

№ 4. – С. 43–52. 11. Шумлянський Л.В., Дюшен Ж.К. Рудні мінерали Федорівського родовища фосфору та титану // Наук. праці ІФД. – 2005. – Вип. 9. – С. 65–83. 12. Duchesne J.C., Shumlyansky L.V., Charlier B. The Fedorivka layered intrusion (Korosten Pluton, Ukraine): An example of highly differentiated ferrobasaltic evolution // Lithos, 2006. – V. 89. – P. 353–

376. 13. Mitrokhin A.V. The gabbro-anorthosite massives of Korosten Pluton (Ukraine) and problems of evolution of parental magmas // GEODE field workshop 8–12th July 2001 on ilmenite deposits in the Rogaland anorthosite province, S.Norway: Abstract. – 2001. – P. 86–90.

Надійшла до редколегії 25.09.07

ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 624. 131: 551. 3

С. Корнєєнко, канд. геол.-мінералог. наук, доц.,
О. Корбутяк, студ.

РЕСУРСИ ПІДЗЕМНОГО ГЕОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ

Розглядаються ресурси підземного геологічного простору України та аналізуються проблеми підземного будівництва і використання підземних об'єктів. Встановлено, що інтенсивне господарське освоєння наземного геологічного простору України створило дуже гострий дефіцит вільних земель і що у таких умовах будівництво й використання підземних об'єктів відіграє важливу роль у двох головних аспектах: вивільнення ресурсів наземного простору і його екологічна чистота та те, що в ході спорудження підземних об'єктів активізуються небезпечні геологічні процеси, які не виявлялися раніше при наземному будівництві.

The resources of underground geological space of Ukraine are examined and the problems of underground building and use of underground objects are analysed. It is set that the intensive economic mastering of the ground geological space of Ukraine created the very sharp deficit of free earths and that in such terms, building and use of underground objects acts important part in two main aspects: from one side this freeing of resources of the ground space and his ecological cleanness, and from other – dangerous geological processes which did not appear before at the ground building activate during building of underground objects.

Постановка проблеми. Під ресурсом геологічного простору розуміють геологічний простір, необхідний для розселення та проживання біоти, у тому числі для життєдіяльності людини. У загальній систематиці екологічних функцій літосфери структура ресурсів геологічного простору включає житло біоти, місце розселення людини, середовище наземних і підземних споруд тощо [1, 5].

Розподілення ресурсів геологічного простору на поверхневу й підземну складові значною мірою досить умовне. Проте його приймають, оскільки підземне будівництво та підземні об'єкти мають яскраво виражену специфіку. Використання підземних об'єктів з точки зору ресурсів геологічного простору відіграє важливу роль у двох головних аспектах: з одного боку, це вивільнення ресурсів наземного простору та його екологічна чистота, а з іншого – в ході спорудження підземних об'єктів активізуються небезпечні геологічні процеси, які не виявлялися раніше при наземному будівництві.

Використання підземного простору є поліфункціональним. Воно почалося з палеоліту і продовжується впродовж усієї історії людства. На початку ХХІ ст спостерігається різке збільшення використання підземного простору і кількості підземних об'єктів, що застосовуються з різною метою. Залежно від сфер цільового призначення, підземні об'єкти можна поєднати в такі основні групи: 1) соціальні об'єкти (житлові й торговельні комплекси, рекреаційні й лікувальні установи, розважально-спортивні приміщення тощо); 2) промислові об'єкти (підземні заводи, збиральні цехи високоточних виробництв, складські приміщення, підземні електростанції, сховища й ємності технологічної підготовки рідких і газоподібних продуктів, камери депонування й захоронення відходів та ін.); 3) комунікаційні об'єкти (метрополітен, автотранспортні тунелі, пішохідні переходи, гаражі, трубопроводи, колектори каналізаційно-водопровідного й кабельного господарства та ін.); 4) військові об'єкти (сховища, укриття, аеродроми, бази, ракетні шахти тощо); 5) сільськогосподарські об'єкти (приміщення для вирощування грибів, овочів і квітів, кошари і скотомогильники тощо).

Метою даної статті є розгляд ресурсів підземного геологічного простору України й аналіз проблем підземного будівництва і використання підземних об'єктів.

Основний матеріал. Конкретна оцінка ресурсу підземного простору визначається в основному тими ж чинниками, що й для поверхневої складової [2, 3, 4]. Очевидно, що при освоєнні підземного простору особливості геологічної будови набувають вирішального значення. Розглянемо лише декілька можливих напрямків оцінки ресурсу підземного простору.

Один з них пов'язаний з використанням підземного простору на урбанізованих територіях. З урахуванням сучасних тенденцій у містобудуванні, коли підземні споруди стали невід'ємною частиною сучасних міст, цій проблемі приділяється все більше уваги. Комплексна забудова підземного простору дозволяє більш раціонально використовувати наземну територію великих міст. Це особливо актуально в умовах збільшення щільності забудови і високих техногенних навантажень у містах при одночасному скороченні площі рекреаційних територій і зелених насаджень [2].

Найбільш активно в даний час підземний простір використовується для будівництва міських автотранспортних тунелів, що забезпечує розвантаження і впорядкування руху потоків наземного транспорту, сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху, знижує забруднення повітря вихлопними газами та в цілому веде до поліпшення екологічних параметрів міського середовища.

Для крупних міст-мегаполісів освоєння підземного простору має позитивний вплив на екологічний стан міського середовища, житлової й нежитлової забудови.

Не дивлячись на складні економічні умови, у крупних містах України продовжується експлуатація і будівництво однієї з найважливіших підземних споруд – метрополітену. В Україні на даний момент діють три метрополітени: у Києві (відкритий 6 листопада 1960 р, 3 лінії, 45 станцій, бере на себе близько 60% пасажирських перевезень (1,7 млн людей на день) громадського транспорту столиці), в Харкові (відкритий 23 серпня 1975 р, 3 лінії, 28 станцій) і в Дніпропетровську (відкритий 29 грудня 1995 р, 1 лінія, 6 станцій). На даний момент ведеться будівництво першого пускового комплексу з 6 станцій метрополітену в Донецьку.

Крім того, наприклад, у Києві побудовано близько 250 підземних пішохідних переходів, функціонують підземні торгово-рекреаційні комплекси "Квадрат" – 7 підземних центрів із загальною площею близько

25 тис м²; "Метроград" – загальною площею 20 тис м² та "Globus" – загальною площею 27 тис м².

З іншого боку, в ході зведення підземних споруд і об'єктів міської інфраструктури (ліній і станцій метрополітену, торговельних центрів, багатомісних гаражів і автостоянок, прогонів авто- і залізничних магістралей, колекторів комунікаційних мереж глибокого залягання) активізуються небезпечні геологічні процеси, що не виявлялися раніше при наземному будівництві (деформації, осідання земної поверхні, підтоплення тощо). Спорудження і експлуатація підземних споруд здійснюються в умовах щільної міської забудови, у тому числі в центральних зонах міст, де розташовані пам'ятки історії й архітектури, унікальні будівлі і споруди. Саме тут – велика щільність заселення і різноманітні техногенні навантаження на геологічне середовище.

У перспективі створення нових екологічно безпечних технологій будівництва, що відповідають вимогам захисту геологічного середовища, дозволить розмістити в містах нижче за земну поверхню до 70 % загального обсягу гаражів, 60 % складів, 50 % сховищ, 30 % установ культурно-побутового обслуговування.

Функціонування паливно-енергетичного комплексу розвинених країн, що становить основу сталого розвитку економіки, включає як обов'язковий елемент створення запасів енергетичної сировини (нафти, нафтопродуктів, вуглеводневих газів тощо), яке доцільно здійснювати на базі підземних сховищ. Для України проблема накопичення запасів енергетичної сировини є актуальною через фактичну залежність від імпортованих джерел постачання.

Підземні сховища будь-якого призначення по суті є ємностями геологічного типу, оскільки будівельним середовищем і захисним бар'єром є геологічна формація, що їх вміщує. В світовій практиці підземного будівництва відомі два функціональні типи вміщуючих геологічних формацій: пористо-тріщинуваті осадові породи (пісковики, вапняки та доломіти), які можуть бути середовищем для зберігання вуглеводневих газів, та відносно непроникні кристалічні утворення (магматичні й метаморфічні породи) і галогенні породи (гіпси, ангідриди й, особливо, соляні породи), які можуть бути середовищем для будівництва (або облаштування) резервуарів рідких вуглеводнів і скраплених газів. Відповідно до цього, виділяються два типи сховищ резервуарів: пористі й полі. В останньому випадку практикуються два технологічні напрями: облаштування відпрацьованих шахтних виробок і будівництво камер геотехнологічними методами (наприклад, вилуговуванням).

Сховища пористого (пористо-тріщинуватого) типу для вуглеводневих газів, як правило, створюються у відпрацьованих родовищах (газових, нафтових і мішаних) або водоносних пластах. Сховища пологого типу в магматичних породах створюються шахтним способом, можливе використання відпрацьованих шахтних виробок; використовуються переважно для зберігання нафти. Найбільш технологічними, економічно ефективними, надійними та екологічно безпечними є сховища в соляних формаціях.

На території України є сприятливі геологічні умови для розміщення сховищ енергетичної сировини в межах таких геологічних регіонів: Дніпрово-Донецької западини, Передкарпатського та Закарпатського прогинів, а також Переддобрудзького прогину (солоносні формації) та Українського щита (магматичні й метаморфічні формації кристалічного фундаменту) [6]. Всі ці перспективні формації за своєю площею розповсюдження досить

вдало збігаються зі структурою транспорту й переробної промисловості нафти та вуглеводневих газів.

Близький напрямок у оцінці ресурсної функції літосфери пов'язаний з розміщенням у геологічному просторі місць поховання високотоксичних (ТВ) і радіоактивних (РАВ) відходів. Об'єми геологічного середовища, придатні для цієї мети, обмежені не тільки в окремих країнах, але й у масштабі континентів. На фоні щорічно зростаючих об'ємів відходів проблема ресурсів літосфери для їх розміщення є більш гострою й екологічно орієнтованою.

Україна опинилась у числі трьох держав, які мають на своїй території величезні накопичення РАВ. Загальний об'єм РАВ високої й середньої активності та відпрацьованого ядерного палива (ВЯП), що потребують видалення в сховищах геологічного типу, на теперішній час складають: відпрацьоване ядерне паливо в басейнах витримки – 3000 т (560 м³); технологічні відходи АЕС – 12000 т; відходи об'єкту "Укриття" – 34000 т; загальний об'єм відходів тимчасових сховищ ЧЗВ – 223000 м³. До цього ще треба додати відходи переробки ВЯП, що будуть повертатися з Росії – 1150 м³. До 2025 року в Україні буде накопичено до 62000 м³ високоактивних і довгоіснуючих РАВ, для ізоляції яких необхідно створити геологічне сховище об'ємом до 160000 м³.

При сучасному рівні розвитку науки і техніки найперспективнішим і надійним способом утилізації РАВ і ВЯП є їх розміщення в геологічних формаціях, де екологічна безпека гарантується природними ізоляційними властивостями геологічного бар'єра. Актуальним є використання для цієї мети існуючого підземного виробленого простору. Проте довготривале зберігання або поховання РАВ у гірських виробках пов'язане з потенційною небезпекою порушення ізоляційних властивостей масиву порід під дією низької природних і техногенних чинників, як під час будівництва підземних споруд, так і при їх подальшій експлуатації (наприклад, деформація і зсув порід над виробленим простором, руйнування гірських порід у зонах концентрації підвищених напружень, тектонічна активність розломів тощо). При цьому з'являється небезпека радіоактивного забруднення навколишнього середовища високотоксичними радіонуклідами в результаті інфільтрації поверхневих і підземних вод у робочу зону підземних камер з їх подальшим переносом за межі об'єкту. Тому найперспективнішими слід вважати геологічні формації, здатні зберігати ізоляційні властивості впродовж десятків тисяч років. Цим вимогам задовольняють магматичні породи, глини й кам'яна сіль.

Враховуючи різноманітність геологічних умов солоних басейнів України найдоцільнішим є поховання РАВ в соляних породах в спеціальних свердловинах великого діаметра, соляних шахтах і в підземних ємностях створених геотехнологічним методом. Разом з тим існує можливість використання для цієї мети масивів гранітів й ефузивних порід. Цілеспрямовані науково-дослідні роботи в напрямку видалення РАВ в Україні було розпочато в 1993 р. Було здійснено попередній вибір ділянок у породах кристалічного фундаменту Коростеньського плутону й солянокупольних структур ДДЗ, одночасно було розроблено ряд державних законодавчих актів, розпочато підготовку нормативної бази, але зараз цільові геологічні дослідження в цьому напрямі не проводяться через відсутність належного фінансування.

Специфічною проблемою ресурсів як підземного так і наземного простору є трубопровідний транспорт. Широко розвинена мережа транзитних магістральних нафтогазопроводів, що проходять територією України, поставляє нафту і газ до країн Західної Європи.

Протяжність магістральних трубопроводів по території України складає понад 43 тис км, з них: магістральних газопроводів – 35 тис км, магістральних нафтопроводів – 4 тис км, продуктопроводів – 3,3 тис км. Кількість аварійних ситуацій на підприємствах цієї галузі України щорічно сягає 1,5 тис (наприклад, тільки з 35301 км магістральних газопроводів України, що експлуатуються, 21,1 % або 7500 км, повністю відпрацювали амортизаційний термін або мають недовговічне антикорозійне покриття). Виникнення серйозних аварій на трубопроводах (викиди нафти, нафтопродуктів та інших речовин, вибухи газу тощо) може призвести до надзвичайних ситуацій з людськими жертвами, спричинити економічну та екологічну дестабілізацію цілих регіонів країни. Вихід з ладу транзитної мережі нафтогазопроводів може призвести до великих економічних збитків.

При величезних обсягах видобутку корисних копалин в Україні в надрах землі утворилась велика кількість виробленого простору – штучних пустот, правильне використання яких є крупною економічною проблемою.

Відпрацьовані гірські виробки соляних шахт завдяки їх унікального мікроклімату, внаслідок постійності тиску, вологості й температури повітря, відсутності бактерійної флори, сонячної радіації, шуму, природної інгаляції (через насиченість середовища хімічними елементами), обмеженої дії магнітного поля, доцільно використовувати в якості спелеолікарень. Соляні шахти зі значними об'ємами порожніх виробок є в Північно-Західному Донбасі (поблизу м. Артемівська) та в Закарпатті (Солотвинський соляний рудник). На базі діючого Солотвинського рудника можливо істотне розширення підземної лікарні для хворих на бронхіальну астму (вона розташована на глибині 200 м і функціонує ще з часів СРСР). Для цієї ж мети можна використовувати й шахти Артемівського родовища.

Перспективним є використання наявних гірських виробок у якості різноманітних підземних складів завдяки стабільності температури і вологості середовища в підземних приміщеннях, пожежній безпеці, економії наземного простору, зручності охорони тощо. Для активно-го, систематично здійснюваного складування, найефективнішим є використання горизонтальних гірських виробок. Наприклад, в Інкермані (Крим) для підземного виносховища використовуються гірські виробки заввишки 10–12 м і завдовжки по 200 м, які утворилися після виїмки вапняку черепашнику. Для пасивного складування доцільним є використання виробок відпрацьованих шахт, зв'язок з якими здійснюється через вертикальні стовбури. Місткість таких складів може досягати 10^5 – 10^6 м³. В Донбасі і Придністров'ї є гіпсові шахти, відпрацьовані простори яких найбільш доцільно використовувати як сховища сільськогосподарської продукції. Значні об'єми відпрацьованих виробок відомі в районах концентрації вугільних (Донецький басейн) і залізних (Криворізький басейн) шахт.

Майже не використовується ресурс підземного простору України в такій перспективній галузі сільського господарства як спелеоагропромислове виробництво. Ось вже чотири сторіччя в глибоких підземних виробках Франції вирощуються шампінйони. І сьогодні майже 95 відсотків своєї грибною продукції французи одержують з

під землі. В Німеччині і Бельгії, Угорщині і Голландії, Швейцарії, Італії і США для цієї мети використовуються каменоломні та штольні. Підземне овочівництво розвивається в Казахстані і в Росії. Дають продукцію навіть підземні квіткові комплекси в районах Крайньої Півночі, зокрема, на Кольському півострові. Досвід організації підземних плантацій накопичений також у Грузії і Молдові. Загальний об'єм щорічного виробництва грибів у світі перевищує 1 млн тонн.

Перспективність підземного вирощування шампінйонів у наших надрах була доведена ще в 1958 році експериментом у каменоломнях у районі Артемівська, пізніше закріплена дослідями у відпрацьованих лавах донецьких шахт ім. Засядька й ім. Горького, а також у підсобному господарстві криворізької шахти "Першотравнева-1". В 1970 році на іншій криворізькій шахті – "Гігант-Глибока" – був проведений експеримент по вирощуванню овочів на глибині 377 метрів. Урожайність в підземних парниках перевищила ту, що була досягнута на Дніпропетровському парниковому комбінаті, більш ніж у тричі. На думку фахівців Інституту ботаніки НАН України, найвищу віддачу слід чекати від відпрацьованих горизонтів каменоломень і катакомб, вугільних і рудних шахт, що залягають на глибині 8-15 метрів, де протягом року зберігається постійна температура в межах 12–15 градусів. На жаль, аграрне освоєння підземних просторів України ще досі, так і не отримало масового розповсюдження.

Висновки. Аналіз проблем підземного будівництва і використання підземних об'єктів дозволяє зробити висновки про те, що інтенсивне господарське освоєння наземного геологічного простору України створило дуже гострий дефіцит вільних земель. Необхідно більш активно використовувати підземний простір на урбанізованих територіях для будівництва різноманітних інженерних споруд, у якості підземних сховищ запасів енергетичної сировини, місць поховань високотоксичних і радіоактивних відходів, спелеолікарень, підземних складів та для спелеоагропромислового виробництва. Також, з нашої точки зору, необхідно розробити методику виконання і провести інженерно-геологічне районування території України по умовам будівництва і використання підземних об'єктів.

1. Екологічна геологія. – К., 2006. 2. Корнєєнко С.В. Ресурси геологічного простору України і проблеми урбанізації // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: Матер. VI Міжнар. наук. конфер. – К., 2005. – С. 216–219. 3. Корнєєнко С.В. Ресурси геологічного простору України і проблеми розміщення складних інженерних споруд // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: Матер. Всеукр. наук. конфер. – К., 2006. – С. 276–277. 4. Корнєєнко С.В. Ресурси геологічного простору й сільське та лісове господарство України // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: Матер. VII Міжнар. наук. конфер. – К., 2007. – С. 223–224. 5. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. – М., 2002. 6. Шнюков Е.Ф., Шестопапов В.М. Яковлев Е.А. и др. Экологическая геология Украины: Справочное пособие. – К., 1993.

Надійшла до редколегії 27.05.07