 12 северного вентиляционного штрека оставшегося позади лавы планируется погасить, также после пресечения лавой северного вентиляционного квершлага  $k_8 - l_6$  гор.820 часть штрека оставшегося позади лавы планируется погасить.

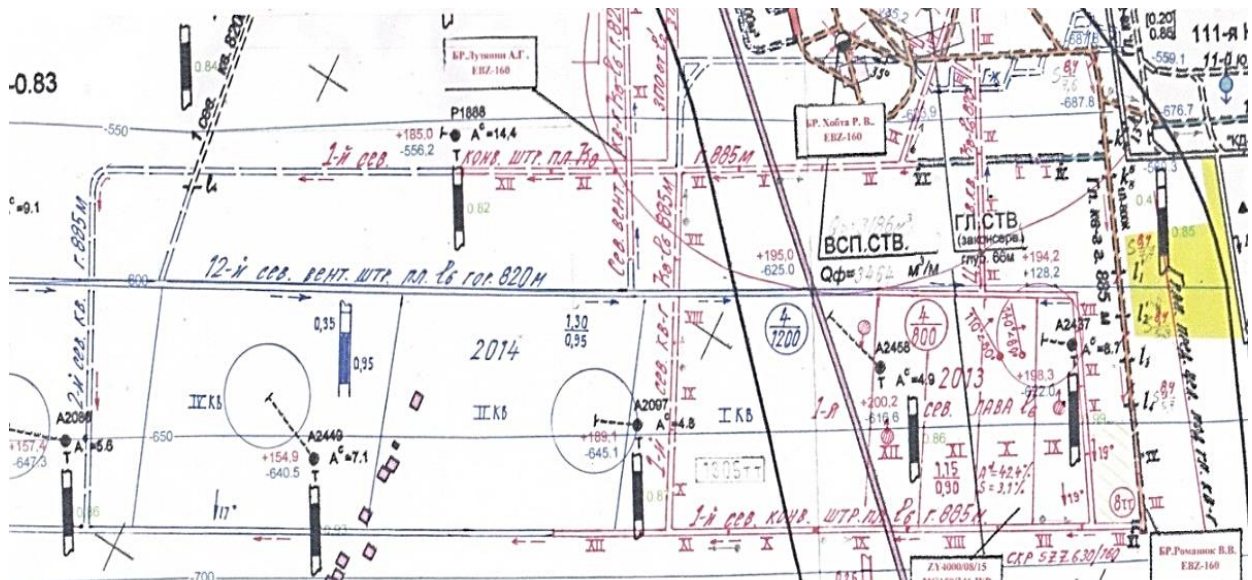


Рисунок 1 – Выкопировка с плана горных работ

**Обоснование применения анкерной крепи:** логично предположить, что прохождение данных квершлагов таких длин и дальнейшее их погашение значительно увеличивают затраты на строительство горных выработок.

И именно поэтому была выдвинута идея, которая предполагает:

1. Отказ от проведения наклонных выработок к 12 северному вентиляционному штреку пл.  $l_6$
2. Отказ от погашения 12 северного вентиляционного штрека пл.  $l_6$
3. Увеличение срока эксплуатации 12 северного вентиляционного штрека пл.  $l_6$ , путем применения нового паспорта крепления.

Задача обоснования паспорта крепи на численной модели может быть разделена на две подзадачи:

1. Разработка и калибровка базовой модели, которая отражает существующую ситуацию. Данная модель позволяет отработать приемы моделирования, режимы расчета и параметры моделей.
2. Разработка рабочей модели для оценки напряженно-деформированного состояния оцениваемой геомеханической системы. Данная модель позволяет по результатам расчета оценивать эффективность параметров разрабатываемых систем крепи и охраны протяженной выработки, работающей в зоне влияния очистных работ.

**Моделирование 12 северного вентиляционного штрека пл.  $l_6$** : для обоснования применяемой крепи был использован программный комплекс “Phase2”. Был задан массив горных пород в условиях 12 северного вентиляционного штрека пл.  $l_6$ , на основании горно-геологического прогноза, в котором содержится информация о горных породах. Для обоснования построения модели, необходимо учитывать все этапы эксплуатации лавы.

*Первым этапом* является ход очистного комбайна и обжатие крепи смещающимся породным контуром.

*Второй этап* – раскрытие сечения выработки (вентиляционного штрека) и установка охранных мероприятий.

*Третий этап* – эксплуатация выработки после включения крепи в работу.

*Четвертый этап* – эксплуатация выработки в зоне влияния отработанного пространства лавой.

*Пятый этап* - установка анкеров в рабочей модели и анализ эффективности.

### Перечень ссылок

1. Нова енергетична стратегія України до 2035 [Електронний ресурс] / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua>.

2. Логунова О.О., Барабаш М.В., Дубовик О.І. Повторне використання підготовчих виробок вугільних шахт.– Дніпро: Літограф, 2015. – 64 с.

3. Бабиюк Г.В. Управление надежностью горных выработок: монография / Г.В. Бабиюк. – Донецьк: Світ книги, 2012. – 420с.

УДК 624.13

Савостьянова И.А., студентка гр. 192м-16-1 ФБ

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

На значительной территории Украины (около 60 % площади) в наиболее густонаселенных областях имеется опасность образования различных по масштабам оползней.

Огромной проблемой оползни являются и для Днепра. Рельеф возвышенного правого берега р. Днепр на территории города характеризуется развитием густой овражно-балочной сети, которая имеет общую протяженность более 120 км. На них имеется более 140 участков, где существует угроза оползней и подтоплений.

Большинство оползней в Днепре были спровоцированы деятельностью человека. В настоящее время разрабатывается новая программа противооползневых мероприятий, для реализации которой необходимо 300 млн. грн. [1]. Тем не менее, дальнейшее развитие города требует застройки новых свободных участков, в т.ч. и на склонах балок.

Для оползнеопасного склона, степень опасности возникновения катастрофического явления характеризуется потерей его устойчивости. Это происходит при нарушении баланса между силами, сдвигающими оползневое тело ( $T_{cd}$ ) и удерживающими его ( $T_{yd}$ ). Следовательно, оползневое тело находится в предельном равновесии, когда коэффициент его устойчивости больше или равен единице:  $T_{cd} \leq T_{yd}$ . Если это равновесие нарушается, происходит обрушение и тело оползня смещается по линии, называемой плоскостью скольжения.

Обрушение массива, связано с преодолением действующих на некоторых площадках касательными сдвигающими напряжениями, сил сопротивления грунта сдвигу. Касательные напряжения в толще откоса возникают под воздействием собственного веса грунтовой толщи, а так же дополнительного давления толщи воды [2].

Рассмотрим возможность укрепления оползнеопасного участка склона для его безопасного использования в комплексе городских объектов. Для решения рассматриваемой задачи был выбран оползневой склон в г. Днепр.

Исследуемая территория расположена в южной части юго-восточного склона балки Встречной, по которой осуществляется поверхностный сток при выпадении атмосферных осадков. Отметки поверхности склона 4,3÷29,1 м, глубина залегания кровли прочных пород – от 3÷5 м до 18 м. Форма оползневого склона приведена на рис. 1.

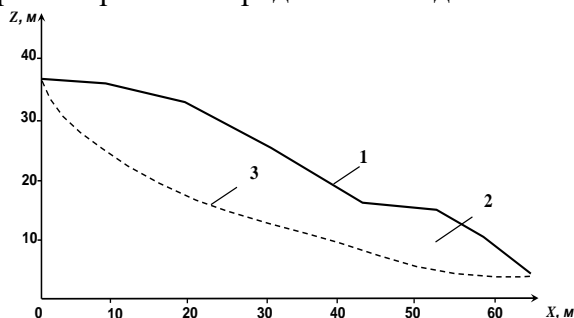


Рисунок 1 – Оползневой склон: 1 – линия существующего рельефа; 2 – тело оползня; 3 – предполагаемая поверхность смещения

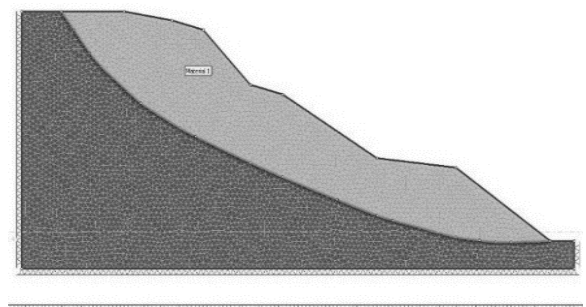


Рисунок 2 – Численная модель оползневого склона

Изучение геомеханических процессов в оползнеопасном склоне выполнено с использованием лицензионной программы «Phase 2» канадской компании Rocscience.

Модель характеризуется следующими параметрами: грунт однородный, движение происходит в изотропной среде. Граничные контуры – связи по всем направлениям (рис. 2).

Так как оползневой массив моделируется в естественном состоянии, то единственным нагружением для него будет собственный вес.

Поверхность рельефа по форме близка к циклоиде. Разрушение и растяжение элементов приурочено к поверхности естественного рельефа. Сдвиговые деформации распространены по всему оползневому массиву, что свидетельствует о вовлечении нестабильных масс грунта в движение.

Анализ распределения касательных напряжений  $\tau_{xz}$  непосредственно в зоне скольжения (рис. 3, а) свидетельствует о том, что, как и предполагалось, сдвижение оползневой массы происходит именно по поверхности смещения, используемой для моделирования оползневой процесса. При смещении грунтового массива на контакте с не смещаемыми породами касательные напряжения  $\tau_{xz}$  развиваются от контактной зоны к оползающему массиву формируя зону скольжения. Так же в зоне скольжения исследуемые касательные напряжения  $\tau_{xz}$  чередуются с напряжениями растяжения и сжатия.

Касательные напряжения  $\tau_{xz}$  увеличиваются от головной к центральной части оползня, затем затухая к базису разгрузки.

Непосредственно в самом оползневом теле касательные напряжения сжатия в зоне сдвига на участке от 25 м до 48 м распространяются, подчиняясь линейной зависимости, а их величины практически не изменяются. Это свидетельствует о наличии буферной зоны и обозначают наиболее эффективную область для укрепления грунта.

Состояние массива может быть оценено также показателем  $S_\phi$  (strength-фактор), определяемого в «Phase 2» как величина, эквивалентная коэффициенту устойчивости  $k_y$ .

Анализ картины распределения коэффициента устойчивости массива  $k_y$  ( $S_\phi$ ) (рис. 3, б), показывает, что его опасная величина ( $k_y < 1$ ) располагается от средней части оползневой тела и выше. В верхней части склона значение  $k_y$  имеет минимальное значение. Полученные результаты подтверждают образование трещин, ориентированных вдоль склонов в реальных условиях, которые предшествуют оползням.

Противооползневые сооружения и мероприятия должны обеспечивать восприятие оползневой нагрузки при нормативном коэффициенте запаса устойчивости склона. Наибольшее распространение для этих целей получили свайные и анкерные конструкции. Кроме того, используются физико-химические способы закрепления грунтов. Часто, для повышения эффективности мероприятий и снижения затрат используют их комбинацию.

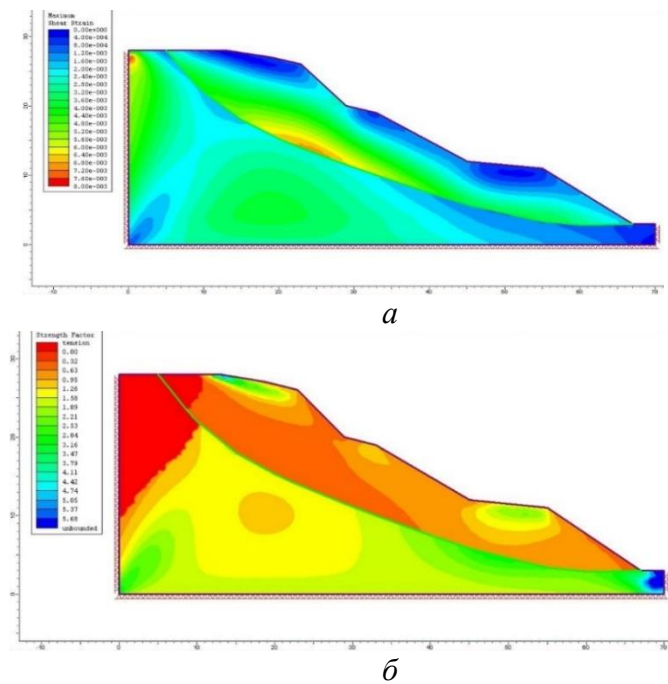


Рисунок 3 – Расчет оползневой массы:  
а – распределение касательных напряжений  $\tau_{xz}$ ;  
б – распределение коэффициента устойчивости  $k_y$

### Перечень ссылок

1. В Днепропетровске 25 млн гривен «закопают» в балке // Комментарии UA. Днепр. Режим доступа: <https://dneprr.comments.ua/news/2013/06/26/150002.html>.
2. Solodiantkin O.V., Kovrov O.S., Ruban N.M. Investigation of physical and mechanical properties of subsiding soils at the Yevpatoriyskaya ravine located in the city of Dnepropetrovsk // Науковий вісник Національного гірничого університету – Д: НГУ. – 2015. – № 1. – С. 15-20.

УДК 624.042.41

**Солоненко В.С. ст. гр. 192м-16-1****Волкова В.Е., д.т.н., профессор кафедры строительства, геотехники и геомеханики  
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина**

## **ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ВЕТРОВЫМ ПОТОКОМ**

Ветровые воздействия являются доминирующим типом воздействия для протяженных сооружений, таких как промышленные здания большой протяженности и высотных сооружений – небоскребы, мачты и башни. Значительная жесткость массивных бетонных конструкций способствует быстрому рассеиванию, поглощению, энергии колебаний зданий в ветровом потоке. В отличие от них мачты и башни имеют значительную гибкость и обладают низким конструкционным демпфированием. Вследствие этого ветровые воздействия вызывают значительные колебания данных конструкций. Помимо башен и мачт такие явления являются характерными и для антенных опор и дымовых труб. Колебания конструкций в ветровом потоке могут стать причиной нарушения технологических процессов, вызывать болевые ощущения и дискомфорт у людей, а в ряде случаев привести к обрушению, что обуславливает актуальность темы исследования.

Целью данного исследования является изучение механизмов взаимодействия металлических конструкций с ветровым потоком.

Вопросы взаимодействия механической системы с ветровым потоком отражены в исследовании Барштейна М.Ф., Бородачева Н.М., Шухова В.Г., Фомина Г.М., Блюминой Л.Х., Соколова А.Г., Попова Н.А., Пичугина С.Ф., Махинько А.В.

Современный уровень развития аэродинамических исследований и математического моделирования дают возможность определить скорость невозмущенного потока и мгновенное значение ветрового давления в различных точках поверхности плохообтекаемых тел. Механизм взаимодействия ветра с различными видами сооружений и теоретические зависимости скорости и возмущающих нагрузок изучены в настоящее время не в полном объеме, что оставляет некоторый простор для научно-исследовательской деятельности в данном направлении.

Особенность аэродинамического нагружения в том, что его величина существенно зависит от формы конструкции, обтекаемой ветровым потоком. Происходит эффект положительной обратной связи – увеличение поперечных размеров сечения увеличивает ветровую нагрузку, что в свою очередь может вызвать увеличение размеров сечения. Известны случаи, когда не удавалось запроектировать конструкцию применяя такой подход. Обратная связь также наблюдается и при учете нагрузки от собственного веса, а также в случаях нагружения гибких конструкций весом слоя жидкости. В последнем случае прогибы конструкции увеличивают толщину слоя жидкости что приводит вновь к увеличению прогибов. Во всех указанных случаях возможно явление своеобразной неустойчивости равновесия, несмотря на то, что в системе отсутствуют сжимающие нагрузки [1].

По своим конструктивным особенностям высотные строительные конструкции в вопросах аэродинамики относятся к классу плохообтекаемых тел. Кроме того, такие сооружения отличаются малыми характеристическими размерами по сравнению с длиной волны или поперечными размерами вихрей.

От действия равномерно распределённого ветрового потока возникают равнодействующие сила  $F$ , составляющими которой являются сила лобового сопротивления, направленная вдоль потока  $F_D$  и подъемная сила, действующая поперек потока  $F_L$  (рис. 1).

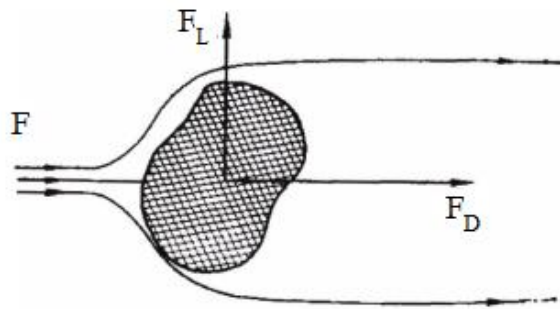


Рисунок 1 - Подъемная сила и сила лобового сопротивления, действующие на произвольное плохообтекаемое тело

Выражения для распределенной по сооружению нагрузки, действующей в поперечном по отношению к ветровому потоку направлении [2]:

$$F_L(z, t) = C_{F_L}(z) \cdot \left[ -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot U(z) \cdot B(z) \right] \cdot u'$$

$$C_{F_L}(z) = \left( \frac{dC_L(z, \alpha)}{d\alpha} + C_L(z, \alpha) \right),$$

где  $C_L(\alpha)$  и  $C_D(\alpha)$  – коэффициенты бокового и лобового сопротивления как функции угла атаки воздушного потока;  $\rho$  – плотность воздуха;  $U(z)$  – средняя скорость ветрового потока на высоте  $z$ ;  $B(z)$  – поперечный по отношению к потоку размер сооружения на высоте  $z$ ;  $u'(z, t)$  – скорость потока в направлении, перпендикулярном потоку;  $z$  – продольная координата сооружения.

Выражения для сила лобового сопротивления, направленная вдоль потока:

$$F_D = C_D \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A,$$

где  $C_D$  – коэффициент аэродинамического сопротивления;  $\frac{1}{2} \rho V^2$  – динамическое давление;  $A$  – площадь, на которую припадает ветровой поток.

На сегодняшний день общепринятым является подход, когда нагрузка от ветровых пульсаций представляется как стационарный и стационарно связанный случайный процесс. При действии таких процессов на систему с несколькими степенями свободы используется их описание в виде спектральных и взаимных спектральных плотностей [3].

Построение аналитических моделей поведения объекта в ветровом потоке, а также последующий их анализ встречаются ряд математических и вычислительных сложностей. В виду этого, широкое распространение получило математическое моделирование в программных комплексах, реализующих метод конечных элементов. В настоящее время для создания моделей мачт и башен, а также других высотных сооружений используют такие ПК как SCAD, LIRA, Selenia, RobotMilenium.

### Перечень ссылок

1. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки [Текст]: 4-е изд. – М.: Наука, 1987. – 352 с.
2. Мелешко В.А. Аэроупругая неустойчивость зданий и сооружений в ветровом потоке: Диссертация/ Мелешко В.А. 2011 – 129 с.
3. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер.: 4-е изд., перераб. -М.: Издательство СКАД СОФТ, 2011.– 736 с.

УДК 622.833

Стрельник И.В., студ. гр. 192м-16-1 ФБ

Научный руководитель: Солодянкин А.В., д.т.н., профессор кафедры СГГМ  
(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепр, Украина)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОТЕКАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПУЧЕНИИ ПОРОД

Одним из негативных проявлений горного давления, который существенно осложняет эксплуатацию выработок, является пучение пород почвы. В условиях больших глубин разработка пучение не является каким-то локальным процессом, затрагивающим только породы почвы. Деформационные процессы охватывают весь приконтурный массив, вызывая разрушение элементов крепи и необходимость перекрепления выработки.

Наиболее распространенным способом борьбы с последствиями пучения является подрывка пород почвы. Однако, проведение подрывки в условиях больших глубин приводит к нарушению равновесного состояния пород почвы, облегчению доступа воды к нижележащим пластам, нарушению равновесия пород в боках выработки. Как отмечается в [1], скорость пучения после подрывок может возрастать в 6...9 раз и более по сравнению со средними скоростями, зафиксированными непосредственно перед подрывкой. Таким образом, для повышения эффективности работы протяженных выработок, необходимо снижение величины пучения пород почвы и сокращение числа ее подрывок.

В условиях больших глубин при значительно возросших величинах горного давления, традиционная металлическая рамная крепь, применяемая почти повсеместно, практически не препятствует расслоениям вмещающих выработку пород. Эффективным средством обеспечения устойчивости протяженных выработок будет являться рамно-анкерная крепь, с установкой анкеров сразу после ее проведения. Это позволит предупредить расслоение приконтурного массива, большие деформации пород, в том числе снизит пучение пород почвы.

Выполним численное моделирование поведения геомеханической системы «крепь выработки-массив» для условий отработки угля на шахте «Южнодонецкая №1».

Исходные данные к расчетам следующие. Начальное поле напряжений, создаваемое весом вышележащих пород для заданной глубины:  $\sigma_y = \gamma H = 10$  МПа. Здесь  $\gamma = 25$  кН/м<sup>3</sup> – объемный вес пород,  $H = 400$  м – глубина разработки. Граничные условия задаются в перемещениях – все границы жестко закреплены. Граница выработок свободна от напряжений.

Первый этап расчетов был направлен на адаптацию деформационной модели породного массива и расчетного алгоритма к реальным условиям эксплуатации выработок, т.е. осуществлялась «калибровка» модели и вычислительной процедуры. На рис. 1 показана расчетная схема к решению плоской задачи о НДС породного массива.

Моделировалась одиночная выработка (конвейерный ходок) в нетронутом массиве пород. Для оценки состояния выработки в заданных условиях рассматривались варианты моделей с пучением пород почвы и с их подрывкой.

Применяемый метод исследований позволяет определить смещения контура выработки и область разрушенных пород, которые и создают нагрузку на крепь.

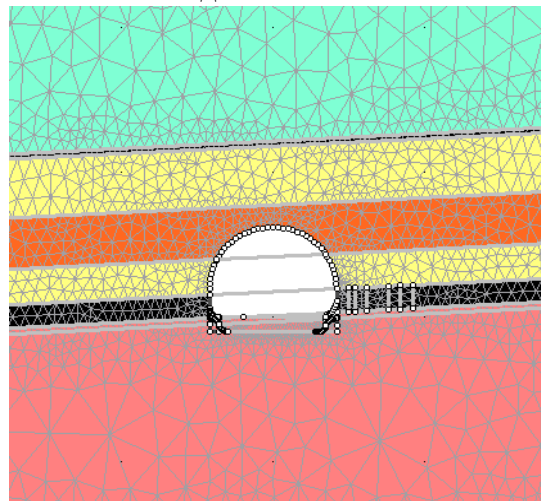


Рисунок 1 – Расчетная схема для выработки в нетронутом массиве



Полученные значения перемещений (0,69 м в почве, 0,39 м в кровле, 1,02 м в боках) соответствуют величине перемещений в реальных условиях эксплуатации конвейерного ходка 12-й западной лавы пл.  $C_{18}$  (рис. 2). Совпадение расчетных и наблюдаемых значений достигнуто путем корректировки констант, учитывающих структуру породного массива на основе анализа геологической информации и визуального обследования выработки.

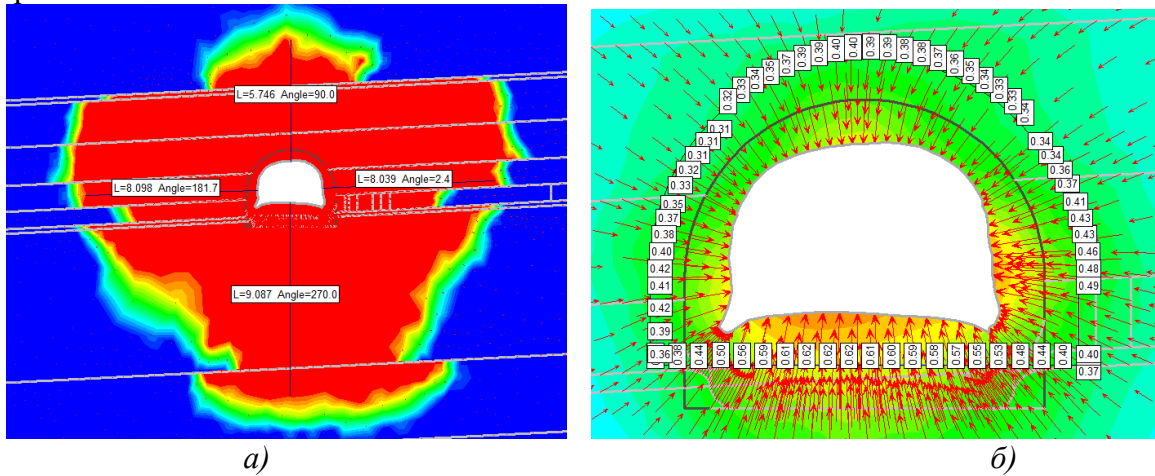


Рисунок 2 – Результаты численного моделирования одиночной выработки вне зоны влияния очистных работ: *а* – зона разрушенных пород; *б* – перемещения на контуре

Пучение почвы делает эксплуатацию выработки невозможным. Поэтому до подхода лавы проводится подрывка пород. Этот процесс смоделирован путем «выемки» пород в выработке на величину поднятия почвы. На рис. 3 показаны смещения пород после проведения подрывки почвы. Подтверждением отрицательного влияния подрывки почвы является резкое увеличение площади разрушенных пород вокруг выработки – на  $15,5 \text{ м}^2$ . Это также увеличивает их дальнейшее разрыхление. Так, в [2] установлено, что коэффициент пластического разрыхления массива пород  $\beta$  вокруг выработки линейно возрастает с увеличением количества подрывок и составляет: после первой подрывки –  $\beta = 1,12$ ; после второй  $\beta = 1,25$ ; после третьей  $\beta = 1,33$ .

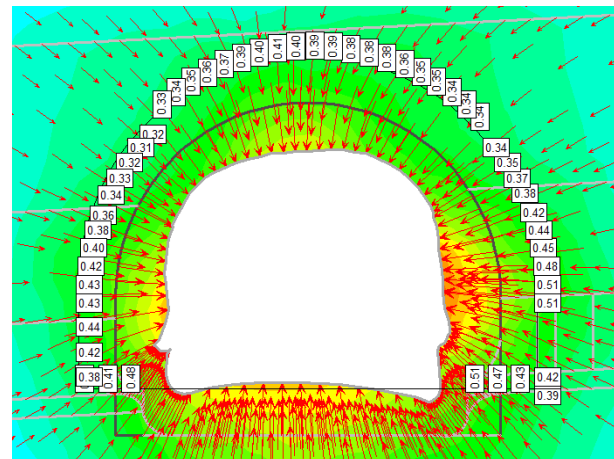


Рисунок 3 – Перемещения на контуре выработки после подрывки пород почвы

Сопоставление расчетных смещений контура и реального состояния выработки показывает, что деформационная модель среды в рамках программы «Phase-2» откалибрована и на ее основе можно выполнять прогноз проявлений горного давления для других ситуаций и типов крепи. На этапе до подхода первой лавы в качестве элементов усиления будут использованы анкеры.

### Перечень ссылок

1. Зубов В.П., Чернышков Л.Н., Лазченко К.Н. Влияние подрывок на пучение пород в подготовительных выработках // Уголь Украины. – 1985. – № 7. – С. 15-16.
2. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Смирнов А.В. Пучение пород почвы в выработках угольных шахт. – Днепропетровск: ООО «ЛизуновПресс», 2015. – 256 с.

УДК624.131.

Саитова А.А. студ. гр. 192м-16-1

**Научный руководитель: Шашенко А.Н., д.т.н., профессор кафедры СГГМ**  
(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)

### **АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ТЕХНОГЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Приведен анализ основных источников динамических воздействий, оказывающих влияние на систему «сооружение-грунтовый массив» в условиях плотной городской застройки. В результате интенсивного развития города, возникают трудности с функциональным зонированием города, вследствие чего стираются границы между жилыми застройками, промышленными и транспортными зонами.

Территория любого крупного города является своеобразным очагом техногенных динамических нагрузок. Источниками динамических воздействий, образующиеся в силу наложения волн напряжений являются объекты различных транспортных источников (метрополитен, железнодорожные поезда, трамвайные линии, легковые и грузовые автомобили), строительного и промышленного оборудования (мощные технологические установки насосов, компрессоров, двигателей), газо- и нефтеперегоны, технологическое оборудование ударного действия, проведения взрывных работ и т.д. [1]. Перечисленные выше источники динамических воздействий оказывают влияние на систему «сооружение-грунтовый массив».

Исследования динамических (циклических) воздействий на окружающую среду, в том числе и на жилые территории, ведется давно, однако не все источники таких нагрузок изучены достаточно хорошо.

Как свидетельствуют результаты многочисленных исследований основной вклад в постоянно существующее и меняющееся в течение суток «вибрационное поле» вносит движущийся транспорт. Меньшее значение в силу локальности распространения вносят строительные и промышленные машины [2].

В связи с высокой интенсивностью и широким распространением, особенно на городских территориях и вблизи крупных магистралей с почти непрерывным транспортным потоком наиболее значимы динамические нагрузки от движущегося транспорта. При этом ведущая роль принадлежит рельсовому (наземному и подземному) транспорту [2-4]: железнодорожным составам, трамваю и метрополитену, что обусловлено, в первую очередь, существенно меньшим демпфированием колебаний при передаче их массиву грунта от стального колеса через жесткую систему «рельс–шпала». Также важным является вес источника и присутствие ударных импульсов за счет ударов колеса об рельсы на стыках [2, 3-5].

Видоизменяясь, вибрация от рельсового транспорта передается через рельсовые пути на их опору и далее в грунт, находящиеся рядом здания, являясь как самостоятельным источником воздействия, так и порождая переизлученный шум (рис. 1) [5]. Вибрационное воздействие, особенно циклическое и длительное, сказывается на техническом состоянии зданий, состоянии оснований и массива грунта, на котором они расположены [6].

Учитывая общее физическое старение существующих зданий, особенно памятников архитектуры, которые не будут сноситься при модернизации исторически сложившихся центров, вопросы обеспечения надежности сооружений, связанные с транспортной вибрацией, могут в ближайшее время стать вполне актуальными.

К этому следует добавить значительную изношенность путевого хозяйства – железнодорожных и автомобильных дорог, трамвайных линий, а также наличие нарушений при взаимном расположении транспортных линий и зданий, превышение

скорости движения транспортных средств, что дополнительно подчеркивает сложность рассматриваемой проблемы и необходимость поиска технических и административных путей ее решения.

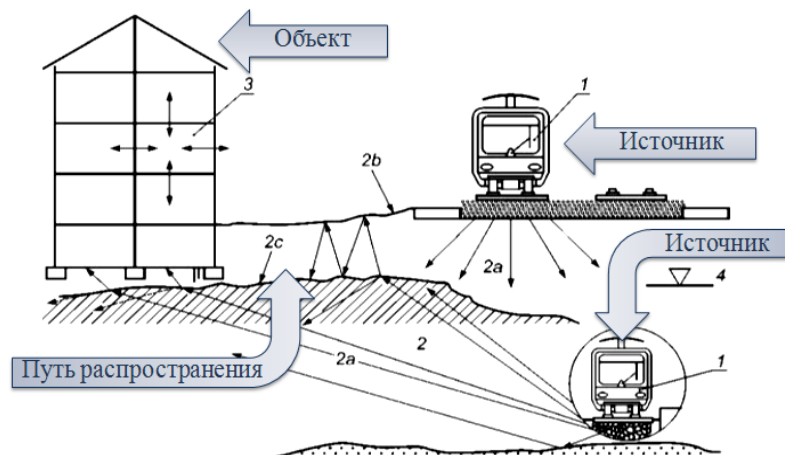


Рисунок - 1. Пример источника, пути распространения и объекта воздействия: 1 – источник вибрации; 2 – путь распространения (2a – волны внутри тела: сжатия, сдвига; 2b – поверхностные волны; 2c – волны на границе сред; 3 – объект воздействия (вибрация, переизлученный шум); 4 – поверхность грунтовых вод

Данная ситуация характерна для многих старинных городов со сложившейся, исторической застройкой, узкими улицами и высокой транспортной (и не только от трамваев) нагрузкой.

В связи с вышеизложенным, данные о параметрах динамических нагрузок, создаваемых вибрационным полем технологического оборудования или транспортными линиями для последующего прогнозирования деформаций сооружений должны быть определены из опыта, литературных источников, экспертных оценок или по результатам измерений на месте [5, 7].

#### Перечень ссылок

1. Криль Т. В. Вібраційний вплив на геологічне середовище міст // Геологічний журнал. – 2008. – №2. – С. 91-99.
2. Вознесенский Е. А. Динамическая неустойчивость грунтов. – М.: Изд-во «Эдиториал», 1999. – 264 с.
3. Жигалин А. Д., Локшин Г. П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология. – 1991. – №6. – С. 110-119.
4. Локшин Г. П. Техногенное поле вибрации и его воздействие на геологическую среду городских территорий: автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения». – М., 1987. – 24с.
5. Рубан Н. Н. Оценка параметров динамических воздействий от транспортных источников в условиях г. Днепропетровска // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ». – 2015. – Вип. № 39. – С. 58-63.
6. Solodiankin O.V., Kovrov O.S., Ruban N.M. Investigation of physical and mechanical properties of subsiding soils at the Yevpatoriyskaya ravine located in the city of Dnepropetrovsk // Науковий вісник Національного гірничого університету – Д: НГУ. – 2015. – № 1. – С. 15-20.
7. Солодянкин А.В., Шепель Н.Н. Исследование прочностных свойств лессовых грунтов при действии вибродинамических нагрузок // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Кременчуг. – Вип. № 2. – 2015 (16). – С. 32-41.

УДК 69.004.94

**Панченко В.В. студ. гр. 192м-16-1****Науковий керівник: Хозяйкіна Н.В., к.т.н., доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки***(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)***ОГЛЯД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА**

На сьогоднішній день існує безліч програмних комплексів для будівельної галузі, на жаль більшість людей мають уявлення про існування тільки AutoCAD та його велику сітку програмних продуктів [1]. В даній статті, наведено познайомлення з програмними продуктами компанії 4PS.

З моменту свого створення (1 квітня 2000 року), 4PS стали одним з провідних ІТ постачальників у галузі будівництва. 4PS має представництва у 15 країнах, даючи змогу більш ніж 600 компаніям по всьому світу реалізовувати свої проекти за допомогою найкращих ERP систем на ринку [2]. Вся діяльність 4PS базується на трьох основних принципах: єдина технологія, єдина галузь, єдина версія.

**4PS Construct** – це програмне забезпечення яке є стандартизованим, адаптивним та зрозумілим для користувача, а також відповідає актуальним вимогам ринку. 4PS Construct розробили стандартизовану ERP систему для будівництва, проектування, монтажу, обслуговування та ремонту, а також оренди обладнання. Більшість будівельних компаній по всьому світу вже працюють з даною системою та насолоджуються перевагами використання найкращих інструментів галузі. 4PS Construct також можна охарактеризувати як надійну платформу за допомогою якої, завжди можливо оцінити реальний статус служб і проектів в будь-якій точці світу. Спільно з Microsoft, 4PS створює програмне забезпечення для підтримки будь-яких процесів в сфері будівництва, монтажу та створення інфраструктури.

Даний підхід є невід'ємним для будь-якої компанії, що надає послуги та працює в проектно-орієнтованому середовищі. Різниця між збитками та прибутками може залежати від несподіваних та часто непомітних факторів. Збалансоване програмне забезпечення для контролю всіх бізнес процесів компанії дасть змогу не тільки збільшити ефективність бізнесу, але й покращити взаємодію з клієнтами та партнерами.

Функціонал продуктів 4PS Construct поставляється зі стандартним набором опцій для звітності, панелей та видів звітів, що дозволяє отримати актуальний статус проектів і контрактів на обслуговування.

Детальна звітність керівників є невід'ємною складовою будь-якої компанії в сфері будівництва, цивільного будівництва або монтажу. Крім стандартних інструментів звітності, 4PS і Microsoft пропонують прості у використанні програми, за допомогою яких, ви завжди зможете створити необхідний звіт.

Далі наведені основні додатки до платформи 4PS Construct та їх можливості.

**4PS Mobile.** За допомогою мобільного додатка 4PS Mobile, спеціалісти мають можливість працювати де завгодно, у будь-який час. Дані вводяться лише один раз, що зменшує кількість помилок та зберігає час. У випадку миттєвого підтвердження замовлення клієнтом, послуги сплачуються швидше, що підвищує ліквідність підприємства. 4PS Mobile було створено для задоволення потреб клієнтів та спеціалістів.

**4PS Portals.** Зазвичай, у реалізації проекту задіяно багато внутрішніх та зовнішніх учасників. Кожен з учасників привносить свій вклад, який необхідно документувати. Часто, це робиться вручну або після тривалого листування. З початкових стадій

проекту, компанії необхідно співпрацювати з багатьма виконавцями, такими як архітектори, постачальники чи субпідрядники. Даний процес має назву «Ланцюгова співпраця». На мою думку, цей процес є надійною основою успішності проекту.

Таким чином, вся інформація зі сторони компанії чи стороннього виконавця має вноситися у корпоративну ERP-систему швидко та надійно. За допомогою використання 4PS Порталів ви одразу створюєте всю інформацію у цифровому вигляді доступною для кожного у будь-який час.

**4PS Planning.** Чітка організація ефективності та планування проектів є надважливим інструментом. 4PS пропонує рішення для візуалізації планування - від незначних до величезних кількостей. Рішення є гнучким, інтуїтивним та багатофункціональними. Базуючись на різноманітній інформації, такий як: навика та місцезнаходження, буде виявлено найбільш підходящого спеціаліста для виконання тієї чи іншої заявки.

Шляхом встановлення коректних параметрів планування та типу завдання, ви отримаєте цілісну картину можливостей для виконання завдань. І це можливо між багатьма компаніями. Після отримання, заявки відправляються спеціалістам. Будь-які зміни у виконанні заявок миттєво відображаються у розкладі та можуть корегуватися.

**4PS Apps.** Мобільні платформи стали невід’ємною складовою сучасності. Завжди і скрізь, ми на зв’язку та маємо доступ до інформації. Додатки 4PS допоможуть завжди бути на зв’язку. Microsoft Dynamics NAV2016 [3] надає можливість користуватися інформацією з будь-якого мобільного пристрою. Менеджер проекту та менеджер контрактів мають швидкий доступ до своїх даних за допомогою додатка для телефону або планшета.

4PS спеціально розробили додаток для різноманітних підлеглих процесів, що дозволяє клієнтам досягати нового рівня в якості послуг. Наприклад, за допомогою ServiceReportsApp домовласники мають змогу швидко повідомляти о необхідності того чи іншого ремонту чи обслуговування. Додаток є повністю інтегрованим з іншими рішеннями від 4PS, що забезпечує швидку обробку заявок у системі підрядника. Це просто та ефективно.

Таким чином, сучасне будівництво - це управління детально спланованої організації і контролем послідовності дій. Строго за розкладом повинні початися ті чи інші види робіт, що потребує своєчасних поставок різних будівельних матеріалів і будівельної техніки. Контролювати запаси, управляти роботами, знижувати ризики - все це містять спеціально розроблені ІТ програми для автоматичного управління будівельними проектами.

### Перелік посилань

1. Хозяйкина Н.В. Застосування ВІМ моделювання в будівництві / Н.В. Хозяйкина, В.В. Панченко // Перспективи розвитку будівельних технологій: 11-та Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів та студентів [http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/149431/13\\_DneprStudConf\\_2016\\_61.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/149431/13_DneprStudConf_2016_61.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Рішення для громадського будівництва // Електронний ресурс: <https://www.nav4construction.com.ua>
3. Microsoft Dynamics // Електронний ресурс: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh173988\(v=nav.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh173988(v=nav.90).aspx)

УДК 624.03

Манько Р.В. студ. гр. 192м-16-1

Научный руководитель: Хозяйкина Н.В., к.т.н., доцент кафедры СГГМ  
(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днипро, Украина)

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

При проектировании и строительстве новых зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки, необходимо учитывать их влияние на фундаменты существующих зданий.

Поэтому целью исследований, является определение деформаций фундаментов существующих зданий при строительстве новых с учетом физико-механических свойств подстилаемых грунтов.

Рассматривается здание, расположенное на просадочных грунтах, в городской застройке и планируется возвести новое. Расстояние между объектами, ограничено существующими застройками. Также присутствует вопрос возможности увлажнения подстилаемых просадочных грунтов.

Просадочные грунты в увлажненном состоянии обладают дополнительной просадочностью и влекут за собой осадки оснований фундаментов, превышающие допустимые значения [1]. В результате нарушения устойчивости зданий возникает образование кренов, что влечет за собой разного рода проблемы. Поэтому определение значений величины крена и сопоставление их с допустимыми значениями является важным критерием [2].

Исследования поведения кренов зданий выполнены с использованием программного продукта FLAC 7.0 2D [3].

Разработанная численная модель представляет собой участок породного массива, включающего существующее здание и проектируемого. Расчетная схема представлена на рис. 1.

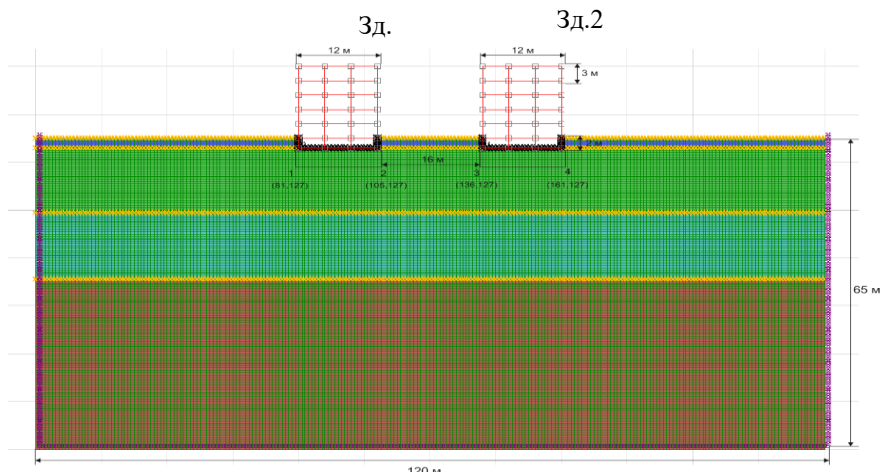


Рисунок 1 – Расчетная схема к решению поставленной задачи: здание 1 – проектируемое; здание 2 – существующее

Характеристики каркаса и фундамента зданий: высота 0,4 м, плотность  $2400 \text{ кг/м}^3$ , модуль упругости  $35 \cdot 10^9 \text{ Па}$ , ширина 0,4 и 1 м соответственно. Характеристики грунтов представлены в [4].

Порядок выполнения компьютерного моделирования: рассматривается плоская модель (рис. 1); здания располагаются на грунтовом массиве в природном состоянии; осадка фундаментов оценивались величиной вертикальных и горизонтальных

перемещений угловых точек зданий; сравнение значений осадок фундаментов с нормативными значениями.

На первом этапе моделирования ограничиваемся природным состоянием просадочных грунтов. Результаты моделирования оседания угловых точек зданий представлены на рис. 2, 3.

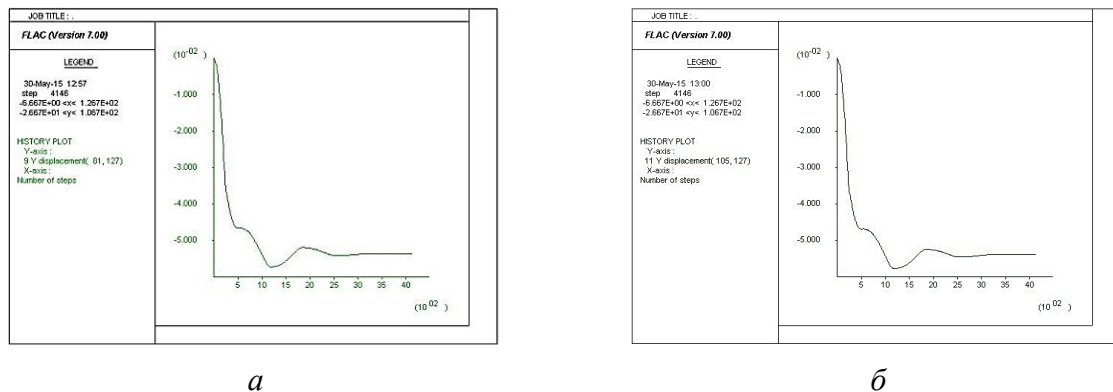


Рисунок 2 – Перемещения угловых точек основания фундамента проектируемого здания 1; а – угловая точка 1; б – угловая точка 2

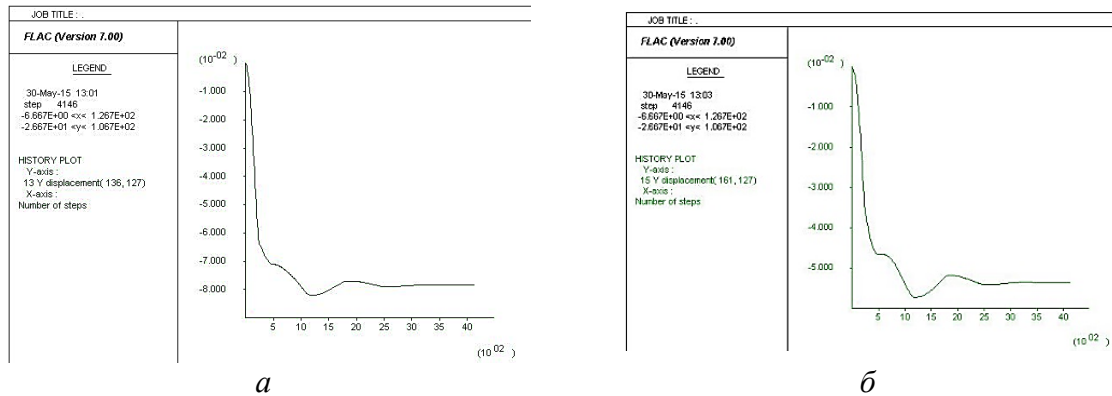


Рисунок 3 – Перемещения угловых точек основания фундамента существующего здания: а – угловая точка 3; б – угловая точка 4

Результаты I этапа моделирования показали, что осадка основания зд. 1 не превышает допустимых значений, и точки 1 и 2 имеет равномерную осадку. Для зд. 2 картина перемещения угловых точек другая: точка 3 имеет большее значение относительно точки 4, что говорит о крене фундамента, что может привести к разрушению здания.

Таким образом, первый этап моделирования зданий, расположенных на расстоянии 16 м друг от друга при условии, что грунты находятся в природном состоянии, сводится к тому, что в грунте необходимо размещать ограждающую конструкцию, которая позволит обеспечить устойчивость зданий.

### Перечень ссылок

1. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих грунтах.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основания и фундаменты и сооружения.
3. FLAC Version 7.0. Online Manual. Fifth Edition (FLAC Version 7.0) September 2011.
4. Solodiankin O.V., Kovrov O.S., Ruban N.M. Investigation of physical and mechanical properties of subsiding soils at the Yevpatoriyskaya ravine located in the city of Dnepropetrovsk // Науковий вісник Національного гірничого університету – Д: НГУ. – 2015. – № 1. – С. 15-20.

УДК 692

**Холеван Т.М., студент гр. 192М-16-1ФБ****Науковий керівник: Гапєєв С.М. д.т.н., завідувач кафедри будівництва, геотехніки та геомеханіки***(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпро, Україна)*

## **ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЗОВНІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ СТІН БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

### **Актуальність теплоізоляції будівель і споруд.**

З кожним днем все більше і більше людей задається питанням як же правильно і раціонально вирішити проблему енергозбереження і економії палива. Протягом останньої декади придумали багато ідей, які можуть дозволити створити затишний мікроклімат в приміщенні, і в той же час знизити витрати на опалення та охолодження.

Якщо взяти, наприклад, старі радянські будівлі то там втрата тепла становить 40%. Відповідно необхідно витратити гроші на утеплення будинку. Якщо взяти середній показник, який витрачається на опалення, то це буде близько 60% від всієї енергії. Тепло йде з дому через зовнішні стіни, підлогу, дах, вікна та двері.

15-20 м<sup>3</sup> газу на 1 м<sup>2</sup> площі потрібно для опалення будинку, який побудований без утеплення. А ті будинки, які були утеплені при будівництві витрачають лише 6...12 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup>. Внаслідок цього люди часто утеплюють свої будинки додатково, і завдяки цьому знижують витрати на опалення на 50% і більше.

Якщо ми звернемося за допомогою до сучасних методів утеплення, то знайдемо велику кількість переваг:

1. Забезпечують нормальну температуру в приміщенні протягом року.
2. Стіни захищені від надмірної вологості і конденсації. І завдяки цьому на стінах не з'явиться грибок і пліснява.
3. Поліпшуються акустичні властивості будівлі.
4. Значно знижується рівень шуму в приміщенні. Поглинається до 95% звукових коливань.
5. Поліпшується гігієнічний стан приміщення.
6. Знижується енергоспоживання.
7. Знижується викид шкідливих речовин в атмосферу.
8. Підвищується термін служби будинків

Слід зазначити, що повністю виключити тепловтрати неможливо, але їх можна звести до мінімуму. Хороші і якісні роботи з утеплення будинку зможуть допомогти оселі зберігати прийнятну температуру і допоможуть скоротити витрати на опалення.

Найголовніше завдання робіт з утеплення будинку це створити комфортну температуру і мінімізувати втрати тепла.

Взимку тепле повітря потрібно зберегти всередині, а влітку навпаки потрібно, щоб тепле повітря не проникало всередину.

Якщо роботи з утеплення будинку будуть виконані якісно, то вони допоможуть вам вирішити питання мінімізації втрат тепла будинку. Це дуже важливо для тих, хто проживає в приватному будинку, так як утеплювати треба кожен куточок в будинку.

Але на жаль багато людей не мають необхідних знань про теплоізоляційних матеріалах, і в наслідок цього, будівельники можуть використовувати не найкращі матеріали для теплоізоляції.



### Проблеми неякісного утеплення стін.

Незважаючи на все збільшується кількість квартир з утепленими фасадами, самі виробники цих робіт визнають, що теплоізоляція не завжди справляється зі своїм завданням, а іноді навіть створює додаткові проблеми. Сирість, грибок, шкідливі випари, руйнування стін і збільшення тепловтрат - мінімальний набір недоліків, до яких може привести «утеплення» квартир.

Для кожного типу багатоквартирного будинку є свій характерний шлях тепловтрат. Так, в цегляному тепло може йти через щілини у вікнах і дверях, тріщини в стінах і «теплові мости» перекриттів. Для панельних будинків характерні втрати через самі стінові панелі, хоча тут часто зустрічаються і щілини в перекриттях. Індивідуальне зовнішнє утеплення дозволяє закрити щілини між перекриттями і панелями, а також знизити втрати тепла через недостатню товщини самої стіни. Однак закрити щілини у вікнах воно не зможе. Крім того, часто господарі квартири так «точно» розраховують площа зовнішнього утеплення (щоб сусідові задарма не дісталосся), що воно не перекриває стики стіни з міжповерховими перекриттями. В результаті, не дивлячись на утеплену стіну, тепло з квартири виходить через підлогу і стелю.

Уникнути подібних проблем можна, якщо утеплювати стіни відразу декількох квартир, всього під'їзду чи будинку. Це дозволить, зокрема, ізолювати «містки холоду» і перекрити місця масового витоку тепла, а також дасть істотну знижку при розрахунку вартості робіт.

Небезпеку становлять і самі утеплювальні матеріали, особливо популярний пінопласт, який при температурі вище 30 ° С випаровує цілий букет отруйних речовин аж до фосгену. Крім того, за словами експертів, пінопласт дуже крихкий, не витримує температурних перепадів і вітрових навантажень. В результаті шматок утеплення може відколотися, чому не тільки порушить цілісність гідроізоляції, але і створить небезпеку переходом.

Пінополістирол гидрофобен практично на 100%, і це з одного боку перешкоджає проникненню вологи в приміщення, а з іншого - не випускає її назовні. В результаті на стінах з'являються грибок і пліснява.

Ватні утеплювачі бояться намокання, яке може виникнути в результаті недотримання технології (відсутність гідробар'єру, його негерметичність). Тепловий опір мокрого ватного матеріалу на порядок нижче, ніж сухого, тому замість утеплення виходить зворотний ефект. Крім того, мокра вата руйнує огорожувальні конструкції. «На одному з об'єктів ми зіткнулися з тим, що мокра вата доставляла воду в щілини будинку. У мороз вода замерзала, розширювалася і руйнувала стіни », - розповідає фахівець. Втім, за його словами, така ситуація більш характерна для приватних будинків, адже в багатоквартирних будинках ватний утеплювач використовують рідко.

### Перелік посилань

1. Електронний ресурс: <https://instroymatrem.ru>
2. Електронний ресурс: <http://licceramic.com.ua>
3. Електронний ресурс: <https://ru.wikipedia.org>
4. Електронний ресурс: <http://www.teplo61.ru>
5. Електронний ресурс: <http://termoside.com>
6. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель

УДК 624.012

**Щербина Д. Г. магістр гр. 192м-16-1****Науковий керівник: Волкова В. Е., д.т.н. професор кафедри будівництва, геотехніки та геомеханіки.***(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпро, Україна)*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНИХ КРИТЕРІЇВ**

В даний час, число аварій будівель і споруд, що пов'язані з порушенням умов їх експлуатації неухильно зростає. Будівлями і спорудами є складні системи із наперед заданими технічними параметрами, які повинні контролюватися в процесі виготовлення конструкцій, будівельно-монтажних робіт, при прийманні і в ході експлуатації, а також перед постановкою об'єкту на капітальний ремонт, реконструкцію. Тільки при всебічному технічному контролі процесів будівництва і експлуатації будівель стає можливим знизити кількість дефектів, поява яких обумовлена недоліками технології, відхиленнями при виконанні будівельно-монтажних робіт, а також відсутністю ефективних методик кількісної оцінки технічного стану будівель і споруд, як при будівництві, так і при експлуатації. Динамічні методи діагностування дозволяють оцінювати стан будівлі в цілому і в подальшому локалізувати виявлені дефекти, які можуть бути уточнені тепловізійними методами. Ці методи дозволяють точніше виявити ризик обвалення, оцінювати залишковий ресурс будівель і споруд.

Тому розробка методики оцінки технічного стану будівель на основі динамічних критеріїв, що дозволяє підвищити об'єктивність і достовірність отриманих результатів, скоротити терміни проведення технічного обстеження, є актуальним науково-технічним задачею.

Метою дослідження є розробка методики оцінки технічного стану будівель, на основі динамічних критеріїв, а саме періоду і частоти власних коливань.

Завдання статті: Проаналізувати сучасні методи оцінки технічного стану несучих конструкцій будівель і споруд.

Найбільш небезпечними для технічних об'єктів виявляються вібраційні дії. Знакозмінні напруження, викликані вібраційними діями, приводить до накопичення пошкоджень в матеріалі, що викликає появу втомних тріщин і руйнування.

Окрім втомних руйнувань в механічних системах спостерігаються і інші явища, що викликають зміну структури поверхневих шарів деталей, що сполучаються, їх знос і, як результат, зменшення сили тертя в з'єднанні, що викликає зміну дисипативних приводять до поступового ослаблення, розбобтування, рухомих з'єднань. Вібраційні дії викликають малі відносні зсуви з вібраційними діями. Наприклад, ці дії в з'єднаннях деталей машин, при цьому відбувається в'язаних поверхонь і властивостей об'єкту, що змінює його власні частоти і тому подібне.

Основні теоретичні підходи при розрахунках динаміки споруд в області будівництва приведені в роботах Клаафа Р., Пензієна Д.[3], В.В. Болотіна [2], Д.Г. Копаніци [4], А.П. Мельчакова [5] і ін. Основні практичні підходи розроблені в роботах М.А. Шахраманьяна [6], і Я.М. Айзенберга[14] і ін., проте в них не визначений вплив найбільш значущих факторів на розрахункові величини динамічних параметрів.

Для достовірної оцінки технічного стану конструкцій будівель, споруд необхідно мати цілу низку кількісних і якісних параметрів і характеристик, отриманих в процесі досліджень, проектування, будівництва і експлуатації будівель, споруд.

Згідно проведеного аналізу основними діагностичними параметрами технічного стану будівель і споруд, впливають на їх стійкість і надійність є: - геометричні параметри будівель і споруд, та їх основних конструктивних елементів; - геологічні

параметри будівельного майданчика;- фізико-механічні параметри конструктивних елементів будівель; динамічні параметри будівель і споруд і ґрунтів будівельного майданчика.

Методи вимірювань фізико-механічних параметрів основних конструктивних несучих елементів залізобетонної будівлі і споруди, дозволяють визначити категорію технічного стану будівлі або споруди, провести уточнення ступеня його надійності або пошкодження.

Аналіз методів визначення динамічних параметрів будівель показав, що основними критеріями оцінки технічного стану несучих конструкцій, за допомогою динамічного методу є період і частота власних коливань будівель. Відомо, що основний динамічний параметр – період власних коливань конструктивної системи  $T$  пов'язаний з її жорсткістю  $EI$ . Тому результати динамічних випробувань періоду власних коливань споруди дають величину зниження інтегральної жорсткості споруди. Математично залежність періоду власних коливань від жорсткості описується формулою:

$$T = k_1 \sqrt{m/EI}$$

де  $k_1$  - коефіцієнт, що враховує тип конструктивної схеми,  $m$  - маса,  $E$  - модуль пружності,  $I$  - момент інерції.

Таким чином, для будь-якої конструктивної системи період власних коливань  $T$  характеризує жорсткість системи  $EI$ . Можна вважати, що маса будівлі  $m$  приблизно незмінна, тоді зниження моменту інерції  $I$ , показує наявність можливих дефектів в перетинах конструктивних елементів споруди. Зниження модуля пружності  $E$  показує, що відбувається зменшення міцності конструктивних елементів. Тому по зміні періоду і частоти власних коливань систем будівель, що несуть, можна оцінювати зміну їх конструктивної жорсткості і дати кількісну оцінку їх технічного стану.

Динамічні випробування проводяться для визначення динамічних і жорсткісних характеристик, що несуть здібності конструктивних елементів будівлі і споруд, виявлення прихованих дефектів.

Згідно методу вимірювань динамічних параметрів, ступінь пошкодження будівлі або споруди, визначається за результатами порівняння проектних значень динамічних параметрів, періодів власних коливань, декременту затухання з експериментально отриманими даними. Аналіз форм коливань дає можливість виявити місця розташування можливих дефектів по висоті і на плані будівлі або споруди, ступінь зв'язку будівлі з ґрунтами основи.

### Перелік посилань

1. Айзенберг Я.М. Приближенная методика вычисления периодов и форм собственных колебаний сооружений с несущими стенами и диафрагмами // Сборник ВНИИТПИ, Серия «Сейсмостойкое строительство». – 1996. – Вып. 3.
2. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат. – 1981. – 351 с.
3. Клаф Р., Пепзиен Дж. Динамика сооружений. – М.: Стройиздат. – 1979. – 320 с.
4. Копаница Д.Г. Прочность и деформативность железобетонных просфанственных сооружений при кратковременном действии распределенных динамических нагрузок. Дисс...доктора техн. наук. – 2003. – 409 с.
5. Мельчаков А.П. Расчет и оценка риска аварии и безопасность ресурса строительных объектов // ЮУрГУ. – 2006. – 49 с.
6. Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений / М.А. Шахраманьян, Г.М. Нигметов, З.Г. Гайфуллин, М.С. Бабусенко // Вестник ФЦ «ВНИИ ГОЧС». – 2004. – № 2(4) . – С.5-15.