

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ СТВОРЕННЯ НЕСУЧИХ АРМОПОРОДНИХ ОБОЛОНОК

¹Тинина С.В., ²Чоботько І.І., ³Шевельова Г.М.

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України,

²Інститут фізики гірничих процесів Національної академії наук України, ³Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СОЗДАНИЯ НЕСУЩИХ АРМОПОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК

¹Тынына С.В., ²Чоботько И.И., ³Шевелёва А.М.

¹Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова, НАН Украины, ²Институт физики горных процессов, НАН Украины, ³Институт технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины

DEVELOPMENT PROSPECTS OF CREATING ARMO-BEARING SHELLS THEORY

¹Tynyna S.V., ²Chobotko I.I., ³Shevelova H.M.

¹Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov NAS of Ukraine, ²Institute for Physics of Mining Processes NAS of Ukraine, ³Institute of technical mechanics NAS of Ukraine and SSA of Ukraine

Анотація. У статті розглянуто перспективи використання несучих армопородних оболонок, які створюють можливість їх застосування у виникаючих зонах концентраторів напружень, підвищеної тріщинуватості або зональної дезінтеграції (ЗДІ) для формування об'єктів спеціального призначення або зі спеціальними характеристиками. Це підвищує міцність структури гірського масиву спеціальними матеріалами з певними властивостями (гідрофобними домішками і т.п.), що в підсумку дає можливість формувати утворення різного призначення і з заданими параметрами.

Технічні проблеми зведення підземних споруд обумовлені головним чином необхідністю створення і подальшої експлуатації внутрішнього простору. Наприклад, щодо вирішення проблем підземного будівництва спеціальних споруд, будівництва підземних газових сховищ (ПСГ), підземного будівництва захисних споруд (бомбосховищ), будівництва сейсмостійких споруд і будівель. Розглянуто основні проблеми підземного будівництва, технічні можливості і рішення. Показано можливість застосування відпрацьованого підземного простору шахт в додатку до проблем будівництва підземних захисних споруд (бомбосховищ), підземних газових сховищ. Запропоновано можливість використання явища ЗДІ, як основної економічної передумови при спорудженні сейсмостійких будівель і споруд в регіонах з сейсмонестійкими гірничо-геологічними умовами. Наведено принципові схеми технологічних рішень. Розглянуто задачі, вирішення яких є першочерговим при перерахуваннях вище проблемах. Показано перспективи застосування технологій формування несучих армопородних оболонок (НАО) в умовах зональної дезінтеграції (ЗДІ), а саме: управління і прогнозування виникнення явища ЗДІ порід при проведенні різних будівельних підземних робіт; контроль стану масиву, в якому ведуться будівельні роботи по установці НАО для забезпечення заданих параметрів експлуатації; використання зони тріщинуватості між кільцями дезінтеграції для заповнення матеріалами з певними властивостями (гідрофобними домішками і т.п.), що в підсумку дає можливість формування утворень різного призначення із заданими параметрами.

Ключові слова: несучі армопородні оболонки, концентратори напружень, зональна дезінтеграція, підземні газові сховища, сейсмонестійкі гірничо-геологічні умови

Використання несучих армопородних оболонок (НАО) доцільно в зонах з наявністю явищ ЗДІ, які виникають в гірському масиві і є концентраторами напружень. Це підвищує міцність структури гірського масиву спеціальними матеріалами з певними властивостями (гідрофобними домішками і т.п.), що в підсумку дає можливість формувати утворення різного призначення і з заданими параметрами [1].

Наприклад, уникнути підтоплення фундаментів підземних споруд ґрунтовими водами, запобігання осідання ґрунту і т.п.

Застосування НАО до вирішення проблем підземного будівництва споруд. Технічні проблеми зведення підземних споруд обумовлені головним чином необхідністю створення і подальшої експлуатації внутрішнього простору.

Наявність таких внутрішніх пустот викликає ефект одностороннього горизонтального тиску ґрунту, що вимагає достатньої міцності стінок підземних споруд. Внаслідок високого рівня підземних вод і можливості його зміни геотехнік зобов'язаний забезпечити як водонепроникність його огорожувальних конструкцій і днища, так і стійкість споруди від спливання (адже днище відчуває гідростатичний тиск води). При зведенні підземних споруд у відкритих глибоких котлованах (зазвичай при глибині більше 4-5 м) необхідно забезпечити стійкість їх стінок. Разом з тим можливо нерівномірне ущільнення ґрунту дна котловану через його більший підйом в центральній частині. Це явище відповідно викликає великі зсуви основи фундаментів в середній частині споруди. Всі ці питання вирішуються застосуванням НАО.

До основних проблем освоєння підземного будівництва споруд, перш за все, відносять:

- необхідність забезпечити збереження вже існуючої забудови (іншими словами, геотехнік повинен оцінити її додаткові деформації, що проблематично вирішити в рамках строгих інженерних методів);
- необхідність збереження сформованих екологічних систем;
- умова мінімального втручання в геоекологічне середовище.

Також слід врахувати, що явища ЗДІ найкраще виражено при проектуванні підземних споруд внаслідок техногенного впливу на ґрунти, що в результаті створює зони підвищеної тріщинуватості. Застосування НАО з урахуванням явища ЗДІ в даному випадку підвищує стійкість основи підземних споруд, що дає можливість проектувати підземні об'єкти по глибині залягання основи більше 15 м від земної поверхні [2-3].

Застосування НАО до вирішення проблем будівництва підземних газових сховищ (ПСГ). Головне завдання ПСГ – накопичувати газ впродовж літньо-осіннього періоду для того, щоб вирівняти споживання взимку і навесні, оскільки в ці сезони споживчий попит на газ зростає. Перші газові сховища використовувалися вже в 19 столітті (розпал промислової революції). Спочатку газ зберігався в спеціальних резервуарах, які будувалися на поверхні землі. Такі споруди називаються газгольдерами. У газгольдерах тих часів зберігався запас світильного (коксового) газу, від якого працювали газові ліхтарі. Проте з часом від газгольдерів практично відмовилися з огляду на їх значний недолік – для зберігання великих обсягів газу потрібно було споруджувати величезну кількість газгольдерів низького тиску, що в свою чергу вимагало значних просторів для будівництва. Звичайно, були винайдені газгольдери високого тиску, але вони були вибухонебезпечні й дорого коштували. На початку 20-го століття проблему зберігання газу вирішили найбільш простим і продуктивним шляхом – газ стали зберігати під землею, в природних утвореннях. Однак незважаючи на появу ПСГ,

газгольдери все-таки використовуються і до цього дня – для резервного живлення невеликих поселень. Газ в них зберігається в основному в рідкому вигляді. Основний же спосіб зберігання газу в даний час – підземний [6].

З перерахованих вище недоліків способів ПСГ залишається неврахованим боротьба з виникаючими явищами зональної дезінтеграції масиву внаслідок динамічного впливу при підземному формуванні ПСГ. Проблема формування ПСГ пов'язана з глибиною їх проведення і дорожнечою здійснення робіт.

У регіонах Донбасу, Кривбасу, Олександрії, де раніше здійснювали виїмку корисної копалини, доцільно в відпрацьованих рудниках на глибинах від 1200 м і вище формувати ПСГ, оскільки зі збільшенням глибини проведення робіт по підготовці ПСГ буде порушуватися суцільність однорідності гірського масиву. Це призведе до виникнення зон концентраторів напружень та явища кілець підвищеної зональної дезінтеграції ЗДІ навколо штучної порожнини, що негативно буде впливати на герметичність ПСГ.

Також при видобутку вугілля і розробці корисних копалин як підземним, так і відкритим способами автоматично з'являється необхідність у підтримці гірських виробок за рахунок НАО.

Ця проблема вирішується при використанні зазначених родовищ в якості сховищ із застосуванням НАО.

Єдиною проблемою стійкості гірничих виробок є боротьба з явищем ЗДІ, яке при наявності проведення гірських робіт є невід'ємною частиною.

Головним завданням будь-якої функціонуючої системи газотранспорту є забезпечення надійного постачання газом всіх споживачів. Це завдання має виконуватися навіть при обліку сезонності споживання продукту великими промисловими центрами, а також при максимальному використанні всіх можливостей магістральних газопроводів. Для вирішення цієї проблеми розробляються підземні сховища газу (ПСГ) [4-5].

Однак при використанні різних способів ПСГ є і свої недоліки. Так, при зберіганні газу в покладах кам'яних солей вони полягають в:

- необхідності проводити розмиття, що вимагає великих економічних вкладень. Перш ніж закачати газ, доведеться створити ємність;
- складності знаходження соляних покладів, достатніх для будівництва ПСГ. Як правило ємностей, сформованих у соляних покладах для газу, недостатньо.

При методі глибинних вибухів недоліки:

- низька ефективність. Обсяг таких сховищ мізерно малий;
- нестабільність. Приходять в непридатність через 5 років і вимагають додаткових витрат.

Використання шахтних сховищ:

- будівництво обходиться дорожче, ніж у покладах кам'яної солі;
- трудомісткий процес будівництва;
- низькі кінцеві обсяги для газу (підходять для зберігання нафти).

Використання льодогрунтових сховищ:

- жорсткі вимоги до температурного режиму, що не дозволяє зберігати достатні обсяги газу під високим тиском;
- трудомісткість будівництва, пов'язана з кліматичними умовами і географічним місцем розташування таких регіонів.

Поряд з основними недоліками всіх способів ПСГ слід врахувати дорожнечу підготовчих робіт до будівництва підземних ємностей; необхідність утилізації видобутої виробленої підземної маси [7-8].

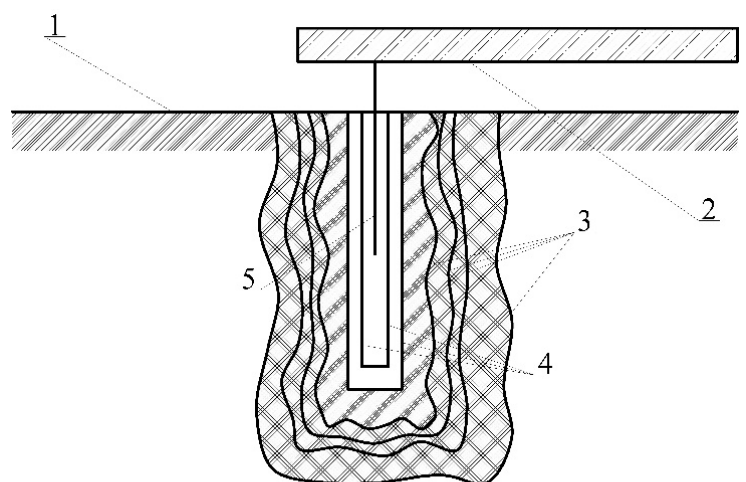
Застосування НАО при будівництві сейсмостійких будівель і споруд. Сейсмостійке будівництво – розділ цивільного будівництва, що спеціалізується в галузі вивчення поведінки будівель і споруд під сейсмічним впливом у вигляді струсів земної поверхні, втрати ґрунтом своєї несучої здатності, хвиль цунамі і розробки методів і технологій будівництва будівель, стійких до сейсмічних впливів.

Сейсмостійке будівництво може розглядати будь-який будівельний об'єкт як фортифікаційну споруду, але призначену для оборони від специфічного противника – землетрусу або викликаних землетрусом катастроф (наприклад, цунамі тощо).

Головною проблемою є вивчення процесів взаємодії будівельного об'єкта і нестійкої основи ґрунтів, причиною яких є утворення природної зональної дезінтеграції.

Однак цю проблему можливо вирішити, якщо заздалегідь сформувану основу фундаменту сейсмостійкої споруди з урахуванням явища зональної дезінтеграції. Знаючи основні параметри відстані між структурами тріщинуватості кілець ЗДІ в комбінації з НАО, можна створювати надійні сейсмостійкі фундаменти будівель.

На рис. 1 показано структурну схему здійснення підготовки формування фундаменту сейсмостійкої споруди з урахуванням явища ЗДІ при безпосередньому бурінні свердловини під установку свай і з посиленням НАО. Головним компонентом є використання самонапружених (саморозширювальних) бетонів з крупним зерном кристалічної



-  Самонапружений бетон
-  Демпфіруючий склад
-  Природний ґрунт
-  Залізобетон споруди

1 – земна поверхня; 2 – фундамент споруди; 3 – явище зональної дезінтеграції; 4 – посилюючі обсадні колони труб; 5 – опорна свая споруди

Рисунок 1 – Структурна схема використання зональної дезінтеграції при проектуванні фундаменту сейсмостійкої споруди

решітки, який входить до складу НАО. Знаючи відстань між шарами тріщинуватості кільцевої зональної дезінтеграції, можливо застосовувати демпфери в комбінації з НАО для забезпечення розподілу сейсмостійкості споруди при сейсмічних хвилях. Застосування обсадних труб, які підсилюють фундамент будівлі, також можна заповнювати демпфуючим складом. При такому комбінованому способі зведення сейсмостійкого фундаменту вирішується проблема сейсмостійкості споруд з урахуванням явищ природної зональної дезінтеграції. Таким чином створюється постійний врівноважуючий момент, який з урахуванням заповнення кілець ЗДІ демпфуючими розчинами цілком може задовольняти умовам і вимогам з проектування сейсмостійких фундаментів.

Для прикладу при проведенні буро-вибухових робіт з урахуванням явища ЗДІ з'являється можливість формування основи шахтних стволів з заданими параметричними властивостями висоти-ширини-глибини [9-13].

Висновки. Таким чином, при проектуванні підземних споруд різного призначення виникає необхідність створення і управління прогнозованою зональної дезінтеграції порід. Внаслідок цього перспективною умовою застосування технології формування НАО в умовах ЗДІ є:

- управління і прогнозування виникнення явища ЗДІ порід при проведенні різних будівельних підземних робіт;
- контроль стану масиву, в якому виконуються будівельні роботи по установці НАО для забезпечення заданих параметрів експлуатації з урахуванням явищ ЗДІ;
- використання зони тріщинуватості між кільцями зональної дезінтеграції для заповнення матеріалами з певними властивостями (гідрофобними домішками і т.п.), що в підсумку дає можливість формування утворень різного призначення з заданими параметрами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Исследование армопородных оболочек для повышения стойкости выработок / Шматовский Л.Д., Сапунова И.А., Зайцев М.С., Ананьева О.И., Тынына С.В. / Геотехническая механика. 2016. Вып. 129. С 65-73.
2. Шматовский Л.Д., Тынына С.В., Ананьева О.И. Влияние естественных напряжений пород забоя выработки на силовые параметры процесса их разрушения / Геотехническая механика. 2019. Вып. 144. С. 178-189. <https://doi.org/10.15407/geotm2019.144.178>
3. Построение математической модели прочности горных пород при сжатии с учетом контактного трения / Малич Н.Г., Васильев, Д.Л., Усов О.А., Тынына С.В. / Системні технології. 2020. №6 (131). С. 94-106.
4. Tynyna S.V., Chobotko I.I. Analytical studies concerning resistance of stressed rocks to disintegration / Вісті Донецького гірничого інституту. 2020. Вип. 2(47). С. 83-88. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-83-88>
5. Modeling of influence of stresses on indicators of resistance of mining rocks to mechanical destruction / S. Tynyna, I. Chobotko, L. Frolova, T. Butyrina // E3S Web of Conferences, International Conference "Essays of Mining Science and Practice", 25-27 June 2019. Dnipro, 2019. Vol. 109 (2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900104>
6. Ильченко В.Л., Медведева С.Г. О посттехногенных нарушениях в массиве горных пород / Геоэкология. 2013. Вып. 5. С. 454-458.
7. Ильченко В.Л., Медведева С.Г. О природе развития техногенных нарушений в горном массиве (от зональной дезинтеграции пород вокруг подземных выработок до провалов земной поверхности) / Инженерная геология. 2013. Вып. 2. С. 58-61.
8. Мельник В.В., Кайдо И.И., Мурин К.М. Анкерное крепление как способ управления зонально-дезинтегрирующимся массивом вокруг подготовительных выработок / Маркшейдерский вестник. 2013. Вып. 2. С. 40-41.
9. Мельник В.В., Кайдо И.И., Мурин К.М. Исследование формирования зон деформирования горных пород при зональной дезинтеграции / Маркшейдерский вестник. 2013. Вып. 2. С. 42-44.
10. Градиентная модель зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок / Ван Минян, Ци Чэнжи, Цянь Циху, Чэнь Цзяньцзе / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. Вып. 1. С. 54-62.

11. Рева В.Н. Критерии устойчивости подземных выработок при зональной дезинтеграции горных пород / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2002. Вып. 1. С. 35-38.
12. Ц. Циху, Ч. Сяопин. Неевклидова модель сплошной среды для оценки явления зональной дезинтеграции горных пород во вмещающем массиве с выработкой круглого сечения под действием негидростатического давления / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2011. Вып. 1. С. 42-52.
13. Шве́ц А.П. Образование зон дезинтеграции при ведении очистных работ / Науковий вісник НГУ. 2007. Вип. 1. С. 53-55.

REFERENCES

1. Shmatovskiy, L.D., Sapunova, I.A., Zaytsev, M.S., Ananyeva, O.I. and Tynyna, S.V. (2016), "Investigation of reinforced-rock casings to increase the durability of workings", *Geo-Technical Mechanics*, no. 129, pp. 65-73.
2. Shmatovskiy, L.D., Tynyna, S.V. and Ananyeva, O.I. (2019), "Influence of natural stresses of the bottomhole rocks on the power parameters of the process of their destruction", *Geo-Technical Mechanics*, no. 144, pp. 178-189. <https://doi.org/10.15407/geotm2019.144.178>
3. Malich, N.G., Vasilyev, D.L., Usov, O.A. and Tynyna, S.V. (2020), "Construction of a mathematical model of the strength of rocks in compression, taking into account contact friction", *System Technologies*, no. 6(131), pp. 94-106.
4. Tynyna, S.V. and Chobotko, I.I. (2020), "Analytical studies concerning resistance of stressed rocks to disintegration", *Visti Donetskooho hirnychoho instytutu*, no. 2(47), pp. 83-88. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-83-88>
5. Tynyna, S., Chobotko, I., Frolova, L. and Butyrina, T. (2019) "Modeling of influence of stresses on indicators of resistance of mining rocks to mechanical destruction", *E3S Web of Conferences*, International Conference "Essays of Mining Science and Practice", Dnipro, Ukraine, 25-27 June 2019, vol. 109 (2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900104>
6. Ilchenko, V.L. and Medvedeva, S.G. (2013), "On post-technogenic disturbances in the rock mass", *Geoekologiya*, no. 5, pp. 454-458.
7. Ilchenko, V.L. and Medvedeva, S.G. (2013), "On the nature of the development of technogenic disturbances in the mountain range (from zonal disintegration of rocks around underground workings to sinkholes of the earth's surface)", *Inzhenernaya geologiya*, no. 2, pp. 58-61.
8. Melnik, V.V., Kaydo, I.I. and Murin, K.M. (2013), "Anchorage as a way to control the zonal-disintegrating massif around the development workings", *Marksheyderskiy vestnik*, no. 2, pp. 40-41.
9. Melnik, V.V., Kaydo, I.I. and Murin, K.M. (2013), "Study of the formation of deformation zones of rocks during zonal disintegration", *Marksheyderskiy vestnik*, no. 2, pp. 42-44.
10. Van Minyan, Tsi Chenzhi, Tsyau Tsihu and Chen Tsyantsze (2012), "Gradient model of zonal disintegration of rocks around underground workings", *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*, no. 1, pp. 54-62.
11. Reva, V.N. (2002), "Stability criteria for underground workings during zonal disintegration of rocks", *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*, no. 1, pp. 35-38.
12. Tsihu, Ts. and Syaopin, Ch. (2011), "Non-Euclidean continuum model for assessing the phenomenon of zonal disintegration of rocks in the enclosing massif with the development of a circular cross-section under the action of non-hydrostatic pressure", *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*, no. 1, pp. 42-52.
13. Shvets, A.P. (2007), "Formation of zones of disintegration during cleaning works", *Naukovyi visnyk NHU*, no. 1, pp. 53-55.

Про авторів

Тинина Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна, haritonroots@gmail.com

Чоботко Ігор Ігорович, провідний інженер відділу фізики вугілля й гірничих порід, Інститут фізики гірничих процесів Національної академії наук України (ІФГП НАН України), м. Дніпро, Україна, efilonov79@gmail.com

Шевельова Ганна Михайлівна, молодший науковий співробітник відділу термогазодинаміки енергетичних установок, Інститут технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (ІТМ НАН України і ДКА України), м. Дніпро, Україна, hanna.shevelova@gmail.com

About the authors

Tynyna Serhiy Volodymyrovych, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior Researcher of the Department of Elastomeric Component in Mining Machines, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Science of Ukraine, Dnipro, Ukraine, haritonroots@gmail.com

Chobotko Ihor Ihorovich, Leading Engineer of the Department of Physics of Coal and Rocks, Institute of Physics of Mining Processes, Dnipro, Ukraine, efilonov79@gmail.com

Shevelova Hanna Mykhailivna, Junior Researcher, Department of Power Plant Thermogas Dynamics, Institute of Technical Mechanics of National Academy of Science of Ukraine and the State Space Agency of Ukraine, Dnipro, Ukraine, hanna.shevelova@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы использования несущих армопородных оболочек, которые создают возможность их применения в возникающих зонах концентраторов напряжений, повышенной трещиноватости или зональной дезинтеграции (ЗДИ) для формирования объектов специального назначения или со

специальными характеристиками. Это повышает стойкость породного массива с применением специальных материалов с определенными свойствами (гидрофобными добавками и т.п.), что в сумме даёт возможность формировать образования различного назначения и заданными параметрами.

Технические проблемы возведения подземных сооружений обусловлены главным образом необходимостью создания и последующей эксплуатации внутреннего пространства. Например, применительно к решению проблем подземного строительства специальных сооружений, строительства подземных газовых хранилищ (ПХГ), подземного строительства защитных сооружений (бомбоубежищ), строительства сейсмостойких сооружений и зданий. Рассмотрены основные проблемы подземного строительства, технические возможности и решения. Показана возможность применения отработанного подземного пространства шахт в приложении к проблемам строительства подземных защитных сооружений (бомбоубежищ), подземных газовых хранилищ. Предложена возможность использования явления ЗДИ как основной экономической предпосылки при сооружении сейсмостойких зданий и сооружений в регионах с сейсмонеустойчивыми горно-геологическими условиями, приведены принципиальные схемы технологических решений. Рассмотрены задачи, решение которых является первостепенным при перечисленных выше проблемах. Показаны перспективы применения технологий формирования несущих армопородных оболочек (НАО) в условиях зональной дезинтеграции (ЗДИ), а именно: управление и прогнозирование возникновения явления ЗДИ пород при проведении различных строительных подземных работ; контроль состояния массива, в котором ведутся строительные работы по установке НАО для обеспечения заданных параметров эксплуатации; использование зоны трещиноватости между кольцами дезинтеграции для заполнения материалами с определенными свойствами (гидрофобными примесями и т.д.), что в итоге дает возможность формирования образований различного назначения и с заданными параметрами.

Ключевые слова: несущие армопородные оболочки, концентраторы напряжений, зональная дезинтеграция, подземные газовые хранилища, сейсмонеустойчивые горно-геологические условия

Abstract. In the article, the prospects for the use of load-bearing armored shells are discussed, which create the possibility of their application in the arising zones of stress concentrators, increased fracturing or zonal disintegration (ZDI) for the formation of objects of special-purpose or with special characteristics. This increases the resistance of the rock mass due to the use of special materials with certain properties (hydrophobic additives, etc.), which in total makes it possible to create formations for various purposes and with specified parameters.

Technical problems in the construction of underground structures are mainly caused by the need for the creation and subsequent operation of the internal space. For example, in relation to solving the problems of underground construction of special structures, construction of underground gas storage facilities (UGS), underground construction of protective structures (bomb shelters), construction of earthquake-resisting structures and buildings. The main problems of underground construction, its technical capabilities and solutions are considered. The possibility of using the worked-out underground space of mines is shown in connection with the problems of construction of underground protective structures (bomb shelters), underground gas storages. The possibility of using the phenomenon of zonal disintegration (ZDI) as the main economic prerequisite for the construction of earthquake-resisting buildings and structures in regions with earthquake-resisting mining and geological conditions is proposed, and schematic diagrams of technological solutions are given. The tasks are considered, the solution of which is of paramount importance for the problems listed above. The prospects for the application of technologies for the formation of load-bearing armored shells (LBAS) in conditions of zonal disintegration (ZDI) are shown, namely: control and forecasting of the occurrence of the phenomenon of the rocks ZDI in the course of various underground construction works; control of the state of the massif in which the LBAS are constructed to ensure the specified operating parameters; the use of the fracture zone between the rings of disintegration for filling with materials with certain properties (hydrophobic impurities, etc.), which ultimately makes it possible to create formations for various purposes and with specified parameters.

Keywords: armo-bearing shells, stress concentrators, zonal disintegration, underground gas storage, earthquake-resistive mining and geological conditions

Стаття надійшла до редакції 02.03.2021