

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ**

На правах рукописи

ПУСТОВОЙТЕНКО Валерий Павлович

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ В УКРАИНЕ**

Специальность 05.15.04 - " Шахтное и подземное
строительство "

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Днепропетровск

1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника

ДВ. 35.705



00760030 (G)

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ**

На правах рукописи

ПУСТОВОЙТЕНКО Валерий Павлович

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ В УКРАИНЕ**

Специальность 05.15.04 - " Шахтное и подземное
строительство "

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Днепропетровск

1996

**ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України**

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Государственной горной академии Украины

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Бондаренко Владимир Ильич

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
академик АЕН России, академик АИН
Украины, лауреат Государственной
премии,
профессор Зорин Андрей Никитич

кандидат технических наук
Штельмах Анатолий Степанович

Ведущая организация - институт "Днепрогипрошах".

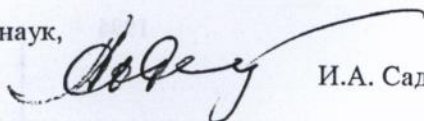
Защита состоится "4" октября 1996 г. в 10⁰⁰ часов на
заседании специализированного совета Д 03.06.03 по защите
диссертаций при Государственной горной академии Украины.

Адрес: 320027, г. Днепропетровск,
пр. К. Маркса, 19,
тел: (0562) 47-24-11

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственной
горной академии Украины.

Автореферат разослан "2" сентября 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук,
профессор



И.А. Садовченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Использование недр для строительства зданий и сооружений различного назначения является эффективным способом сохранения поверхности, экологического оздоровления территории, решения социальных проблем по обеспечению комфортности в городских условиях, создания специальных условий в технологиях современного производства.

Даже экспертный взгляд на проблемы освоения подземного пространства показывает, что Украина не может оставаться в стороне от него. Уровень урбанизации и индустриального потенциала отводят ей место среди развитых стран Европы. Этого аргумента достаточно, чтобы утвердительно говорить о роли и необходимости развития подземного строительства в Украине по социальным, экономическим, геотехническим и экологическим показателям.

Однако специфика горно-геологических условий крупных городов Украины такова, что применение хорошо разработанных конструкций и технологий подземного строительства не может быть осуществлено без учета этой специфики. Главными отличительными особенностями горно-геологических условий Украины являются:

1) сейсмичность зон развития карбонатных толщ, которые наиболее благоприятны для совмещения добычи строительных и облицовочных материалов с последующим размещением в горных выработках хозяйственных объектов;

2) наличие мощных массивов пород Украинского кристаллического щита (УКЩ), которые осложнены зонами тектонического дробления и повышенной водоносностью.

В этой связи целью диссертационной работы является геотехническое обоснование проведения горных выработок при

подземном строительстве в зонах высокой сейсмичности и зонах слабых неустойчивых пород.

Основная идея работы заключается в технологическом учете механизма поведения горного массива при сейсмопроявлениях и наличии неустойчивых породных зон.

Методика исследований состояла в комплексном подходе, включающем аналитические и экспериментально-производственные исследования, численное моделирование и вероятностно-статистические расчеты с применением современных ПЭВМ, инженерный анализ при обосновании технических решений.

Научные положения и новизна результатов исследований состоят в следующем.

1. Сейсмопроявления в породном массиве с протяженной выработкой реализуются в виде продольного удара по торцу обделки и ее обжатия в продольном и радиальном направлении, а компенсационный эффект от динамических нагрузок в обоих случаях достигается применением обделки из бетонных колец.

2. В неустойчивой породной зоне над выработкой формируется неоднородное геофильтрационное поле, которое провоцирует суффозионное разубоживание массива с потерей деформационных свойств, что выражается в наложении дискретных перемещений глыб на сплошное деформационное поле связных песчано-глинистых пород, а компенсируется геофильтрационным контролем и управлением массива.

3. Геотехнические условия Украины в пределах развития крупных городов способствуют приоритетному развитию подземной добычи строительных материалов из карбонатных, сульфатных и кристаллических пород, причем наибольшая геотехническая эффективность достигается при совмещении хозяйственных и геотехнических функций горных выработок.

Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций подтверждается: использованием апробированных методов механики горных пород и численных методов математической физики, корректностью постановки и решения задач, удовлетворительной сходимостью результатов натурных, лабораторных и аналитических исследований (расхождение результатов не превышает 15%), проверкой технических решений и рекомендаций в производственных условиях.

Научное значение работы заключается в обосновании модели продольного удара по торцу обделки подземной выработки её радиального и продольного обжатия при сейсмопроявлениях, а также в установлении дискретного перемещения элементов массива слабых породных зон и их суффозионного разубоживания.

Практическое значение работы состоит в доказательстве технической и социально-экономической значимости развития подземного строительства в крупных городах Украины при совмещении горнодобычных, хозяйственных и геотехнических функций горных выработок, а также в составлении детальной методики выбора параметров технологии и крепления подземных выработок с учетом сейсмопроявлений и наличия ослабленных породных зон основных кристаллических массивов.

Реализация результатов исследований. Разработанный подход к совмещению геотехнических и хозяйственных функций подземных объектов реализован в программе развития г. Днепропетровска. Геотехнические параметры крепления и технологии управления горным массивом в сейсмических районах и при наличии слабых породных зон реализованы при строительстве первой очереди Днепропетровского метрополитена и подземных объектов Крыма.

Публикации. Основные научные положения и результаты диссертационной работы отражены в 4 печатных работах.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях: “ Экологические проблемы горного производства, переработка и размещение отходов” (Москва, февраль 1995 г.); “Актуальное состояние и предпосылки прогресса горнодобывающей промышленности в аспекте охраны окружающей среды “(Днепропетровск - Краков , май 1996 г.); “ Проблемы и перспективы освоения подземного пространства крупных городов “ (Днепропетровск, июнь 1996 г.).

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 112 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков, 5 таблиц, список литературы из 92 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Среди множества социально-экономических, экологических и технических факторов, определяющих целесообразность и перспективы освоения подземного пространства городских территорий, особо важное значение имеет учет инженерно-геологических особенностей породной толщи для строительства подземных объектов. Практически все прикладные исследования горной науки, касающиеся шахтного и подземного строительства, затрагивают инженерно-геологические условия, в которых сооружается объект. Существенный вклад в работы этого направления внесли отечественные ученые: А.Ф. Амосин, И.В. Баклашов, В.И.Бондаренко, В.В.Виноградов, В.Г. Глушко, Ж.С. Ержанов, Ю.З. Заславский, А.Н. Зорин, М.П. Зборщик, А.Ф. Зильберборд, Э.Я. Кипко, К.В. Кошелев, Ю.М. Карташов, Ю.М. Либерман, А.П. Максимов, Е.В. Петренко, Л. Я. Парчевский,

М.М. Папернов, Ю. А. Полозов, И.А. Садовенко, Ю. Н. Спичак, Б.М. Усаченко, Н.Н.Фотиева, А. Н. Шашенко и др.

Обзор этих исследований показывает, что в системе "подземная горная выработка - горный массив" действует структурно сложная совокупность природных и технологических факторов, которая не поддается универсальной методике их учета при проектировании подземных объектов. Как правило производится выделение доминирующих факторов, которые определяют выбор расчетных схем и принятие технических решений. Для большинства крупных городов Украины характерна специфика инженерно-геологических условий, оговоренная выше.

В этой связи сформулированы следующие задачи исследований:

- установить механизм поведения обделки горной выработки под действием сейсмических волн и описать его аналитически;
- исследовать механизм поведения неустойчивых породных зон при проведении подземных горных выработок большого сечения;
- разработать конструктивные параметры обделки горных выработок для компенсации сейсмических воздействий на подземное сооружение;
- разработать технологию контроля и управления неустойчивыми породными зонами при проведении подземных выработок большого сечения;
- разработать схемы размещения подземных объектов в сложных инженерно-геологических условиях.

Для решения этих задач были привлечены аналитические, лабораторные и экспериментальные методы, методы математической статистики и математического моделирования, а также инженерный анализ.

Задача исследования механизма поведения обделки горной выработки под действием сейсмических волн состояла в проведении сопоставительного анализа динамических эффектов в двух разных конструкциях обделки - монолитной по всей длине выработки бетонно-металлической оболочки и оболочки, состоящей из кольцевых элементов с зазорами, заполненными пластической податливой массой. При совпадении оси выработки и направления сейсмической волны волна растяжения-сжатия формирует торцевой удар, а в дальнейшем согласно эффекту Пуассона внешнюю дополнительную нагрузку.

Позднее до выработки доходит волна сдвига, которая также формирует в обделке динамические нагрузки, приводящие к чистому сдвигу и скручиванию.

Фаза действия плоской волны растяжения-сжатия совпадает с моделью динамического деформирования длинного стержня, которая хорошо исследована в математической физике. В частности, произведены сопоставительные расчеты периодов колебаний землетрясения в массиве интенсивностью 9 баллов и в протяженной выработке (стержень длиной 100 м), закрепленной бетоном с модулем упругости $2 \cdot 10^4$ Мпа и объемной массой $3 \cdot 10^4$ Н/м³. Оказывается, что период даже первого тона колебаний почти на порядок меньше периода сейсмической волны. Поэтому опасный для обделки резонанс колебаний исключается. Из этого следует, что нагрузка по торцу выработки аналогична модели продольного удара по стержню. После ее приложения происходит распространение нагрузки со скоростью звука. Несложные расчеты для аналогичных характеристик обделки показывают, что скорость волны в стержне не менее чем в 3 раза превышает скорость сейсмической волны вдоль стержня, т.е. их взаимное наложение не опасно. Однако это же соотношение в обратной пропорции ($\sim 0,3$) является достаточным, чтобы вызвать появление фазы

разрушающих деформаций в торце выработки. Компенсационным элементом для этого может служить пластичная забутовка торца выработки.

Следуя схеме, при которой реализуется продольный удар по стержню, рассмотрен вариант крепления, состоящего из упругих колец с пластичными зазорами. Из формулы для расчета периода колебаний

$$T = \frac{2L}{K} \sqrt{\frac{\gamma}{Eg}} \quad (1)$$

(где L - длина обделки плотностью γ и модулем упругости E ; K - номер тона колебаний; g - ускорение свободного падения) видно, что периоды свободных колебаний на несколько порядков превышают период сейсмических колебаний. Практические соображения требуют ответа на вопрос о длине компенсационных зазоров. Приняв линейную зависимость между деформациями и напряжениями, из анализа напряжений в упругой среде можно получить выражение для расчета длины компенсационного зазора

$$S = \frac{L\mu K_c \gamma_o C_o T_o}{2\pi E_o (n-1)}, \quad (2)$$

где параметры с индексом "о" соответствуют массиву; K_c - коэффициент сейсмичности; μ - коэффициент концентрации напряжений; n - количество колец. Для заведомо усложненных условий $S < 1$ см при длине колец 3 м.

При втором типе нагрузки, связанной с движением массива вдоль обделки и эффектом Пуассона, рассмотрена цилиндрическая оболочка, на которую в продольном направлении действует сжимающая сила. Решая дифференциальное уравнение осесимметричных радиальных колебаний цилиндрической оболочки в подвижной системе координат,

совпадающих началом с фронтальной точкой нагрузки, найдем значение критической скорости движения нагрузки, при которой возможно опасное проявление динамического эффекта:

$$V_{кр} = \frac{c}{\sqrt[4]{3(1-\nu^2)}} \sqrt{\frac{h}{R}}, \quad (3)$$

где h - толщина обделки радиусом R ; ν - коэффициент Пуассона материала; c - скорость распространения звука в обделке.

Из анализа численных значений критической скорости перемещения нагрузки в обделке при характерных параметрах материала обделки и геологической среды следует ожидать высокую вероятность появления разрушительного скачка напряжений, связанных с эффектом "звукового барьера". Наиболее простой способ гашения опасных деформаций - возведение компенсационных пластических колец, т.е. появляется возможность унифицировать технологические требования для компенсации обоих типов динамических нагрузок, в т.ч. обжимающих обделку согласно эффекту Пуассона. В этом случае зазоры должны быть такими, чтобы не было препятствия удлинению колец. Это не произойдет при дополнительном зазоре

$$\Delta S = -\frac{W_{дин}}{R} \nu \frac{L}{(n-1)}, \quad (4)$$

где $W_{дин}$ - динамический прогиб кольца обделки.

Длина волны сдвига соизмерима с длиной выработки, поэтому в различные моменты времени могут реализоваться две ситуации. Либо вся выработка испытывает сдвиг одного знака, либо появляются зоны с разными знаками, т.е. возникает кручение, которое снижается разбивкой обделки на кольца.

Таким образом, все возможные типы нагрузок указывают на необходимость применения обделки из колец. Их длина может быть обоснована применением безмоментной теории, когда работа короткой оболочка аналогична работе кольца без изгибных составляющих. Это реализуется в типовых карбонатных толщах, когда длина кольца

$$l \cong \sqrt{Rh} . \quad (5)$$

Технология проведения капитальных выработок через глыбовопесчано-глинистые зоны обоснована анализом инструментальных измерений осадок реперов подрабатываемого здания и многовариантными расчетами для горно-геологических условий Днепропетровского метрополитена. В динамике движения реперов фиксируется совпадение фаз интенсификации осадок с фазами затухания по смежным реперам, что объясняется конструктивной связью элементов здания. Наиболее интенсивные осадки зафиксированы по реперам, близким к зонам вывалов милонитизированных пород из межглыбового пространства.

Нормативы взрывной отбойки при проходке тоннелей ориентированы на создании безопасных условий эксплуатации существующих инженерных сооружений. В рассматриваемой ситуации возможного наложения неблагоприятных факторов автором проведен вероятностно-статистический анализ возможной связи массы применяемых ВВ и динамики осадок реперов. Исследовался вид связи

$$\Delta Z = f(M_{ВВ} / l_{пр}^2) , \quad (6)$$

где ΔZ - осадка репера, мм, за период, последующий применению массы $M_{ВВ}$, кг; $l_{пр}$ - приведенное расстояние между забоем тоннеля и репером (возведено в квадрат с учетом известных физических зависимостей между параметрами сейсмозрывной волны и расстоянием до эпицентра взрыва).

Анализировались данные по реперам с накопленным статистически достоверным материалом: R_{67} , R_{69} , R_{70} , R_{96} . В таблице приведены сведения о результатах компьютерной обработки фактических данных по упомянутым зависимостям для каждого репера. Для функций вида $y=ax+в$ и $I/y=a+вx$ коэффициент корреляции приобретает

Данные корреляционного анализа параметров ВВ и осадок реперов

Номер репера	Вид функции	Коэффициент корреляции	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента
67	$y=ax+в$	0,038	0,043	0,15
69		0,133	0,523	1,77
70		0,099	0,028	0,99
96		0,131	0,504	1,71
67	$I/y=a+вx$	-0,416	6,080	17,33
69		-0,249	1,93	6,23
70		-0,074	0,159	0,54
96		-0,063	0,115	0,39

только одно статистически значимое выражение (R_{67} , связь $I/y=a+вx$) по критериям Фишера и Стьюдента при уровне значимости 5%.

Если учесть, что репер R_{67} , из рассмотренных нами, наиболее удален от оси левого тоннеля и величина коэффициента корреляции, равная 0,416, лежит за пределами практически надежных его значений, а также то, что по остальным реперам, давшим наиболее интенсивные осадки, статистики далеки от значимых величин при низких уровнях доверительной вероятности, можно утверждать об отсутствии

зависимости между динамикой осадок реперов и массой применяемых ВВ.

Расчетная модель, на которой можно воспроизвести основные геомеханические и гидродинамические характеристики исследуемого явления, проявившегося в недопустимых деформациях здания и других объектов, должна удовлетворять следующим требованиям:

- на участке горного массива содержатся разнопрочностные неправильной формы инженерно-геологические элементы;

- обеспечиваются условия задания конструктивных элементов тоннеля и поверхностного сооружения;

- на контакте жестких и податливых элементов учитываются условия расслоения и внутреннего трения;

- широкий имитационный набор параметров фильтрационного разубоживания различных зон горного массива обеспечивается гибкой схемой краевых условий как по нагрузкам, так и по перемещениям;

- воспроизводится плоско-деформированное состояние горного массива, так как величины исследуемых деформаций могут реализоваться за пределами удерживающего влияния забоя тоннеля.

Такой спектр требований может быть удовлетворен численными методами на моделях.

На базе известного алгоритма разработана программа конечно-элементного решения, удовлетворяющая перечисленным требованиям. Уравнения равновесия и совместности плоско-деформированного состояния в конечно-элементной аппроксимации сводятся к матричному выражению узловой силы F через напряжения в элементе σ , его площадь S и функцию формы $[B]$:

$$\{F\} = \int_s [B]^T \{\sigma\} dS, \quad (7)$$

где интегрирование по площади в пределах элемента заменяется умножением на его площадь, а матричное выражение напряжений соответствует матричному аналогу обобщенного закона Гука.

Переход элементов модели в область запредельного деформирования и разрыхления контролируется предельными соотношениями деформационного критерия прочности:

$$\varepsilon_1 \leq \varepsilon^y + \frac{\sigma_c - \sigma_{ост}}{E_c}; \quad \sigma_1 = (2\lambda + 1)\sigma_3 + \sigma_{ост}; \quad (8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_1^y \leq \varepsilon_1 \leq \varepsilon_1^y + \frac{\sigma_c - \sigma_{ост}}{E_c}; \\ \sigma_1 = (2\lambda + 1)\sigma_3 + \sigma_{ост} - E_c(\varepsilon_1 - \varepsilon_1^y); \end{array} \right. \quad (9)$$

$$\varepsilon_1 \geq \varepsilon_y, \quad \sigma_1 = (2\lambda + 1)\sigma_3 + \sigma_c; \quad (10)$$

$$\lambda = \sin \varphi / (1 - \sin \varphi),$$

где ε_1^y и ε_1 - упругая и общая наибольшие главные деформации элементов под действием приложенных напряжений на границах; σ_1 и σ_3 - наибольшее и наименьшее главные напряжения в элементах; φ , σ_c , $\sigma_{ост}$ - соответственно, угол внутреннего трения, предел прочности при однородном сжатии, остаточная прочность при одноосном сжатии (принята $\sigma_{ост} = 0,1 \sigma_c$) слоя горной породы; E_c - модуль спада, характеризующий наклон нисходящего участка полной диаграммы деформирования в координатах напряжение - деформация (принят в примененном варианте программы на треть меньше модуля общей деформации).

Соответствующий предельным соотношениям вид дискретизации - сдвиг или расслоение по контактам слоев и конструктивных элементов - достигается модификацией матрицы коэффициентов системы аппроксимирующих уравнений. Трение в плоскости контакта учитывается добавлением компонентов сил трения на участке сдвига к общему вектору сил, что вносит свой вклад в расчет деформаций в прилегающих элементах.

В рассмотренном варианте численная модель воспроизводит условия сплошности деформирования в однородных участках горного массива, не препятствуя дискретным перемещениям внутри него более жестких элементов.

Выполнено десять вариантов модельных расчетов, из которых вытекает следующее:

- фоновые, равномерные осадки грунтового основания и свайного поля инженерного корпуса (без проходки тоннеля) не превышают 3,5 см;

- потеря гидростатического взвешивания в грунтовом основании приводит к дополнительным осадкам, не превышающим 1,5 см;

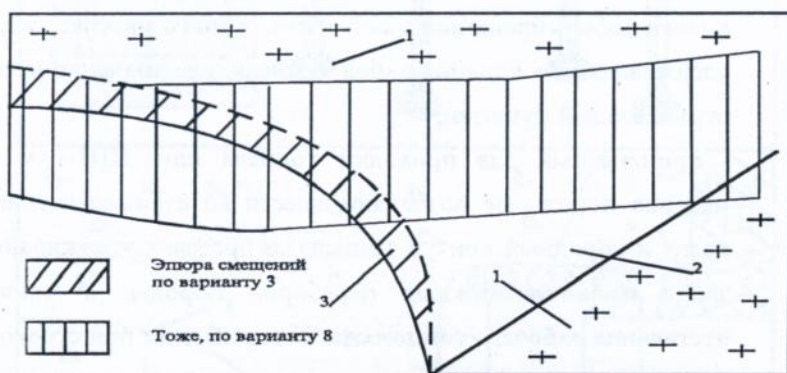
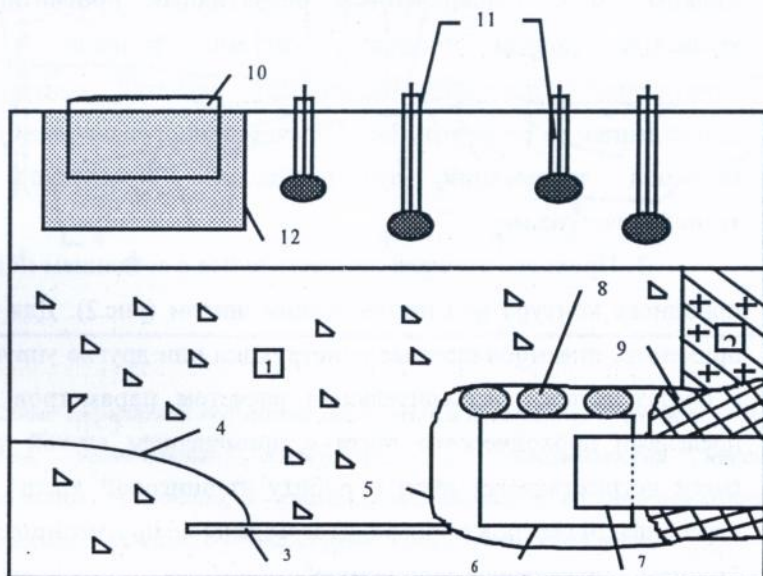


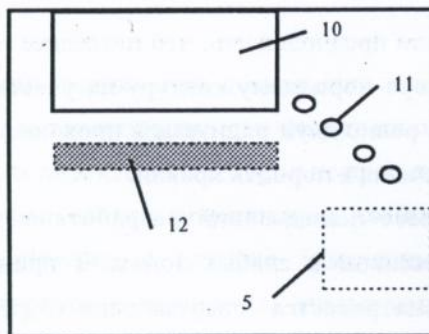
Рис.1. Фрагмент результатов модельных расчетов по схеме осреднения массива (вариант 3) и разнопрочностной дискретизации (вариант 8): 1 - гранит; 2 - зона вала; 3 - контур тоннеля

- дополнительные осадки при возмущении массива пород проходкой тоннеля без механического и фильтрационного разубоживания деформационных характеристик пород не превышают 2,5 см;
- дополнительные осадки основания и свайного поля (за вычетом фоновых) сопоставимы с натурно измеренными осадками реперов инженерного корпуса в вариантах, учитывающих фильтрационное и механическое разубоживание зоны дробления и милонитизации (5 ... 8 см), причем разность осадок по оси тоннеля и периферийных участков в контуре инженерного корпуса достигает 4,5 см;
- в варианте сочетания механического разубоживания зоны дробления и суффозионного обеднения песчано-щебенистого слоя, на который опираются сваи, дополнительные осадки достигают до 12 см при резкой интенсификации их неравномерности;
- подтверждена возможность расчетного приближения к натурным данным по схеме прочностного осреднения горного массива в окрестности тоннеля;
- все расчеты, подтверждающие натурные данные, совпадают для случая плоско-деформированного состояния горного массива т.е. за пределами удерживающего влияния забоя тоннеля, где значение крепи сводится к ограждающей функции;
- применяемый для проходки тоннеля щит ЩН-1 и буровзрывная отборка породы не позволяют ввести во взаимодействие тубинговую крепь и породный контур тоннеля в пределах удерживающего влияния забоя из-за неизбежных переборов породы, а также вследствие отставания рабочего тампонажа, который даже при строгом соблюдении технологического паспорта не может вернуть контур тоннеля в исходное положение (для этого потребовалось бы развить равномерное давление до 10 атм (10^6 Па) по всему контуру второго тубингового кольца от

края щита). Если предположить, что последнее возможно, то отсутствие активного отпора породному контуру на участке, огражденном щитом (около 5 м, т.е. равно двум радиусам в проходке), резко усилит развитие купола разрыхления в породах кровли.

На основе исследований разработана технология контроля и управления массивом в слабых зонах. В процессе ее реализации по (рис.2) предусматривается опережающее бурение с забоя тоннеля разведочно-дренажных скважин, предназначенных для точного определения местоположения зон дробления и их геофильтрационного состояния по измеренному водопритоку, напору воды и керновому материалу. С использованием полученных данных производится гидродинамический расчет дренажных параметров скважин, обеспечивающих исключение внезапных фильтрационных вывалов при проходке тоннеля. Одновременно устанавливаются наблюдательные реперные станции в специальных скважинах.





б

Рис.2. Схема контроля и управления массивом (а - разрез, б - план) : 1 - зона дробления; 2 - гранит; 3 - разведочно-дренажная скважина; 4 - сниженный уровень подземных вод; 5 - контур тоннеля в проходке; 6 - проходческий щит; 7 - тубинговая крепь; 8 - упругие элементы; 9 - вязкий тампонаж; 10 - инженерное сооружение; 11 - реперы; 12 - "стена в грунте "

Тоннель проходится минимальными заходками под дренажным прикрытием с одновременным оперативным прогнозированием на численной модели поведения системы "тоннель - инженерное сооружение". При этом сходимость расчетов контролируется по наблюдениям за реперами. Если расчетом прогнозируется недопустимая величина деформаций, то необходимо применение следующих технологических мер.

1. Проходка тоннеля осуществляется с созданием подпора в своде породного контура над проходческим щитом (рис.2). Для этого можно применить пневмобаллонные конструкции или другие упругие элементы с обязательным предварительным расчетом параметров подпора. За пределами проходческого щита с применением вязкой тампонажной смеси осуществляется ввод в работу тубинговой крепи. По данным перемещений реперов производится модельное прогнозирование системы "тоннель - инженерное сооружение".

2. Несущее грунтовое основание укрепляется по схеме "стена в грунте" с применением технологии электрохимического закрепления. Предварительно, лабораторными исследованиями и модельными расчетами устанавливаются параметры закрепления. Рассматриваемый вариант гарантирует контроль над происходящими процессами и своевременное предупреждение вызываемых ими негативных последствий.

Разработаны также схемы совмещения хозяйственных и геотехнических функций выработок, обеспечивающие стабилизацию инженерно-геологических процессов в подтапливаемых застроенных зонах. Этим значительно повышается экологическая и техническая эффективность подземных объектов в городских условиях. Вариант такой схемы показан на рис.3.

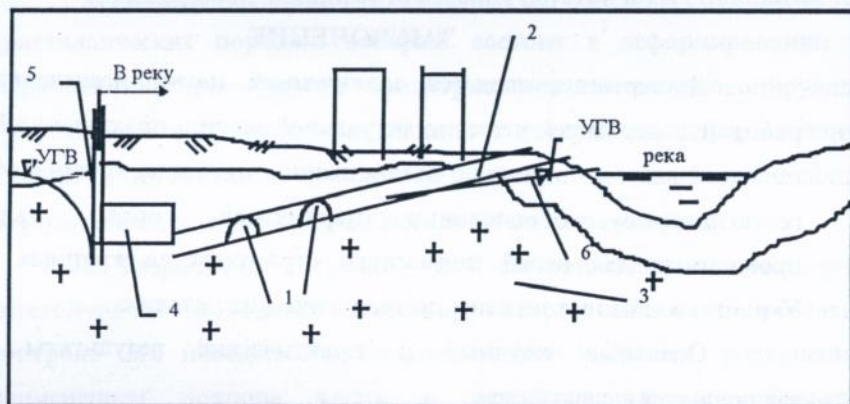


Рис.3. Схема совмещения подземных выработок и площадного дренажа: 1 - горные выработки, размещенные "гребенкой"; 2 - подтопленный массив с поверхностными объектами; 3 - кристаллический массив; 4 - насосная камера; 5 - водоподъемная скважина; 6 - пониженный уровень подземных вод

В основе решения задач совмещения технологических функций подземных объектов различного назначения и схем защиты городских

территорий от подтопления положен анализ геотехнических систем. В работе обобщены и наполнены конкретными инженерными мерами по их восстановлению геотехнические системы территории г.Днепропетровска. Выделены три основные геотехнические системы с характерными морфологическими, инженерно-геологическими, гидрогеологическими и техногенными классификационными признаками. Для каждого вида геотехнической системы разработаны инженерные мероприятия, которые носят предупредительный или ликвидационный характер. Их основное назначение - сгладить вредное влияние техногенного воздействия на геологическую среду при одновременном обеспечении эксплуатационного комфорта сооружений, причем последнему понятию отдается предпочтение в сравнении с другими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной научно-практической задачи, имеющей важное социально-хозяйственное значение, которое состоит в геотехническом обосновании параметров горных выработок, проводимых для целей подземного строительства крупных городов Украины в сложных инженерно-геологических условиях.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем .

1. Доказана социально-хозяйственная экономическая и экологическая значимость и необходимость развития подземного строительства в пределах крупных городов Украины при совмещении горнодобычных, хозяйственных и геотехнических функций горных выработок.

2. Сформулированы и решены задачи геотехнического обоснования параметров подземных горных выработок для основных инженерно-геологических осложнений горного массива в пределах геологических регионов Украины, которые определяются сеймопроявлениями и неустойчивыми породными зонами в кристаллических породах.

3. Установлено, что поведение протяженной выработки при действии сейсмической волны реализуется моделями торцевого удара и одновременного радиального и продольного сжатия обделки, взаимодействующей с волновым перемещением массива вдоль оси выработки.

4. Разработан критерий определения компенсационных зазоров кольцевой обделки, компенсирующей действие сейсмических волн.

5. Исследован механизм поведения неустойчивых породных зон в кристаллических породах, который состоит в деформировании над выработкой неоднородного геофильтрационного поля, провоцирующего суффозионное разубоживание массива с потерей его деформационных свойств и наложением дискретных перемещений глыб на сплошное деформационное поле связных песчано-глинистых пород.

6. Разработана схема геофильтрационного мониторинга неустойчивого породного массива, которая включает модельный контроль его поведения и технологические операции управления с применением подпора крепи и геофильтрационного барьера с электрохимическим закреплением пород вблизи поверхностного сооружения.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1. Пустовойтенко В.П. Освоение подземного пространства - важнейшая задача развития крупных городов Украины// Докл. на

міжнародної конференції “ Проблеми і перспективи освоєння підземного пространства крупних городів” - Днепропетровск,- 1996.-С. 3-13.

2. Бондаренко В.И., Пустовойтенко В.П. Поведення неустойчивих породних зон при підземному будівництві - Киев: Техніка, 1996.- 32 с.

3. Глухов Н.Д., Пустовойтенко В.П. Оцінка прочності кріпи підземних виработок, розположених в сейсмічно небезпечних районах - Днепропетровск, 1996.-14 с.- Деп. в ГНТБ України 14.05.96, № 1174 - Ук96.

4. V. Bondarenko, V. Pustovoitenko. The investigation of the rock mass stressed-deformed state under the conditions of floating earth presence in the roof of level working./ USA Colorado school of mines.- 1996.-P.212-217.

Личний вклад соискателя в роботах, опублікованих в соавторстві: [2,4] - обґрунтування методики спостережень і моделювання, аналіз результатів, розробка технологічних схем; [3] - обґрунтування розрахункових схем і аналіз результатів.

АНОТАЦІЯ

В.П. Пустовойтенко. Геотехнічне обґрунтування технології будівництва підземних об'єктів в Україні.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.04 - “ Шахтне та підземне будівництво ”, Державна гірничо академія України, Дніпропетровськ, 1996.

Захищаються параметри кріплення та проведення підземних виробок у сейсмічних та нестійких породних зонах на підставі результатів дослідження механізму сейсмопроявлень і поведінки нестійких порід для характерних інженерно-геологічних умов України.

Обґрунтовані схеми суміщення геотехнічних та господарських функцій підземних виробок. Основний зміст роботи відображений в 4-х публікаціях.

Ключові слова: гірнича виробка, параметри сейсмічних хвиль, геофільтраційна поведінка порід, керування геомеханічним процесом.

ABSTRACT

V.P. Pustovoitenko. Geotechnical basis of building technology of underground objects in Ukraine.

Ph.D. thesis (dissertation of candidate of technical sciences); speciality 05.15.04 - mining and underground construction. State Mining University of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, 1996.

The prop parameters for mine-tunneling in the seismic and unstable rock zones based on results of investigations of seismic mechanism and unstable rocks conduction in geological conditions of Ukraine are submitted for defending. The schemes combinations of geotechnical and economic functions of mines have been substantiated.

The main results of the dissertation have been published in 4 articles.

Keywords: mine, parameters of seismic waves, geofiltration features of rocks, geomechanical process management.

Пустовойтенко Валерий Павлович

Геотехническое обоснование технологии
строительства подземных объектов в Украине

АВТОРЕФЕРАТ

Подписано в печать 20.08.96.

Формат 60 x 80 1/16. Бум. тип. № 3.

Офс. печ. Усл. печ. л. 1.0

Уч. - изд. л. 1,0. Тираж 100 экз.

Заказ № 297. Бесплатно.

Ротапринт ГГА Украины.

320027, Днепропетровск, пр. К. Маркса 19.

10/20/2012

Бесплатно

АВ 35.705

АВ. 25.705

АВТОРЕСТАВ

Подписано в печать 26.05.96

Формат 60 x 80 1/16. Бумага литьевая, № 1

Цвета: желтый, Угол печати 1:4

Удостоверенный тираж 100 экз.

№ 21 в каталоге

© 1996 г. Издательство