УДК 553.04

<https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.3-14>

Г. І. РУДЬКО, д-р геол.-мінерал. наук, д-р геогр. наук, д-р техн. наук, професор (Державна комісія України по запасах корисних копалин), office@dkz.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7752-4310>,

Г. Р. БАЛА, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, annabala79@gmail.com

H. RUDKO, Doctor of Geology and Mineralogy, Doctor of Geographical Sciences, Doctor of Technical Sciences, professor (State Commission of Ukraine on Mineral Resources), office@dkz.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7752-4310>,

H. BALA, State Commission of Ukraine on Mineral Resources, annabala79@gmail.com

КРИТИЧНА МІНЕРАЛЬНА СИРОВИНА ТА ЇЇ ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ

CRITICAL MINERAL RAW MATERIALS AND THEIR PROSPECTS IN UKRAINE

Світова тенденція переходу людства до сталого розвитку дуже залежить від безперервного постачання різних мінералів або матеріалів. У цьому контексті надзвичайно важливим є налагодження співпраці між різними зацікавленими сторонами в керуванні критично важливими матеріалами на всьому глобальному ланцюжку постачання.

У статті наведено стислий огляд появи поняття “критична сировина” та траєкторій розвитку національних стратегій щодо критично важливих мінералів в основних зацікавлених регіонах – Китаї, США, Європі, Японії та Австралії.

Забезпечення надійного й неупередженого доступу до корисних копалин стає дедалі важливішим чинником конкурентоспроможності, тому країни-імпортери скоординованими діями стимулюють диверсифікацію, тобто збирають дані про виробництво, переробку мінеральних ресурсів і торгівлю ними. Україна, у надрах якої зосереджено широкий спектр корисних копалин, у перспективі може стати одним з надійних партнерів для споживачів критичної мінеральної сировини, зокрема Європейського Союзу.

Ключові слова: критична мінеральна сировина, економічна важливість, ризик постачання, мінерально-сировинна база України.

Rapid economic growth of developing countries, combined with the accelerated spread of new technologies, has led to a significant increase in demand for metals and minerals, which are used to cover general needs in raw materials, and various elements used in high-tech industries.

The global trend of transition to sustainable development strongly depends on the continuous supply of various minerals or materials. In this regard, it is crucial to establish collaboration between different stakeholders in the sphere of critical materials management throughout the global supply chain.

“Criticality” is determined by the importance of raw materials for future development and the vulnerability of the supply chains, which is considered a potential threat to development. Criticality can be assessed at different levels: for a specific product, technology, company, country or region, or even globally.

The article provides a brief overview of the concept of “critical raw materials” and the development trajectories of national strategies for critical minerals from key stakeholders – China, USA, Europe, Japan and Australia. Strategic goals are results of processes that depend on national interests, resource availability and historical experience in anticipating supply risks.

Reliable and unbiased access to minerals is an essential factor in terms of competitiveness, so importing countries are stimulating diversification through coordinated action, i.e. they are collecting data on the production, processing and sale of minerals. Today, the EU is an importer of many types of critical minerals, and it is exploring the possibility to obtain them not only from sources within the EU but also in neighboring countries.

Ukraine is one of the most mineral-rich countries, so our country may become one of the reliable partners for consumers of critical mineral raw materials, including the European Union. Today, an important task is to increase the production of “critical materials” and create capacities for their enrichment and primary processing, because it is expected that demand for them will grow rapidly on the global market.

Keywords: critical mineral raw materials, economic importance, supply risk, mineral raw material base of Ukraine.

Вступ. Упродовж останнього десятиліття поняття “критично важливої сировини” дедалі більше фігурує в дискусіях щодо економічних, а також екологічних проблем обмеженості ресурсів і в стратегіях, запропонованих для подолання цих обмежень. Швидкий економічний поступ розвиткових країн у поєднанні з поширенням нових технологій зумовили чималий ріст попиту на промислові метали й мінерали як для задоволення загальних потреб у сировині, так і для забезпечення високотехнологічних виробництв різноманітними елементами.

“Критичність” визначається важливістю цієї сировини для майбутнього розвитку та вразливістю шляхів забезпечення нею, що вважається потенційною загрозою для розвитку.

Перші згадки про ризики постачання з'явилися в літературі наприкінці 30-х років і набули популярності в 70-х роках ХХ сторіччя, коли спалахнула нафтова й кобальтова кризи. В останні роки дискусія точиться щодо неенергетичних корисних копалин. Сучасні дослідження, з одного боку, спрямовані на розроблення методів оцінювання критичнос-

ті корисних копалин, а з іншого – вивчають ступінь впливу потенційних перешкод на національну економіку, конкретні галузі або технології. Зокрема, вони мають на меті підготувати обґрунтовані рішення для галузей і виробників, щоб передбачити та пом'якшити негативні наслідки, які може спричинити критичність вхідної сировини, а також рекомендації для політиків і виробників різних галузей під час формування стратегій щодо корисних копалин.

Історичний погляд та стратегії щодо критичної сировини в різних регіонах світу. У минулому, особливо під час індустріалізації, легко простежити випадки, які демонструють різку схожість із нинішньою ситуацією щодо критичної сировини, хоча самого терміна тоді не використовували. Зокрема, проблему дефіциту деревини й переходу на викопне паливо формулювали поняттями, подібними до головних аспектів сучасного поняття “критичність”. Також це стосувалося і менш популярної сировини, як-от вапняк, що, можливо, була такою ж важливою для індустріалізації, як і викопне вугілля. По суті, надання “критичності” певним матеріалам є засобом проблематизації цієї сировини й має давню історію [5].

На межі XX ст. виробники заліза й сталі намагалися здобути контроль над усім ланцюгом постачання і виробництва сировини, але стикнулися з проблемою забезпечення підприємств вапняком. Було виявлено, що ризики постачання полягають не в загальній доступності матеріалу, а у фактичному доступі до родовищ та обмеженості можливого видобутку. Згідно з чинними на той час законами, право на видобуток вапняку, на відміну від усіх інших матеріалів, використовуваних у виробництві заліза й сталі, надавали лише землевласники. Зазвичай площа покладу була у власності кількох користувачів, тому видобуток здійснювався лише фрагментарно й у невеликих об'ємах. У цій ситуації слушним рішенням вважалося усунення меж для розширення пропонування, а не заміщення. Для цього зацікавлені компанії почали зіставляти геологічні дані з інформацією про власників землі та створювати організаційні структури, які б забезпечували масштабну експлуатацію вапняку. Компанії скуповували великі сусідні ділянки землі, на яких можна було проектувати та вводити в експлуатацію великі й механізовані кар'єри.

Отже, у випадку з деревиною рішенням була адаптація нового матеріалу – заміщення викопним вугіллям, а от у випадку з вапняком зміни технологічної системи були зумовлені потребою дістати доступ до матеріалу. Однак таке порівняння демонструє, що питання критичності викликало та пришвидшило гнучкість в обох технологічних системах, хоча й у різних варіаціях.

Державні та приватні фінансові інститути дещо по-різному визначають поняття “критичної сировини”, але базові принципи дефіциту наявності та складнощів логістики постачання під час його характеристики є визначальними.

Під час визначення поняття “критичної сировини” треба комплексно розглядати ланцюг ключових критеріїв (параметрів), наприкінці якого формується перелік елементів, сировини, що підпадає під визначення зазначеного поняття.

Під час візуалізації ланцюга формування поняття “критичної сировини” розглядаються три взаємозалежні стадії визначення: мінерально-сировинна база – параметри визначення – перелік критичної сировини.

Критичність оцінюють на різних рівнях: для конкретного продукту, технології, компанії, країни або регіону, або навіть на глобальному рівні. Також критичність сировини можна розглядати в короткостроковій перспективі (наприклад, кілька років) або в довгостроковій перспективі (кілька десятиліть). Методи встановлення критичності використовують широкий вибір показників для описування різних чинників, включно з геологічними, технологічними, геополітичними, соціальними та екологічними. Через різноманітні перспективи та спонування до проведення таких досліджень у світі є істотні розбіжності в процесах ідентифікації критично важливих сировинних матеріалів (CRM) та їхніх результатах.

Попри подібні цілі, наявні стратегії щодо критичної сировини відрізняються в різних регіонах. Спробуємо пояснити, чому різні регіони світу по-різному реагували на глобальну проблему забезпечення стабільного постачання важливих мінералів, зокрема рідкісних земель [3]. Зазвичай вони відрізняються за своїми осередками. Стратегічні цілі – результат процесів, що залежать від національних інтересів, забезпеченості ресурсами та історичного досвіду в боротьбі з ризиком постачання. Проте інституційні зміни також мають велике значення для розуміння міждержавних відмінностей у формуванні політики. Вони охоплюють правову систему, відкритість адміністративної та політичної систем, роль кон-

сультацій і посередницьких відносин. Інституційні чинники фіксуються через поняття “політичний стиль”, яке стверджує, що країни розробили відмітні способи досягнення подібних цілей і стандартів через правові традиції, політичні структури, промислову організацію та культурні традиції.

Kumai. Китай вийшов на ринок рідкісних земель у 50-х роках XX сторіччя, коли компанія Baotou Iron and Steel Company розпочала розробку родовищ заліза в Баян Обо (Внутрішня Монголія), де рідкісні землі були супутнім компонентом. Проте на початку 70-х років Сяю Гуансянь, також відомий як батько китайської хімії рідкісних земель, розробив новий метод вилучення рідкісноземельних елементів, що сприяло широкомасштабному видобутку рідкісних земель у Китаї. Після перехідного періоду наприкінці 80-х – на початку 90-х років Китай вийшов на перше місце у світовому виробництві рідкісних земель і поступово зміцнював своє монопольне становище впродовж наступних двох десятиліть. У 2009 році країна здобула абсолютну монополію й дістала 98 % частки ринку, яка відтоді дещо зменшується. Цей успіх часто пояснюється дешевою робочою силою Китаю та нижчими регуляторними витратами, а також сприятливими покладами рідкісних земель за кількістю, розмірами та вмістом у важкій формі. Щоб захистити свою промислову модернізацію та притримати рідкісні землі для власних потреб, Китай більш як два десятиліття тому оголосив рідкісні землі “захищеними та стратегічними матеріалами”. На додаток до цього було запроваджено таку промислову політику: іноземним компаніям заборонили брати участь у будь-якій частині ланцюга постачання, крім створення спільних підприємств з вітчизняними компаніями; як вітчизняні, так і спільні підприємства підпадали під виробничі та експортні квоти; державний контроль підсилювався через об'єднання кількох компаній в одну “мегакомпанію”; заборону нових ліцензій на видобуток рідкісних земель і ліквідацію контрабанди; було запропоновано створити спільну платформу ціноутворення та національну систему ціноутворення; для боротьби із перевиробництвом і зростанням ціни Китай підтримував добровільне зупинення виробництва і вирішив створити великі стратегічні запаси. Сукупно ця протекціоністська політика демонструє чітке узгодження політики Китаю щодо природних ресурсів з національними інтересами модернізації промисловості та створення конкурентних переваг для вітчизняних підприємств.

Окрім того, що Китай є акціонером іноземних компаній, він також пропонує гранти й позики іншим країнам в обмін на доступ до їхньої сировини.

Сполучені Штати Америки. У США мінеральна сировина як чинник національної безпеки вже давно викликала занепокоєння влади. Наприклад, на початку XIX сторіччя в певний період був ризик залишитися без свинцю для куль. Під час Другої світової та Корейської війн також гостро бракувало матеріалів, що сприяло формуванню так званих запасів національної оборони. Теперішній запас стратегічних і важливих корисних копалин та матеріалів розроблено для вирішення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з проблемами національної безпеки та оборони; на початковому етапі він не створювався як економічний запас.

Термін “критичний матеріал” уперше введено наприкінці 30-х років XX сторіччя в межах Закону “Про запаси стратегічних і критичних матеріалів”. Також у ті роки був створений Національний центр стратегічних запасів, що вважається наріжним каменем американської політики щодо корисних копалин.

Керує ним Оборонне логістичне агентство США, покликане забезпечувати військові та життєво важливі цивільні потреби під час національної надзвичайної ситуації. Натомість економічні запаси призначені для усунення тимчасових перебоїв надходження корисних копалин.

Чинну на сьогодні Стратегію критичних матеріалів (U.S. Department of Energy Critical Materials Strategy) розробило у 2010 році Міністерство енергетики США. Вона ґрунтується на трьох принципах. Перший стосується диверсифікації ланцюгів постачання через сприяння видобутку й переробки в США та заохочує знаходити додаткові джерела постачання в усьому світі. Другий пов'язаний з науково-дослідними розробками в галузі заміни матеріалів і технологій для задоволення матеріальних потреб економіки чистої енергії. У третьому йдеться про дослідження процесів переробки разом з розробленням політики, що сприятиме цій переробці, а також повторному та ефективнішому використанню критично важливих матеріалів.

Вдосконалення процесу надання дозволів на експлуатацію важливих корисних копалин, гарантування фінансової допомоги для внутрішнього виробництва та переробки, а також розвиток знань, збір інформації і накопичення запасів розглядаються як найважливіші напрями політики.

Що стосується збору інформації, то Геологічна служба США (USGS) надає через свої щорічники корисних копалин і товарних зведень найвичерпніші вітчизняні та міжнародні дані про неенергетичні корисні копалини, відомості про внутрішній та міжнародний видобуток і виробництво, споживання, використання технологій та інші ринкові тенденції, зокрема й для рідкісних земель. Крім цього, Міністерство оборони також взаємодіє із зацікавленими сторонами через різні технічні семінари для ліпшого розуміння сучасних тенденцій у видобутку та споживанні важливих корисних копалин.

Європейський Союз. На відміну від США, виробництво металевих корисних копалин в ЄС було історично на низькому рівні, згодом лише зменшувалося, а нині становить 3 % світового виробництва. Це пов'язано з вичерпанням перспективних внутрішніх родовищ, зменшенням обсягів розвідки та розробки нових родовищ, обмеженням доступу до родовищ корисних копалин через брак політики планування та запровадження екологічних стандартів, а також недостатній розвиток нових технологій розвідки, видобутку та переробки сировини. Зрештою ці події призвели до збільшення залежності від інших держав через імпорту корисних копалин, частка яких нині перевищує 80 %, і в підсумку робить Європу вразливішою до зовнішніх подій. Дискусію про безпеку постачання сировини в Європу розпочато у звіті Співтовариства про постачання сировини, опублікованому в 1975 році. У ньому вказано на потребу підтримати доступ до джерел постачання з розвиткових країн для задоволення виробничих потреб і зміцнення потенціалу економічного розвитку європейських країн. Звіт підтвердив нагальність формування загальних керівних принципів у межах Співтовариства, оскільки масштаби гарантування безпеки постачання були надто великими, щоб їх можна було вирішити на рівні окремих держав-учасниць. Було закликано до координації діяльності на різних рівнях та ініціювання спільних проєктів.

У 2008 році Європейський Союз започаткував Ініціативу важливої сировини (Raw Materials Initiative), що стала основною платформою для зацікавлених осіб щодо формування послідовної стратегії довгострокового постачання неенергетичної сировини в контексті промислової політики ЄС.

Ініціатива об'єднує представників промисловості, державних служб, наукових кіл і неурядових організацій для розв'язання проблем, пов'язаних з неенергетичною несільськогосподарською сировиною. Ініціатива важливої сировини побудована на трьох правилах. Перше уможливує доступ до сировини на світових ринках, що передбачає активну сировинну дипломатію та керування зовнішньою політикою, діалогом з розвитковими країнами, багатими на ресурси.

Друге правило Ініціативи встановлює рамкові умови в межах Європейського Союзу для сприяння сталому постачанню сировини з європейських джерел. Серед найактуальніших питань – доступ до землі, впорядкування процесу отримання дозволів на видобуток корисних копалин на території держав-учасниць та державне фінансування розвідки.

Що стосується накопичення запасів, то це не є частиною європейської мінеральної стратегії. Хоча деякі країни ЄС мають досвід накопичення критично важливих ресурсів, нині жодна з них, наприклад, не дбає про запаси рідкісних земель. На противагу цьому, головна увага зосереджується на створенні бази даних про родовища корисних копалин та з'ясуванні взаємозв'язку між національними геологічними дослідженнями, щоб визначити внутрішні джерела постачання корисних копалин.

Третє правило Ініціативи спонукає зменшити споживання сировини через первинну ефективність, переробку, заміну та збільшення використання поновної сировини.

Головними параметрами, що використовуються для визначення критичності матеріалу в ЄС, є [6]:

– Економічна важливість – засвідчує потрібність матеріалу для економіки ЄС з погляду програм кінцевого використання та цінності для відповідних виробничих секторів ЄС на рівні Загальної галузевої класифікації видів економічної діяльності в межах Європейського Союзу (*Nomenclature generale des Activites economiques dans la Communaute Europeenne* – NACE). Економічна важливість коригується за допомогою індексу заміщення (substitution index – SIEI), пов'язаного з технічними та економічними показниками заміників для окремих галузей використання.

– Ризик постачання – показує ризик перебоїв з постачанням матеріалів у ЄС. Він ґрунтується на концентрації первинних постачань із країн – виробників сировини, з огляду на їхню ефективність керування та торгові аспекти. Зважаючи на залежність ЄС від імпорту (*import reliance* (IR)), пропорційно беруть до уваги дві групи країн-виробників – глобальні постачальники та країни, у яких ЄС отримує сировину. Ризик постачання визначається на стадії так званого вузького місця матеріалу (видобуток або переробка), що представляє найвищий ризик постачання для ЄС. Пошук заміника та переробка вважаються заходами зменшення ризику.

Перший список критичних матеріалів опубліковано 2011 року. Він містив 14 позицій.

На сьогодні спеціальна Комісія оцінює критичність щодо широкого спектра неенергетичної та несільськогосподарської сировини на рівні ЄС. Оцінювання критичності у 2020 році охоплює більшу кількість матеріалів, ніж у попередні роки: 83 окремі матеріали або 66 матеріалів-кандидатів, а саме: 63 окремі та три згруповані матеріали (десять окремих важких рідкісно-земельних елементів (РЗЕ), п'ять легких РЗЕ та п'ять металів платинової групи). Також було оцінено п'ять нових матеріалів (арсен, кадмій, стронцій, цирконій і водень) (рис. 1).

Японія. Японія, подібно до ЄС, історично була країною з бідними ресурсами, що залежала від імпорту нафти, газу та

різних корисних копалин. Проте, на відміну від Європи, що потребувала імпорту рідкісних земель переважно для технологій кінцевого виробництва вітрогенераторів, транспортних засобів або, економіка Японії суттєво залежить від переробки рідкісних земель у метали та сплави, а також від виробництва та експорту складників і продуктів з високою доданою вартістю, для яких рідкісні землі слугують вихідним матеріалом.

Японська мінеральна стратегія бере свій початок з економічної війни проти Японії під час Другої світової війни. Американське ембарго на чавун і нафту підсилює імпорту залежність Японії від залізної руди з Китаю і Кореї та змусило її активно використовувати свої величезні запаси сировини. Це поступово призвело до дефіциту сталі, нафти й вугілля, що було згубним для виробництва озброєння в Японії, а тому негативно вплинуло на її здатність підтримувати військові операції. На додаток до цього уряд Японії визначив стабільність постачання імпортованих ресурсів головною метою своєї енергетичної політики.

У 2006 році японське Міністерство економіки, торгівлі та промисловості затвердило Нову національну енергетичну стратегію, однією з цілей якої було підсилення ресурсної дипломатії, енергетичної та екологічної співпраці завдяки стратегічному використанню офіційної допомоги в розвитку та сприянню взаємним інвестиціям, а також через освоєння закордонних ресурсів і диверсифікацію джерел постачання. Крім того, Стратегічний енергетичний план 2007 року, який згодом було переглянуто у 2010 та 2014 роках, передбачав

переробку та накопичення рідкісних металів, а також розвідку морського дна.

Перша засаднича ідея національної стратегії спрямована на диверсифікацію джерел постачання за допомогою стратегічної дипломатії ресурсів. Основними завданнями уряду в цьому плані є сприяння обміну технологіями, розбудові інфраструктури й енергетичної співпраці за допомогою двосторонніх і багатосторонніх торгових угод, які слугуватимуть цілям розвитку багатих на ресурси країн і одночасно забезпечуватимуть Японії доступ до сировини. Утилізація брухту й задавнених продуктів — друга підвалина японської стратегії корисних копалин, що передбачає вдосконалення наявних процесів переробки та сприяння науково-дослідним роботам у сфері технологій. Окрім прагнення збільшити первинне та вторинне постачання, Японія також заохочує використання альтернативних матеріалів, щоб підтримувати свою конкурентоспроможність і розвивати нові галузі. Останнє оперття японської мінеральної стратегії стосується накопичення стратегічних критичних матеріалів для захисту від ризику короткострокового постачання і як доповнення до середньо- та довгострокових стратегій, охоплених попередніми головними напрямками.

Австралія. Австралія є ще однією зацікавленою стороною в межах дискусії щодо мінеральних стратегій, проте не з погляду країни-споживача, а як одного з найбільших експортерів у всьому світі. Експорт корисних копалин Австралії становить приблизно 60 % вартості товарів і послуг та 10 % ВВП країни.

Країна тримає світову першість у сфері видобутку залізної руди, нікелю, алюмінію, золота та вугілля, а от розвідка й видобуток рідкісних земель історично були менш значущими. Австралійські родовища рідкісних земель виявлено переважно внаслідок розвідки урану й торію. Проте підвищення цін на метали в перші роки нового тисячоліття відродило інтерес до розвідки рідкісних земель.

Для Австралії рідкісні землі – важливі корисні копалини з високим ресурсним потенціалом (на основі доступності й собівартості продукції та оцінок світового попиту). Отже, сама критичність не є проблемою для країни, оскільки вона порівняно невеликий споживач корисних копалин. Тому її політика спрямована на вище зазначені частини ланцюга постачання, як-от гірничодобувна промисловість і виробництво. Головною метою політики щодо корисних копалин є розширення сировинної бази Австралії і підвищення міжнародної конкурентоспроможності та стійкості ресурсного сектору.

Ресурси критичної сировини на території України. Нині ЄС імпортує багато видів потрібної критичної мінеральної сировини й вивчає способи отримання її не лише в межах ЄС, а й сусідніх країн. Запроваджена 2008 року Ініціатива важливої сировини вказує на те, що саме доступність мінеральної сировини є визначальною для функціонування економіки ЄС, тому забезпечення надійного й неупередженого доступу до корисних копалин стає дедалі важливішим чинником конкурентоспроможності ЄС. Україна належить до регіонів світу, надзвичайно багатих на мінеральні ресурси. Якщо проаналізувати дані Державного балансу запасів корисних копалин і наявних проявів України та порівняти їх з представленими в таблиці критичними для Європейського союзу позиціями (див. рис. 1) [4], то можна стверджувати про певний ресурсний потенціал нашої держави, що дає змогу налагодити видобуток і постачання переважної більшості визначених елементів.

Руди рідкісних металів. Україна має чималі запаси й перспективні та прогностичні ресурси рідкісних металів. Рідкіснометалеві руди і рудопрояви в Україні розміщуються в межах трьох субпровінцій – північно-західній, центральній та південно-східній частинах Українського щита (УЩ). За запасами й перспективними ресурсами низка рідкіснометалевих родовищ України належить до середніх і великих.

До унікальних і великих родовищ належать передусім такі: Пержанське родовище берилію, Азовське родовище рідкісних земель і цирконію, Мазурівське – ніобію, танталу й цирконію, Полохівське родовище літію, Мостове – танталу, Новопопелівське – комплексних фосфорно-рідкісноземельно-рідкіснометалевих руд та ін.

Особливе значення має Пержанське родовище берилію, що відкрите в Олевському районі Житомирської області. Родовище унікальне за якістю та масштабами руд. Усього в межах Пержанського берилієвого родовища (розвіданої його частини) вивчено 75 рудних тіл, щодо яких підраховано запаси промислових категорій.

За вмістом основного берилієвого мінералу руди родовища представлені двома типами: гентгельвіновим і фенакітовим.

Завдяки останнім геологічним дослідженням вдалося виокремити Пержанський рудний район, у межах якого, окрім Пержанського родовища берилію, зосереджені родовища металів стратегічного значення: Ястребецьке рідкісноземельне й цирконієве, Центральне – ітродіориту, Юр'ївське – апатит-ільменітове, Суцанське – дистену, а також розсипи колумбіту та каситериту.

Пержанський рудний район, як великий геологічний об'єкт, за сучасними уявленнями відповідає найбільшим рудним районам світу. Розвідані запаси промислових категорій дають змогу проектувати довгострокове гірничозбагачувальне підприємство та розвивати його на основі наявних великих перспектив приросту запасів, які можна буде

реалізувати в найближчі строки. Надійним резервом дальшого розвитку й розширення експлуатаційного потенціалу підприємства, після повернення капітальних вкладень, є фенакітові руди. Отже, Пержанське родовище – високорентабельний об'єкт для освоєння, що має великі резерви розширення і розвитку гірничодобувного підприємства (рис. 2).

Ванадій на території України в промислових концентраціях виявлений в ільменітах апатит-ільменітових родовищ (корінних і корі вивітрювання), ільменітових розсипах та в корінних уран-ванадій-скандієвих рудах на УЩ, а також у бурих залізняках Керченської групи родовищ. В Україні концентратів ванадію не ви-

Умовні позначення:

- Руди стронцію • Руди петалітові • Руди гентгельвінові
- Германій • Руди літію • Руди ванадію
- Руди танталітові пегматитів

Рис. 2. Карта родовищ і проявів руд рідкісних металів України [2]

робляють, потреби в народному господарстві задовольняють завдяки імпорту.

Державним балансом запасів корисних копалин України враховуються запаси ванадію (в перерахунку на п'ятиокис) за двадцятьма комплексними родовищами. Станом на 1.01.2018 р. балансові запаси п'ятиокису ванадію становлять 333 тис. т.

З вторинних сировинних джерел ванадію на максимальну увагу заслуговують відходи українських нафтопереробних і титанових підприємств, а також золи ТЕЦ і ТЕС, особливо тих, що працюють на мазутах. Відходи Запорізького титано-магнієвого комбінату містять 0,1–2,0 % V_2O_5 , тож на комбінаті створюють устаткування з вилучення ванадію та інших компонентів, продуктивністю до 30 т V_2O_5 на рік. Промислові розчини і “червоні шлами” Миколаївського глиноземного заводу, що переробляє боксити, і Дніпровського алюмінієвого заводу також містять V_2O_5 . На Запорізькому алюмінієвому заводі вже функціонує цех з перероблення алюмосилікатних розчинів з виробництвом до 100 т V_2O_5 на рік.

В Україні промислові запаси берилію приурочені до УЩ (Суцано-Пержанська тектонічна зона). Пержанське родовище берилію поки що єдине у світі, на якому промислові концентрації берилію пов'язані з гентгельвіном. Гентгельвінові руди характеризуються високою якістю за вмістом берилію та ступенем збагачення, і за цими показниками вони перевершують усі відомі промислові типи руд берилію. Родовище має великі запаси із середнім умістом BeO 0,55 %. Руди порівняно легко збагачуються, вилучення берилію в концентрат досягає 85–90 %. Родовище детально розвідане й підготовлене до експлуатації з потенційно високою рентабельністю розробки – понад 30 %. За масштабами, якістю та новими типами зрудиння родовище належить до унікальних у світі.

Серед інших районів треба зазначити зону зчленування УЩ і Донбасу, де берилієва мінералізація пов'язана з калішпатизованими лужними породами. У Приазовському блоці УЩ – пов'язана з гранітними пегматитами західної частини Приазов'я. На Волині відомі гранітні пегматити, у яких кристали берилу вилучуються з міаролових порожнин [1]. Загальні запаси оксиду берилію в Україні сягають близько 66 тис. т.

За розвіданими запасами й перспективними та прогнозними ресурсами літію Україна чи не найбагатша в Європі, адже може не тільки повністю задовольнити потреби вітчизняного виробництва, а й попит європейського сировинного ринку. Ідеться про пегматитові родовища різного ступеня вивчення: Шевченківське (сподуменові руди), Полохівське (петалітові руди), Станкуватське (сподумен-пелітові руди), Балка Крута (комплексні рідкіснометалеві руди), а також численні рудопрояви цього типу. Крім того, літій у складі слюдистих мінералів із вмістом окису літію в межах 0,2–0,6 % утворює великі скупчення на Донбасі.

Шевченківське родовище – це серія стрімко спадних пегматитових жил сподумен-альбітового типу. Рудні тіла завдовжки 600–700 м мають потужність у середньому 40 м. За підрахованими запасами окису літію родовище є великим. Уміст окису літію – у межах 1,1–1,5 %. Більша частина літію пов'язана зі сподуменом і незначною мірою (3,7 % від загального вмісту) – з петалітом. Розроблено схему збагачення, за якою вилучення сподумену відбувається в межах 88–92 %. У середньому загальний вихід концентрату становить 22,8 %. Середній уміст окису літію в концентраті – 4,9 %.

Полохівське родовище петалітових руд розміщується в районі з розвинутою інфраструктурою в територіальній близькості до гірничопромислових підприємств “Схід ГЗК”,

і під час розробки родовища можливе використання всієї інфраструктури Смолінського рудника. Продуктивні рудні зони являють собою натрій-літєві пегматити, що залягають у гранітах, перекриваються пухкими теригенними відкладами мезо-кайнозойського чохла та корою вивітрювання.

У межах північно-західного флангу Липнязької купольної структури виявлене потужне Станкуватське рудне поле, де головним рудним мінералом є сподумен, загальні ресурси оксиду літію перевищують 1,5 млн т і наявні можливості супутнього видобутку танталу, ніобію, рубідію, цезію, берилію та олова.

На території України германій наявний у кам'яновугільних родовищах Донецького й Львівсько-Волинського басейнів. Основним джерелом германію в Україні є вугілля Донбасу. Вилучення германію з вугілля можливе на спеціальному устаткуванні коксохімічного виробництва. Вугілля має вміст германію від 1 г/т до 23 г/т. Проте промислове вилучення германію в Україні не здійснюється з 1991 року. Можливе забезпечення потреби в германії завдяки використанню золи енергетичного вугілля. Балансові запаси германію у вугіллі України станом на 1.01.2018 р. становлять 91,7 тис. т.

Запаси гафнію (“гафнієва земля” – HfO_2) визначають відповідно до запасів цирконію в співвідношенні 1:50. Майже весь гафній нині отримують як продукт очищення реакторного цирконію [1]. В Україні запаси оксиду гафнію в цирконі враховуються лише за Малишівським комплексним розсипним циркон-рутил-ільменітовим родовищем, що розміщується в Дніпропетровській області. Запаси родовища підраховані й затверджені ДКЗ України щодо таких корисних копалин, як двоокис титану й цирконію, двоокис гафнію, п'ятиокис танталу, ніобій, ванадій, триоксид скандію, дистен і силіманіт, ставроліт, формувальні піски. З огляду на запаси двоокису титану та двоокису цирконію, це найбільше розсипне родовище не тільки в Україні, а й у межах колишнього Союзу, а за наявністю корисних компонентів воно унікальне. Продуктивна товща представлена дрібнозернистими пісками неогену. Родовище експлуатують з 1961 р. відкритим способом. До складу комбінату входять кар'єри, збагачувальна фабрика, три металургійні цехи та цілий комплекс цехів і заводських служб. У 2017 р. на родовищі було видобуто 4164,7 тис. м³ пісків, оксиду гафнію в них – 349,7 т. Станом на 1.01.2018 р. запаси оксиду гафнію становлять 13,6 тис. т, а перспективи їхнього наращування оцінюють у 100 тис. т. В Україні виробляється 30 тис. т/рік цирконового концентрату як супутнього компонента під час видобутку й переробки комплексних цирконій-титанових розсипних родовищ, а також комплексних циркон-рідкіснометалевих, циркон-рідкісноземельних корінних родовищ і циркононосних кір вивітрювання. Обсяги цих родовищ забезпечують усі потреби України в цирконії і гафнії, а також дають змогу постачати сировину на експорт. Видобування гафнію й його переробка в Україні завершуються на стадії одержання чистого металевого гафнію, але технології виготовлення виробів з гафнію в Україні немає. З березня 2018 року на ВП “Дніпродзержинський хімічний завод” започаткували перероблення гафнійумісної сировини, що являє собою гідроксид гафнію з високим (до 10 %) умістом сульфатів. Нову технологію впроваджено у виробництво гафній-нікелевої лігатури [7].

Тантал і ніобій на території України виявлено в комплексних родовищах і рудопроявах центральної, південно-східної та північно-західної частин УЩ. На північному заході УЩ виявлено тантал-ніобієві руди в асоціації з ітрієм, цирконі-

єм та оловом, де вони тяжіють до рідкіснометалевих метасоматитів і пегматитів. У центральній частині УЩ виявлено рідкіснометалевий Шполянсько-Ташлицький район з родовищами заміщених літєвих пегматитів, у складі яких наявні тантало-ніобати. У північно-східній частині Приазовського блока УЩ розвідане Шевченківське родовище сподуменових руд, на якому, крім основного компонента – оксиду літію в рудних пегматитових жилах, встановлено тантал-ніобієву мінералізацію. У Приазов'ї виявлено та з різним ступенем детальності розвідано родовища Новопоплавське (рудоносні карбонатити) і Мазурівське (рідкіснометалеві нефелінові сієніти і метасоматити) з доволі потужними запасами танталу й ніобію, тож на базі Мазурівського родовища, зокрема, може працювати рідкіснометалевий ГЗК з переробною потужністю до 15 млн т руди на рік. Державним балансом запасів корисних копалин України запаси п'ятиоксиду танталу й ніобію обліковуються за двома комплексними родовищами – розсипним циркон-рутил-ільменітовим Малишівським (тантал і ніобій, що містяться в ільменіті й рутилі, в умовах наявної технології експлуатації не вилучаються з концентратів і повністю втрачаються) і корінним апатит-рідкіснометалевим Новопоплавським. Переважна частина ніобію в ньому пов'язана з фергусонітом і гатчетолітом. Масова частка в карбонатитах п'ятиоксиду танталу й ніобію становить відповідно 0,002–0,003 і 0,06–0,3 % для суми РЗЕ від 0,17 до 4,6 %.

Україна має істотні мінерально-ресурсні можливості щодо скандію. Концентрація цього елемента зосереджена в ільменітових і титаномagnetитових рудах, залізистих бокситах, корі вивітрювання і розсипах. Скандій містять піроксени, амфіболи, ільменіт, титаномagnetит. Запаси скандію оцінено в чотирьох комплексних родовищах: Жовторічанському (метасоматити), Стремигородському, Торчинському (корінні апатит-титаномagnetит-ільменітові руди і їхні кори вивітрювання) і Злобичському розсипному родовищі ільменіту. Чималі ресурси скандію зосереджені в розсипних ільменітових і рутил-циркон-ільменітових родовищах Волинського й Правобережного районів. З концентратів ільменіту, титаномagnetиту, циркону й рутилу, що містять скандій у звичайних для цих мінералів кількостях (0,1–0,4 %), його можна вилучати за одним заходом на робочих підприємствах України. Технологію вилучення скандію з ільменітів запроваджено в металургійну промисловість. Скандієві рудні тіла Жовторічанського родовища локалізовані в ореолах натрієвого метасоматозу, з яким генетично пов'язане уранове зрудення. Загальна потужність тектонометасоматичних зон сягає десятків метрів, протяжність перевищує 1 км. За обсягами запасів скандію родовище є унікальним. Скандієві руди полімінеральні й містять у промислових кількостях Sc, V, Zr, TR, P і U.

У відходах Запорізького титаномagnetієвого комбінату міститься понад 40 г/т скандію, який можна вилучати водним відмиванням з дальшою екстракцією. Під час перероблення бокситів на Миколаївському глиноземному заводі щороку серед відходів утворюється приблизно 1,4 млн т червоних шлаків, що містять у середньому 50 г/т скандію. Мінерально-сировинні ресурси скандію в надрах України є одними з найбільших у світі, а наявні гірничодобувні й переробні потужності надають змогу повністю забезпечити вітчизняні потреби в скандії й постачати його на експорт.

На території України *стронцій* (отриманий із celestину) уперше виявлено в Передкарпатському крайовому прогині в рудах Подорожницького родовища сірки у Львівській області. Запаси сірчанних руд родовища повністю відпрацьовано в 1985 р.,

стронцію із сірчанних руд не вилучали. Держбалансом запаси стронцію обліковуються за Новопоплавським апатит-рідкіснометалевим родовищем. Стронцій є супутнім компонентом і міститься як ізоморфні домішки в апатитових рудах і комплексних рідкіснометалевих концентратах. Родовище повністю підготовлене до експлуатації. У разі його відпрацювання запаси стронцію, як і інших супровідних елементів, належать до видобувних. Станом на 1.01.2018 р. запаси стронцію (SrO) становлять 950 тис. т.

У геологічних комплексах України встановлено кілька сотень об'єктів концентрації рідкісноземельних елементів (від родовищ до рудопоявів), які наразі вивчено різною мірою. Велика їхня частина локалізована на УЩ і в суміжних з ним структурах. У межах Приазовського блока УЩ розвинені різноманітні лужні й сублужні магматичні породи з рідкіснометалевою спеціалізацією. До найважливіших і найліпше вивчених належить Азовське цирконій-рідкісноземельне промислове родовище. Рудоносним є сієнітовий масив площею приблизно 20 км. Рудні тіла містять $TR_2O_3 = 0,02\text{--}9,92\%$, у середньому $0,088\text{--}1,822\%$, разом із $ZrO = 0,02\text{--}27,12\%$ вміщують елементи церієвої групи $0,017\text{--}8,299\%$ та ітрієвої – $0,003\text{--}1,628\%$. Великі ресурси зосереджені в корі вивітрювання. У технологічному плані можливе отримання бритолітового, цирконового й польовошпатового концентратів. У цьому районі рідкісноземельні концентрації ще пов'язані з жильними карбонат-флюоритовими проявами – Петрово-Гнутівським, Піщевикським та ін. Мало вивчені рідкісноземельні рудопояви в масивах лужних гранітів Приазов'я, а також прибережно-морські, елювіальні й алювіальні розсипи монациту. У Приазов'ї в пухких відкладах виявлено прояви кулариту (Eu-монацита) з умістом особливо дефіцитних самарію, європію, гадолінію. Руди фосфорно-рідкіснометалевого Новопоплавського в карбонатитах і комплексного рідкіснометалевого Мазурівського родовищ також можуть стати джерелом супутнього постачання рідкісноземельних елементів. Район загалом має унікальні запаси й великі перспективні та прогностичні ресурси рідкісноземельних елементів, однак тут різко переважають концентрації церієвих елементів над ітрієвими, хоча в низці об'єктів, зокрема в пегматитах родовища Крута Балка, вони є.

На північному заході УЩ розміщується Ястребецьке флюорит-рідкісноземельне родовище, локалізоване в сієнітовому масиві підвищеної лужності. У його південно-західній частині залягає ізометричне рудне тіло діаметром 500 м з украленнями й гніздами циркону, тантало-ніобатів, ітрофлюориту тощо. Загальний уміст рідкісноземельних елементів сягає 0,3 %. Співвідношення ітрію до церію 0,5:0,7. У цьому районі встановлені й інші рідкіснометалеві й рідкісноземельні рудопояви в грейзенізованих породах з умістом рідкісноземельних елементів на рівні 1,5 %.

Руди кольорових металів. Україна має чималі запаси кольорових металів та в майбутньому може стати провідним постачальником цієї сировини на світовий ринок (рис. 3). За кількістю покладів деяких зі згаданих металів Україна посідає перше місце у світі, геологічні поклади інших потребують дальшого вивчення і залучення інвестицій.

Україна має найбільші в Європі запаси й ресурси титану. Зокрема, з різним рівнем деталізації розвідано 26 родовищ титанових руд і ще 48 родовищ мають лише попередню оцінку позабалансових запасів і ресурсів титану. Державним балансом запасів корисних копалин враховано 15 родовищ титану (з них 4 розробляють), які розміщуються в межах

Рис. 3. Карта родовищ і проявів руд кольорових металів України [2]

Київської, Дніпропетровської, Харківської і Донецької областей. Родовища титанових руд представлені корінними, залишковими й розсипними типами. Основною мінеральною базою титану є ільменітові й комплексні рутил-циркон-ільменітові розсипи кайнозой. Корінні руди пов'язані з інтрузивними олівінових габроїдів. Невеликі дайки або штоки приурочені до зон глибинних розломів. Уміст ільменіту в них досягає 25 %, апатиту – 12 %.

Залишкові родовища просторово й генетично пов'язані з рами вивітрювання основних порід. Потужність рудного шару досягає 25–30 м, уміст ільменіту 150–200 кг/м³. Крім ільменіту, наявний апатит. Серед розсипів ільменіту вирізняються алювіальні (Іршанське родовище та ін.) і прибережно-морські (Малишівське родовище). Алювіальні розсипи мають протяжність до кількох кілометрів. Продуктивний шар (потужністю до 10 м) містить до 300 кг/м³ ільменіту. Для прибережно-морських розсипів характерні шаруваті або лінзуваті рудні поклади, потужність яких сягає кількох метрів, а протяжність — кількох десятків кілометрів. Продуктивний шар складений кварцовими пісками. Крім лейкоксенованого ільменіту, наявні рутил і циркон.

Наприкінці XX ст. встановлені й оцінені великі обсяги перспективних ресурсів титану, сума яких щодо запасів промислових руд України становить 215 %. Уміст ільменіту в них досягає 25 %, апатиту – 12 %. В Україні розміщується найбільше в Європі Стремигородське корінне родовище, яке є комплексним і містить 131 млн т ільменіту. За оцінками світових експертів, українські поклади ільменіту за розміром займають десяте місце у світі (1 % від світових запасів), а рутилу – п'яте (6 % від світових запасів). Водночас Україна входить до семи найбільших виробників ільменіту й рутилу у світі. Титанова сировина переважно “бідна” й “убога” за вмістом, з високою

мінливістю багатокомпонентного мінерального складу. Україна виробляє ільменітові й рутилові концентрати, двоокис титану, титанову губку, металевий титан і вироби з нього. Виробничі, трудові та екологічні ресурси в Україні, потрібні для титанової промисловості, дотепер цілком конкурентні.

Прояви *стибію* на території України тісно пов'язані з родовищами ртуті Донбасу (Микитівське рудне поле), проте вміст стибію в рудах низький (0,4–1 %), технології добування не розроблено, що не давало змоги вилучати стибію навіть як супутній елемент разом зі ртуттю, родовище якої внаслідок виснаження запасів багатих руд 1995 року припинили експлуатувати. Але відомо, що 3 т руди Микитівського родовища містило 2 т стибію, який потрапляв разом з недогарками виробництва ртуті у відвали, які натеper поки що не вивчено.

На території України балансові запаси *кобальту* обліковуються за одинадцятьма комплексними силікатно-нікелевими родовищами, що його вміщують, і становлять 9,85 тис. т, позабалансові запаси – ще 8 тис. т. З 2001 по 2011 рр. ТОВ “Побузький феронікелевий комбінат” розробляв ділянки “Західна” та “Шкільна” Липовеньківського родовища. Кобальт із сирови руди вилучався разом з нікелем у вигляді феронікелю. Проте з феронікелю не вилучався і за наявної технології весь втрачався – розсіювався у виплавленій сталі, сплавах, а також залишався у техногенних відходах.

На початку 90-х років проведено пошуково-оцінювальні роботи на сульфідний нікель у межах Прутівського сульфідно-мідно-нікелевого рудопрояву, що розміщується в Житомирській області. На кобальт під час попередніх економічних розрахунків доцільності розробки родовища не зважали, оскільки на той час не було ефективної технології його вилучення з колективного (сульфідно-нікелевого) концентрату.

На території України промислових родовищ *вольфраму* не виявлено, немає також промислових концентрацій вольфраму і в рудах родовищ інших корисних копалин як супутнього компонента. Водночас перспективи є, оскільки під час проведення пошукових робіт в об'ємуванні Липнязького гранітного купола на території поширення рудоносних порід площею 10 км² підрховано прогнозні ресурси вольфраму. На Новостанкуватському рудопрояві вольфраму прогнозні ресурси за кат. Р₃ становлять майже 90 тис. т (вміст WO₃ – 0,177 %), на Лутківському – 2 тис. т (вміст WO₃ – 0,217 %), на Скарновому – 4 тис. т (вміст WO₃ – 0,185 %). Мінералогічним аналізом встановлений шееліт.

У межах Кічків-Новоселівського рудного поля за геохімічними даними виявлений Вербовий рудопрояв вольфраму,

що містить три продуктивні зони з рудними тілами вольфраму по бортовому вмісту WO_3 – 0,15 %. Потужність вольфрамових рудних тіл коливається від 1 до 14 м. Глибина залягання рудних тіл становить від 61 до 113 м. Середньозважений вміст триоксиду вольфраму на Вербовому рудопрояві становить 0,245 %, максимальний вміст – 1,2359 %. Мінеральної форми вольфраму не встановлено. На південний захід від с. Червоне Криворізького району Дніпропетровської області простежено й оконтурено зону молибденового зруденіння, у межах якої чітко спостерігається вольфрамова мінералізація в шеелітах. Вміст WO_3 дуже нерівномірний, від часток % до 0,7 %. Супутні компоненти, як-от мідь, вісмут, вольфрам, вилучаються в колективний концентрат.

Метали платинової групи (МПП). Планомірних геологорозвідувальних робіт на платинове зруденіння в межах України майже не проводили. На території України поки не виявлено родовищ і перспективних рудопроявів платини і платиноїдів. Крім того, наразі немає надійної аналітичної бази визначення вмісту металів платинової групи. На підставі спорадичних лабораторних аналізів і дослідження геологічних ознак поширення родовищ цих металів у світі до перспективних геологічних об'єктів на виявлення МПП в Україні належать такі: 1) мафіт-ультрамафітові комплекси в докембрії УЩ; 2) альпінотипні гіпербазити Карпат; 3) рифейські трапові формації Волині з проявами самородної міді; 4) ультрамафітові й залізорудні формації Кривбасу; 5) калішпатові рідкіснометалеві-рідкісноземельні метасоматити центральної і північно-західної частини УЩ; 6) березит-лиственітові золотоносні метасоматити в зеленокам'яних структурах Середнього Придніпров'я; 7) рудоносні скарни Середнього Побужжя; 8) вугленосні, червоноколірні відклади й метасоматити Донбасу; 9) кори вивітрювання над базит-ультрабазитовими масивами УЩ; 10) платинодоносні розсипи.

Підвищені концентрації металів платинової групи, зокрема від 0,5 до 2,8–4,9 г/т платини, виявлені в Прутівському, Железняківському і Кам'янському масивах. Для дунітів і аподунітових серпентинітів Північнотернуватського маси-

ву встановлений максимальний вміст платини (до 0,3 г/т) і паладію (до 0,18 г/т). У мафіт-ультрамафітових комплексах Середньопридніпровського мегаблока фіксується високий вміст Os (до 4 г/т), Ir (0,1–0,45 г/т), Ru (0,5–1,0 г/т), Rh (0,13–0,25 г/т). Дослідження Сурського, Чортомлицького й Білозірського районів, де поширені березити, що вміщують золото й молибден, виявили переважну кількість паладію (концентрація від 0,01 до 1,0 г/т). На Бобриківському родовищі в окремих пробах підтверджений вміст паладію до 2 г/т, однак наявності платиноїдів у рудах систематично не вивчали.

Неметалеві корисні копалини. Це найпоширеніша група корисних копалин на території України.

Природний графіт – за кількістю графітових родовищ та виявленими запасами Україна посідає одне з провідних місць у світі. Родовища кристалічного графіту створюють Українську графітоносну провінцію, до якої входять чотири графітоносні регіони. Всього на території провінції виявлено приблизно 100 родовищ і проявів графіту. В Україні станом на 1 січня 2018 р. обліковано шість родовищ графіту, розробляється з них одне (рис. 4). Балансові запаси графіту становлять 17 356,6 тис. т. Глибина залягання графітових руд від поверхні – 10–80 м. Графітумісні породи створюють шаруваті й лінзуваті тіла завтовшки від перших метрів до 300 м. Довжина рудних тіл коливається від 500 до 1500 м, іноді досягає 3,5–5 км. Графіт лускатий, вміст його в рудах від 2,5 до 12–20 %, іноді – 30 %.

Графіт в Україні добувають з 1931 р. на Заваллівському графітовому комбінаті (Кіровоградська обл.). В останні роки потужності комбінату, що перевищують 40 тис. т графіту на рік, використовуються на 15–25 %. До складу комбінату входять кар'єри з видобутку руди (графіт у руді груболускуватий з розміром лусок 2–4 мм, розподілений досить рівномірно), збагачувальна фабрика, цехи хімічного збагачення графіту, колоїдно-графітних препаратів, мастильно-охолоджувальних рідин та ін. Після подрібнення та флотаційного збагачення концентрат графіту містить приблизно 85–92 % вуглецю, а після хімічного збагачення – 99,0–99,9 %. Наразі тривають

роботи із залучення до експлуатації Балахівського родовища (Кіровоградська область), яке було попередньо розвідане в 1992 р., і Буртинського родовища (Городнявська ділянка) у Хмельницькій області, що детально розвідане у 2004 р.

На території України поклади *баритових руд* відомі в Карпатській міжгірській западині та в зоні зчленування Донецької складчастої споруди з УЩ. У Карпатській міжгірській западині баритові руди трапляються в межах Березівського рудного району. У 1964 р. розвідано комплексне Біганське родовище сульфідно-баритових руд у Май-

Рис. 4. Карта родовищ природного графіту на території України [2]

ський рудний зоні. Методом гравітації з баритових руд отримано концентрат з умістом бариту 92–98 %. Видобуток баритових руд до позначки +110 м можливий за допомогою штолень, для розроблення нижніх горизонтів треба споруджувати шахту. Можливий супутній видобуток алуніту, свинцево-цинкових руд із золотом і сріблом. На верхніх горизонтах та поблизу Березівського золото-поліметалевого родовища розвинена баритова мінералізація. Виявлені кварц-баритові жили з умістом BaSO_4 від 17,8 до 60 % (Кухля, Мужієво). Є прояви в інших регіонах.

Згідно з Державним балансом запасів корисних копалин України балансові запаси баритових руд за категоріями В+С₁ становлять 2522 тис. т і за категорією С₂ – 415 тис. т, що затверджені ДКЗ СРСР. Середній уміст сульфату барію – 38 %.

На території України відомо приблизно 60 проявів *бору*, виявлених у межах північно-західної частини Донецької складчастої споруди, Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), Передкарпатського прогину, Причорноморської западини та Інгуло-Кубанського прогину. На північно-західній околиці Донбасу (Бахмутська котловина) прояви бору пов'язані з гіпсо-доломітовими й соленосними покладами пермського віку. У ДДЗ боропрояви пов'язані з відкладами кам'яної солі та мінеральними джерелами, де вміст B_2O_3 незначний і переважно коливається від слідів до 0,3 %. У межах Передкарпатського прогину бор наявний у соленосних покладах, у природних розсолах і мінеральних джерелах та водах нафтових родовищ, пов'язаних з цими покладами. У Причорноморській западині боропрояви пов'язані з донними відкладами й ропою озер і лиманів узбережжя Чорного й Азовського морів. Зазвичай уміст B_2O_3 непромисловий. У межах Інгуло-Кубанського крайового прогину боропрояви приурочені до грязьових сопок Керченського півострова. На Керченському півострові виявлені перспективні на пошуки бору ділянки у водах озер і сопоквих брекчіях, як-от Булганацька, Тарханкутська, Приозерна, Михайлівська, Малобабицька, Єнакіївська, Джорджівська, Солдатсько-Слобідська, Сент-Елійська та інші. Вміст B_2O_3 в породах на окремих сопках – від 0,26 до 30 %. Запаси підраховано

наприкінці 50-х років ХХ сторіччя лише на Булганацькому (B_2O_3 – 53,7 тис. т за кат. В+С₁) і Тарханкутському (B_2O_3 – 8,7 тис. т за кат. В) родовищах. Із сопкової гряди й донних відкладів солоних озер вилучення бору не перевищує 60 %. Через складність технологічного перероблення сировини запаси класифіковано як позабалансові й не затверджено.

Плавииковий шпат (флюорит). В Україні поклади плавиикового шпату відомі в зоні зчленування УЩ з ДДЗ (Покрово-Кирейівське родовище, Докучаївський, Каракубський, Новотроїцький прояви), на Поділлі (Бахтинське родовище, Новоселківський, Сказинецький, Посухівський, Перекоринський, Ізраїльський, Могилів-Подільський, Мільківський прояви), у Сущано-Пержанській зоні (прояв Центральний), у Кіровоградській зоні (Бобринецький, Компаніївський, Первозванівський прояви) і на Приазов'ї (Константинопольський прояв) (рис. 5).

Згідно з Державним балансом запасів корисних копалин України сумарні запаси плавиикового шпату (CaF_2) загалом по Україні станом на 1.01.2018 року становлять 4076 тис. т, але власного видобутку флюориту поки не започатковано. Використання плавиикового шпату в Україні не перевищує 60 тис. т на рік, з них 25 тис. т використовує металургійна промисловість, потреби України у флюориті задовольняються завдяки імпорту.

На УЩ в східній частині Приазовського блока розвідане Покрово-Кирейівське родовище. Зруденіння зосереджене серед вапняків турнейського ярусу раннього карбону, ускладнених системою розломів субмеридіонального простягання. На глибинах 120–180 м розкриті три поклади флюоритових руд завдовжки до 250 м і потужністю від 4,4 до 70 м, у середньому – 40 м. Уміст CaF_2 у них коливається від 38 до 71 % і в середньому становить 63,9 %. Корінні руди представлені двома підтипами: карбонат-флюоритовим (уміст CaF_2 у середньому 65 %) і карбонат-польовошпат-флюоритовим (середній уміст CaF_2 – 45 %). Текстури руд масивні, смугасті, брекчієподібні, прожилкові. Плавииковий шпат дрібнокристалічний з індивідами до 1 мм, фіолетовий, зрідка – блідо-зелений. Характерна тісна асоціація з кальцитом. Руди вміщують також карбонати, польові шпати (альбіт, калішпат), кварц, серицит, хлорит, каолінит,

кіновар, пірит, галеніт та ін. За сортом вирізняють руди: багаті карбонатно-флюоритові, що не потребують збагачення (CaF_2 – 73–83 %); рядові карбонатно-флюоритові (CaF_2 – 38–71 %) і карбонат-польовошпат-флюоритові (CaF_2 – 54,3 %). Родовище належить до середньотемпературного гідротермально-метасоматичного типу. Запаси родовища становлять майже 1400 тис. т, проте обводненість родовища й дуже складні гірничотехнічні умови унеможливають видобуток.

Бахтинське родовище приурочене до однойменної палеодепресії західного схилу УЩ, яка складена плат-

Рис. 5. Карта родовищ плавиикового шпату на території України [2]

формними відкладами рифею і мезокайнозою. Флюоритове зруденіння пов'язане з товщею пісковиків і представлене субгоризонтальними покладами серпуватої та ізометричної форми завдовжки 4–9,4 км і завширшки 1–3,5 км, що залягають на глибині від 21,3 до 118,5 м. Поклади складаються з 20 рудних тіл середньою потужністю 0,75–1,45 м, розміщених кулісоподібно. Руди належать до флюорит-карбонатного типу, вирізняють шарово-вкраплені й прожилкові різновиди. Основні мінерали – флюорит і кальцит. Текстури руд переважно рівномірно вкраплені. Руди бідні, комплексні, без шкідливих домішок, уміст флюориту – від 11,1 до 40,8 % (у середньому – 17,1–20,6 %). Промислове значення мають флюорит, польовий шпат і кварц, з яких можна отримувати високоякісний флюоритовий, керамічний польовошпатовий, кварц-польовошпатовий і кварцовий концентрати. Запаси CaF_2 становлять 2520,8 тис. т і додатково наявні перспективні ресурси руди категорії P_1 – 10,8 млн т.

На північному заході території УЩ рідкіснометалево-флюоритова мінералізація (прояв Центральний) приурочена до грейзенізованих кварц-слюдистих сланців, мігматитів і сієнітів Суцано-Пержанської зони та представлена тілами шаруватої і лінзуватої форм, потужністю від перших сантиметрів до 25 м. Основні мінерали – флюорит, циркон, циртолїт, бастнезит, паризит, монацит, ксенотим. Флюорит утворює гнізда й прожилки у кварц-польовошпатовій масі, його вміст змінюється від перших відсотків до 53,8 % (середній – 28 %). Зазвичай він уміщує приблизно 0,5 % ітрію та рідкісних земель. Ресурси ітрію-флюоритових руд за категорією P_2 становлять 4 млн т.

Державним балансом запасів корисних копалин України обліковується п'ять родовищ та чотири об'єкти *фосфоритових* руд, представлених зернистими фосфоритами, фосфорит-глауконітовими пісками, жовновими фосфоритами та фосфоритумісними залізними рудами (рис. 6).

Сумарні балансові запаси P_2O_5 станом на 1.01.2018 року становлять 15 млн т. Наприкінці 90-х років XX століття розпочато промислове освоєння Карпівського родовища на Південному Донбасі й Милітинського – на Волино-Поділлі. У 2010 році прирощено запаси P_2O_5 завдяки двом новим родовищам – В'язова-

тий Яр (Харківська обл.) і Ратнівське (Волинська обл.). Загальні прогнозні ресурси всіх типів родовищ фосфоритів становлять від 2 до 4 млрд т. Отже, Україна має досить потужну сировинну базу фосфатумісної сировини. У промисловій експлуатації перебуває три родовища. Загальна кількість балансових запасів P_2O_5 цих родовищ станом на 1.01.2018 року становить 324 тис. т. Фосфорити залягають серед шаруватих відкладів мергелів, аргілітів, глауконіт-кварцових пісків, зрідка – пісковиків і вапняків у вигляді дрібних конкрецій, жовен, гальки. Потужність продуктивних покладів коливається від 0,5 до 10–15 м, інколи – до 25 м, уміст P_2O_5 у руді коливається від 4,0 до 26,0 %.

Сировинна база *фосфору* в Україні на сьогодні представлена п'ятьма об'єктами обліку ільменіт-апатитових руд – Кропивнянським, Стремигородським, Торчинським, Федорівським, (Житомирська обл.) і Носачівським (Черкаська обл.), на яких апатит можна добувати як супутню корисну копалину; одним родовищем апатит-рідкіснометальновмісних руд – Новополтавським (Запорізька обл.) і Давидківським родовищем (Житомирська обл.) апатит-ільменітових руд, де апатит досліджено як основну корисну копалину. Усі родовища комплексні, під час розроблення яких передбачається вилучення всіх корисних компонентів. Сумарні балансові запаси P_2O_5 у цих родовищах станом на 1.01.2018 року становлять 96,2 млн т. Переважна кількість запасів апатиту майже повністю зосереджена на двох родовищах – Стремигородському й Новополтавському.

Кремний металевий – в Україні використовуються кварцити, пісковики кварцитоподібні та пісок кварцовий для виробництва вогнетривів, феросплавів і кристалічного кремнію. Державним балансом запасів корисних копалин України станом на 1.01.2018 р. враховано дев'ять родовищ, з них п'ять родовищ кварциту, два – пісковиків кварцитоподібного, два – піску кварцового. Балансові запаси цієї сировини в Україні становлять майже 170 млн т. Розробляють нині чотири родовища. Вміст у кварцитах Товкачівського родовища SiO_2 – 97,28 %, Fe_2O_3 – 0,57 %, Al_2O_3 – 1,3 %. Пісок Красногорівського родовища містить SiO_2 – 96 %, Fe_2O_3 – 0,3 %. Пісковик Баницького родовища – SiO_2 – 99,3 %, Fe_2O_3 – 0,7 %. Продукцію з 1968 р. постачали на Дні-

провський алюмінієвий завод як сировину для виробництва кристалічного кремнію.

Висновки. Критично важлива сировина має величезне значення для вирішення сучасних суспільних викликів і задоволення потреб, як-от перехід до низьковуглецевого виробництва енергії для зменшення кліматичних змін, поновних джерел енергії та екологічної економіки, чистої мобільності й поліпшеного зв'язку. Загальні запаси цієї сировини у первинних родовищах на планеті кількісно обмежені й нерівномірно розподілені, тож потребують чималих зусиль для розвідки та інвестицій в їхню експлуатацію.

Рис. 6. Карта родовищ фосфоритових руд на території України [2]

Більшість розвинених країн світу вже розробила план дій, який зважає на поточні й майбутні виклики та пропонує заходи щодо зменшення їхньої залежності від третіх країн, диверсифікації постачання як з первинних, так і вторинних джерел, а також підвищення ефективності використання ресурсів і кругообігу з одночасним сприянням відповідальному постачанню в усьому світі.

Мінерально-сировинна база України здатна задовольнити не лише потреби національної промисловості, а й сприяти розвитку її експортного потенціалу. Сьогодні важливим є нарощення видобутку так званих критичних матеріалів і створення потужностей для їхнього збагачення і первинного перероблення, адже очікується стрімке зростання попиту на світовому ринку. Також важливо на державному рівні сформувати й узаконити національну стратегію користування надрами та розробити методологію виокремлення критичної мінеральної сировини, ґрунтуючись на найліпших світових практиках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грінченко О. В., Курило М. В., Михайлов В. А. та ін. *Металічні корисні копалини України*. Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 218 с.
2. Мінеральні ресурси України. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://minerals-ua.info/mapviewer/metali.php>
3. Bartekova E., Kemp R. Critical raw material strategies in different world regions//MERIT Working Papers 2016–005. – United Nations University – Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), 2016. Режим доступу: <https://www.merit.unu.edu/publications/working-papers/abstract/?id=5933>
4. European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020). Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/344124852_Study_on_the_EU's_list_of_Critical_Raw_Materials_2020_Final_Report
5. Haumann S. Towards a Historical Understanding of Critical Raw Materials: Suggestions from a History of Technology Perspective Ecological Perspectives on Science and Society 27(4):373-378. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/8298/1/Haumann%20-%20Towards%20a%20Historical%20Understanding%20of%20Critical%20Raw%20Materials%20%282018%29.pdf>
6. The methodology to identify CRMs. Critical raw materials. Official website of the European Union. Електронний ресурс. Режим доступу: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en
7. https://www.nfuel.gov.ua/news_482/

REFERENCES

1. Hrinchenko O. V., Kurylo M. V., Mykhailov V. A. et al. *Metallic minerals of Ukraine: Textbook*. – Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr “Kyivskiy universytet”, 2006. – 218 p. (In Ukrainian).
2. Mineral resources of Ukraine. Electronic resource. Access mode: <http://minerals-ua.info/mapviewer/metali.php> (In Ukrainian).
3. Bartekova E., Kemp R. Critical raw material strategies in different world regions//MERIT Working Papers 2016–005. – United Nations University – Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), 2016. Access mode: <https://www.merit.unu.edu/publications/working-papers/abstract/?id=5933>
4. European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020). Electronic resource. Access mode: https://www.researchgate.net/publication/344124852_Study_on_the_EU's_list_of_Critical_Raw_Materials_2020_Final_Report
5. Haumann S. Towards a Historical Understanding of Critical Raw Materials: Suggestions from a History of Technology Perspective Ecological Perspectives on Science and Society 27(4):373-378. Electronic resource. Access mode: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/8298/1/Haumann%20-%20Towards%20a%20Historical%20Understanding%20of%20Critical%20Raw%20Materials%20%282018%29.pdf>
6. The methodology to identify CRMs. Critical raw materials. Official website of the European Union. Electronic resource. Access mode: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en
7. https://www.nfuel.gov.ua/news_482/

Рукопис отримано 3.06.2021.

УКРПОШТА
ГОЛОВНА ПОШТА КРАЇНИ

КАТАЛОГ ВИДАнь УКРАЇНИ

ПРЕСА ПОШТОЮ

Шановні читачі!
Державне підприємство з розповсюдження періодичних видань “Преса” повідомляє, що триває передплата на періодичні видання України на 2021 рік.

Передплату можна оформити за Каталогом видань України “Преса поштою”:

- на сайті ДП “Преса” www.presa.ua;
- на сайті АТ “Укрпошта” www.ukrposhta.ua;
- у поштових відділках;
- в операційних залах поштамтів;
- у пунктах приймання передплати.

Журнал
МІНЕРАЛЬНІ
РЕСУРСИ УКРАЇНИ
www.presa.ua

ШАНОВНІ НАУКОВЦІ З ГЕОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ!

Запрошуємо вас до співпраці!
Пропонуємо сторінки нашого видання для висвітлення ваших наукових досліджень.

У 2020 році журнал укотре підтвердив свій **високий науковий рівень**, пройшовши перереєстрацію наукових фахових видань України на підставі рішення атестаційної комісії МОН.

Йому надано категорію “Б” з геологічної (17.03.2020 р.) і технічної (17.03.2020 р.) галузей науки за спеціальностями:

- 103** – науки про Землю,
- 184** – гірництво,
- 185** – нафтогазова інженерія та технології.

Редколегія журналу
“Мінеральні ресурси України”