

# ПОРІВНЯЛЬНА ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВА ОЦІНКА ГРАФІТОВИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ

**ЛИЖАЧЕНКО Н.** Аспірант кафедри геології родовищ корисних копалин геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

В статье представлена геолого-экономическая характеристика сырьевой базы графита в Украине на основании главных геолого-промышленных показателей месторождений: мощность рудных тел и пород перекрытия, количество запасов, содержание графита.

По состоянию на 1 января 2011 года в Украине балансом учтены 6 месторождений графита. На современном этапе разрабатываются руды Завальевского месторождения в Кировоградской области с разведанными запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> 62526 тыс. тонн. На месторождении выделено пять основных участков: Юго-восточный, Промежуточный, Хутор Андреевка, Южная полоса и Правобережный. В 1992 г. завершена детальная разведка участка Заречный. Его запасы составили 18,95 млн т руды (1,052 млн т графита).

Мариупольское месторождение, расположенное на северной окраине г. Мариуполь, состоит из шести рудных тел, три из которых имеют промышленное значение. Графитсодержащие породы представлены биотит-хлоритовыми, биотит-амфиболовыми, гранат-биотитовыми и биотит-пироксеновыми гнейсами, которые переслаиваются с амфиболитами, кварцитами, карбонатными породами и прорваны сублужными гранитоидами и сиенитами южнокальчикского комплекса. Длина рудоносной зоны – 950 м, ширина – до 250 м, среднее содержание графита – 3,9%. Общие запасы по категории А+В+С<sub>1</sub> – 3440 тыс. т руды, (135 тыс. т графита).

К полосе графитовых гнейсов темрюкской свиты центральноприазовской серии, которая прослеживается на 25 км на западе Берестовской синклинали, приурочено Троицкое месторождение графита. В геологическом строении месторождения принимают участие амфиболовые, биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы и кальцифиры, содержащие пласты амфиболовых гнейсов с графитом. При среднем содержании 4,5% запасы графита составляют 163 тыс. т, запасы руды – по категории А+В+С<sub>1</sub> – 2027 тыс. т.

Петровское и Балаховское месторождения расположены в Петровском районе Кировоградской области. Первое представлено полосой графитсодержащих пород шириной 200–250 м, длиной 1200–1300 м, вытянутой в северо-восточном направлении. В состав метаморфической графитоносной толщи входят графитовые сланцы мощностью от 110 до 200 м и биотит-графитизированные гнейсы. Ниже лежат кристаллические известняки и кварциты. Запасы руды по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 7165 тыс. т (515 тыс. т графита).

Балаховское месторождение геоструктурно приурочено к северной части Западно-Ингулецкой зоны разломов. Рудовмещающей является толща верхней подсвиты родионовской свиты ингуло-ингулецкой серии нижнего протерозоя. Углерод-карбонат-терригенные образования амфиболитовой фации верхней подсвиты характеризуются также наличием на контактах мраморов и кальцифиров с гранитами кировоградского комплекса зональных магнезиальных скарнов, что несут редкометаллическое и полиметаллическое оруденения. Запасы на месторождении составили 23 936 тыс. т руды (1302 тыс. т графита).

Буртыньское месторождение графитовых руд находится на северо-западе Украинского щита, в 20 км северо-восточнее г. Шепетовка Хмельницкой области. Протяженность месторождения с юго-востока на северо-запад – 21,0 км при мощности рудного тела от первых десятков до первых сотен метров. В геоструктурном плане приурочено к юго-западной части Волынского мегаблока Украинского щита в пределах северо-восточного крыла Буртыньской антиклинальной структуры северо-западного простирания. Запасы графитовой руды по месторождению составили 113390,9 тыс. т (6584 тыс. т графита).

Открытые геологоразведочными работами последних лет Балаховское и Буртыньское месторождения взяты на баланс относительно недавно (в 1994 и 2004 году соответственно) и имеют более качественные геолого-промышленные показатели, чем месторождения, принятые на баланс ранее. Сравнительная характеристика этих объектов является основной целью работы.

*The article presents geological and economic characteristics of the raw materials base of graphite in Ukraine. Analysis was carried out on the basis of the main geological-industrial indicators of the fields.*

*As of January 1, 2011 industrial importance in Ukraine made up 6 deposits of graphite. In recent times ores of Zavallya deposit of Kirovograd region are industrially developed. The explored reserves of the categories A+B+C<sub>1</sub> make up 62526 thousand tons.*

*There are five major areas in the field: South-East, Intermediate, village Andreevka, South Strip and the Right Bank. Detailed exploration of the area Zarichna was completed in 1992. The reserves were 18,95 million tons of ore (1,052 million tons of graphite).*

*The Mariupol field located on the Northern outskirts of Mariupol and is represented by six ore bodies, three out of which have industrial value. Graphite contains the following species: biotite-chlorite, biotite-amphibole, garnet-biotite and biotite-piroxen gneisses, interspersed with amphibolite, quartzite, carbonate rocks and are broken with alkaline granite and syenites of Kalchyt'skyj complex. The length of the ore-bearing area is 950 m; the width is about 250 m; the average grade of graphite – 3,9%. General reserves of category A+B+C<sub>1</sub> – 3440 thousand tons of ore (135 thousand tons of graphite).*

*Troyitsk field refers to the Western part of the Berestivka syncline. The geological structure of the field consists of amphibole, biotite, garnet-biotite gneiss, containing layers of amphibole gneiss with graphite. The average content of 4.5%, the total reserves of graphite are 163 thousand tons, the reserves in categories A+B+C<sub>1</sub> – 2027 thousand tons of ore.*

*Petrivske and Balakhivka deposits are located in the Petrivske district, Kirovograd region. The first one is represented by a strip of graphite 1200-1300 m in length, and 200-250 m wide, which lies in the north-east direction. The metamorphic graphite thickness includes graphite slate, with the capacity from 110 up to 200 m, and biotite-graphite gneiss. Bedding rocks are crystalline limestones, quartzite. Ore reserves are estimated according to categories A+B+C<sub>1</sub> – 7165 thousand tons (515 thousand tons of graphite).*

*Balakhivka deposit belongs to the Northern part of the West-Ingulec fault zone according to its geo-structure. Ore reserves on the field were estimated as 23936 thousand tons (1302 thousand tons of graphite).*

*Burtynske deposit of graphite ores is located in the North-West of the Ukrainian shield, 20 km North-East from the town of Shepetivka, Khmelnytsky region. The length of the field from the South East to the North-West is about 21.0 km. The capacity of the ore body is varies from tens to hundreds of meters. In geo-structure plan it belongs to the South-Western part of Volynsky mega block of the Ukrainian shield, in the North-Eastern wing of Burtynska anticlinal structures of the North-Western course. Reserves of graphite ores of Burtynske field are about 113390,9 thousand tons (6584 thousand tons of graphite).*

*Balakhivka and Burtynske deposits were introduced to the balance relatively not long ago (1994 and 2004, accordingly). They are open by geologo-prospecting works for the last years and have the highest geological-industrial indicators compared to the deposits, which are included to the balance sheet previously. The main goal of the work is to introduce comparative characteristics of these objects.*

**Ключові слова:** графіт, графітові родовища, якість, запаси.

**Ключевые слова:** графит, графитовые месторождения, качество, запасы.

**Keywords:** graphite, graphite deposit, quality, reserves.

### Огляд попередніх досліджень

За запасами, видобутком руди та виробництвом кристалічного графіту Україна є однією з перших серед країн СНД. Літературні дані щодо наявності графіту на території України вперше з'явилися у другій половині XIX століття (Конткевич С.Н., 1881; Романовський Г.Д., 1889; П'ятницький П.П., 1898). Графітоносність Українського щита досліджували Н.І. Безбородько та Є.П. Петровський. У 30–40-х роках минулого століття значний вклад у вивчення графіту України зробив І.В. Дубина. Масштабну роботу з геолого-економічної оцінки графітоносності Українського щита провів М.Ф. Таранюк (1981).

### Постановка проблеми та мета роботи

Родовища та прояви графіту, яких налічується близько сотні, утворюють на території України чотири

графітоносні райони і входять до єдиної Української графітоносної провінції. Геологічно графітова мінералізація приурочена до метаморфічних та магматичних утворень Українського щита: верхньоархейських товщ бузької, західно- та центральноприазовської серій, тетерівської, інгуло-інгулецької та криворізької серій нижнього протерозою.

Станом на 1 січня 2011 року в Україні балансом враховані 6 родовищ графіту, які входять до Державного фонду родовищ корисних копалин.

Всього на території України, окрім балансових родовищ, налічується також близько 100 рудопроявів та 400 точок підвищеної графітової мінералізації. Більшість цих об'єктів пройшли лише попередню оцінку або віднесені до прогнозних ресурсів і вивчені недовідно. Тією чи іншою мірою розвідані лише деякі враховані балансом рудопрояви (їх запаси віднесено

до категорій А, В, С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>), які раніше вважались родовищами, але, в результаті дорозвідки більш перспективних об'єктів, втратили першочергову промислову значимість (Водянське, Бабенківське, Старокримське).

На сьогоднішній день виробництво кристалічного графіту в Україні зменшується. Цей факт вимагає визначення нових перспективних об'єктів видобутку, причому з сировиною відповідної якості. Нові родовища графіту, розвідані за останні десятиліття, можуть скласти значну конкуренцію раніше розвіданим об'єктам і служити базою для створення нових промислових осередків графітовидобутку в Україні.

Дана робота має на меті подати огляд основних родовищ графіту в Україні, зробити їх порівняльну геолого-промислову оцінку та визначити найбільш перспективні для освоєння об'єкти.

### Геолого-економічна характеристика найбільших графітових родовищ України

Видобуток графіту в Україні, з огляду на різні, переважно економічні причини, має досить непостійний характер (рис. 1)

На сучасному етапі промислового освоєння піддаються руди Завалівського родовища (Кіровоградська обл.), розвідані запаси яких за категоріями А+В+С<sub>1</sub> та С<sub>2</sub> становлять відповідно 62 526 тис. і 14 613 тис. тонн.

Родовище розташоване біля р. Південний Буг на території Гайворонського району Кіровоградської області і, частково, Савранського району Одеської області. Геологічно приурочене до великої синклінальної складки, що простягається в північно-західному напрямі з нахилом осі на південний захід. Ядро складки

виповнене кристалічними вапняками, крила складені численними різновидами гнейсів. Корисні копалини представлені витриманими по простяганню графіт-біотитовими і графіт-гранат-біотитовими гнейсами, що переходять з одних в інші як по простяганню, так і по падінню порід, і разом з безрудними породами утворюють круто падаючі тіла. За даними О.Є. Іванціва [4], на родовищі можна виділити кілька мінеральних відмін: роговообманково-біотитову, біотит-хлоритову, хлорит-серицитову, хлорит-талькову, кальцитизовану хлоритову, каолінову. До промислових руд найчастіше відносяться каолінові та хлоритові відміни, що являють собою кору вивітрювання гнейсів. Останні в результаті привносу екзогенними водами карбонатів кальцію часто кальцитизовані у верхніх горизонтах родовища. Графітові руди характеризуються високими технологічними показниками. Витяг з руди становить 97%, вміст вуглецю в концентраті – 93%. Дослідження генезису корисної копалини та вмшуючих порід показали, що родовище формувалось у прибережній зоні і має первинно-осадове походження, а графіт переважно органігенний [3].

На родовищі виділено п'ять основних ділянок: Південно-східна, Проміжна, Хутір Андріївка, Південна смуга і Правобережна. Родовище відкрито 1921 р., неодноразово розвідувалось, починаючи з 1928 р. Остання розвідка і переоцінка запасів виконана у 1971–1982 рр. Розробляється з 1930 р. відкритим і підземним способами, а з 1982 р. – тільки відкритим і лише на Південно-східній ділянці.

В районі Завалівського родовища (до 30 км від комбінату) виявлено низку перспективних рудопроявів графіту. Вони сконцентровані переважно на ро-

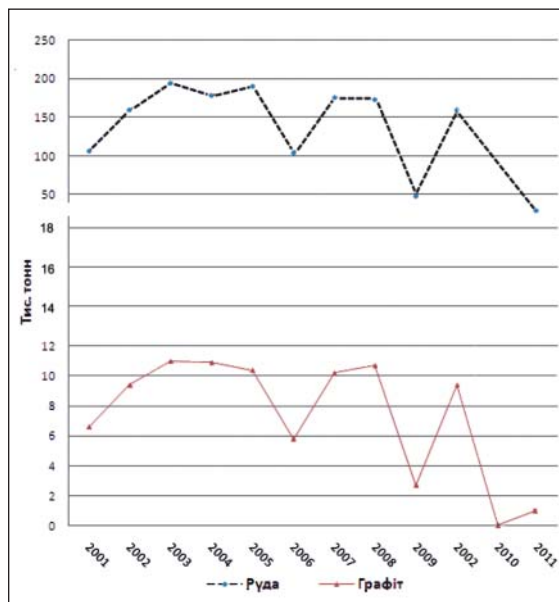


Рис. 1. Динаміка видобутку сировини за 2001–2011 роки

дючих орних землях і характеризуються значною потужністю розкритих порід. Як показали дослідження, продуктивні тіла ділянок є утвореннями кошаро-олександрівської світи і мають незначні прогностичні ресурси, характеризуючись при цьому складними гідрогеологічними умовами. Виняток становлять рудопрояви так званої Південної смуги.

Зарічна ділянка Завалівського родовища станом на 2011 рік перебуває на балансі Державного фонду родовищ корисних копалин і має промислове значення.

Ділянка розташована на правому березі р. Південний Буг на території Савранського району Одеської області. Стратиграфічно приурочена до хашчевато-завалівської світи, в будові якої беруть участь гнейси, скарноїди, кварцити і кальцифіри. Вуглецьвміщуючою є товща різних за мінеральним складом гнейсів: біотитових амфіболових, піроксенових, гранатових із середньою потужністю близько 250 м.

За геологічною будовою, рівнем вивченості та промисловим характером корисної копалини в складі Зарічної ділянки виділено два поклади: Північний та Південний. Ресурси останнього визначались за категорією  $P_1$ . Північний поклад характеризується запасами категорії  $C_1$  та  $C_2$ . Довжина рудного тіла – 550 м, потужність – 80–100 м. По падінню поклад простежений до глибини 250–404 м.

Запаси вивчені на глибину понад 200 м і оцінюються в кількості 18,95 млн т руди (1,052 млн т графіту).

Петрівське родовище територіально приурочене до Кіровоградської області і займає південну ділянку однойменного графітоносного району. Родовище представлене смугою графітоносних порід шириною 200–250 м, довжиною 1200–1300 м, витягнутою у північно-східному напрямі. До складу метаморфічної графітоносної товщі входять графітові сланці потужністю від 110 до 200 м та біотитові графітизовані гнейси. Підстилаючими породами є кристалічні вапняки та кварцити.

З північного заходу поширення графітизованих сланців обмежене сірими біотитовими гранітами, а на південному сході – залягаючими стратиграфічно вище біотитовими графітизованими гнейсами. Останні на південному сході поступово переходять у біотитові неграфітизовані гнейси (контакт встановлений на основі вмісту графіту).

Метаморфічні графітоносні породи січуться пегматитовими та кварцовими жилами, що генетично пов'язані з інтрузіями сірих біотитових та порфіроподібних рожевих гранітів.

Над метаморфічними породами безпосередньо залягають четвертинні відклади, представлені щільним суглинком жовтуватого кольору потужністю 0,2–20 м.

Оскільки єдиного ДСТУ на графітові руди не існує, вимоги до них скорочуються до встановлення нижньої межі вмісту графітового вуглецю для кожного родовища окремо. Для Петрівського родовища промисловими вважаються руди з вмістом у них графітового вуглецю не нижче 3%. Згідно з технічним

завданням руди родовища придатні для отримання графіту методом флотації та застосування його в тигельній, елементній та ливарній промисловості.

Графітові руди Петрівського родовища переважно дрібнолускаті і поділяються на наступні типи:

1. Графітові сланці каолінізовані, перетворені в графіт-каолінові породи, які на поверхні кальцитизовані, в окремих ділянках окварцовані та окременілі.

2. Гнейси біотитові графітизовані, переважно каолінізовані.

3. Щільні графітові сланці.

Найбільшого поширення набули вивітрілі графітові сланці, перетворені в графіт-каолінові породи темно-сірого кольору з синюватим відтінком. При висиханні ці руди набувають світло-сірого кольору і легко розпадаються. Міцність руди за шкалою Протодьяконова – 2.

Під мікроскопом сланці складені густо розсіяними лусочками графіту, нерівномірно розташованими серед каоліну та кварцу. В невеликій кількості присутній нонтроніт. На поверхні руди кальцитизовані у вигляді відкладення карбонатів по площинах сланцюватості або як суцільний цемент (в такому випадку виділяють кальцитизовані руди). Підвищений вміст кальциту спостерігається майже по всій площі поширення руд. Переважна потужність їх – до 2–4 м, рідко – 5–12 м.

Маріупольське родовище розташоване на північних околицях м. Маріуполь і представлене шістьма рудними тілами, три з яких мають промислове значення. Графітоносні породи – біотит-хлоритові, біотит-амфіболові, гранат-біотитові і біотит-піроксенові гнейси, що перемешуються з амфіболітами, кварцитами, карбонатними породами і прорвані сублужними гранітоїдами та сієнітами південнокальчицького комплексу. Довжина рудоносної зони 950 м, ширина – до 250 м, середній вміст графіту – 3,9%. Загальні запаси по категорії  $A+B+C_1$  – 3440 тис. т руди, (135 тис. т графіту).

До смуги графітових гнейсів темрюцької світи центральноприазовської серії, яка простежується на 25 км на заході Берестівської синклінали, приурочене Троїцьке родовище графіту. В геологічній будові родовища беруть участь амфіболові, біотитові, гранат-біотитові гнейси та кальцифіри, що вміщують пласти амфіболових гнейсів з графітом. При середньому вмісті 4,5% запаси графіту складають 163 тис. т, запаси руди по категорії  $A+B+C_1$  – 2027 тис. т.

На родовищі виділено дві ділянки: північну – Берестовську та південну – Троїцьку.

Балахівське графітове родовище розташоване в Петрівському районі Кіровоградської області. Геоструктурно приурочене до північної частини Західно-Інгулецької зони розломів, Західно-Інгулецької структурно-фаціальній зони між Кіровоградським та Придніпровським блоками УЩ. Пластоподібні поклади графітових руд повторюють у плані простягання вміщуючих порід. Рудовміщуючою є товща верхньої підсвіти родіонівської світи інгуло-інгулецької серії нижнього протерозою.

У геологічній будові родовища беруть участь кристалічні породи верхньої та нижньої підсвіти родіонівської світи. Вуглець-карбонат теригенні утворення амфіболітової фації верхньої підсвіти характеризуються також наявністю на контактах мармурів і кальцифірів з гранітами кіровоградського комплексу зональних магнезійних скарнів, що несуть рідкіснометалева та поліметалічне зруденіння. За своїм первісним генезисом світа є типовою асоціацією осадових порід, утворених у мілководному басейні за умов гумідного клімату. Наявність графітвміщуючих гнейсів ще більше підтверджує їх первинно-осадове походження.

Графітова руда Балахівського родовища представлена переважно вивітрілими графіт-біотитовими гнейсами, що відповідають каолініт-хлорит-гідрослюди́стий та каоліновій зонам вивітрювання. Останні мають площий характер і розповсюджені до глибини 200 м, нижче кількість вторинних мінералів зменшується, проте на якість руд це не впливає.

Природний та технологічний тип руд Балахівського родовища аналогічний пухкому типу завалівських руд.

За мінерально-петрографічними та структурно-текстурними особливостями руда утворена кількома породними відмінами. До 20% графіту містять графіт-біотитові, іноді з силіманітом, хлоритом, серицитом, гнейси. Вуглецева мінералізація структурно проявляється в міжзерновому просторі, в зростках з біотитом, у вигляді агрегатів. До складу породи входять також кварц та польові шпати.

Лускатий і пілоподібний графіт, а також шунгіт, присутні в міжзерновому просторі та зернах у катаклавованих породах (мікробрекчіях). У складі мінерального наповнення породи знайдено також польові шпати, кварц, гідрослюди, хлорит, серицит, біотит.

Ще один різновид графітової руди – кварцово-глинисті породи. Корисний компонент знаходиться в глинистому або кварцовому цементі, рідше – в міжзерновому просторі. Супутні мінерали: польові шпати, біотит, каолін, кварц, парагоніт і т.д.

За хімічним складом руди Балахівського родовища збагачені кремнеземом, шкідливі домішки не перевищують допустимих меж.

Структурні характеристики графіту Балахівського родовища (високий ступінь кристалічної структури, близь-

кість графітових прошарків) дають змогу встановити марку графіту і, відповідно, найефективніші напрями його використання. Після хімічного збагачення флотоконцентрату можна отримувати всі марки малозольних графітів. Обсяг запасів родовища дозволяє проектувати гірничодобувне та переробне підприємства (таблиця 1).

Хвости флотації та породи розкриття можуть використовуватись у будівельній промисловості.

Буртинське родовище графітових руд знаходиться на північному заході Українського щита, за 20 км на північний схід від м. Шепетівка Хмельницької області. Протяжність родовища з південного сходу на північний захід – близько 21,0 км при потужності рудного покладу по поверхні від перших десятків до перших сотень метрів. У геоструктурному плані родовище приурочене до південно-західної частини Волинського мегаблоку Українського щита в межах північно-східного крила Буртинської антикліналі північно-західного простягання.

Північно-східне та східне обрамлення родовища складене переважно інтенсивно дислокованими породами тетерівської серії. Вони представлені полями гнейсів і, меншою мірою, мігматитами, аплітопегматоїдними гранітами житомирського ультраметаморфічного комплексу. В північній та східній частині родовища у вигляді окремих ізометричних тіл зустрічаються діорити шепетівського комплексу. Розміри окремих тіл діоритів у поперечнику – від сотень метрів і до перших кілометрів.

Товща тетерівської серії залягає у вигляді витягнутих у північно-західному напрямі тіл, що мають досить круте падіння (50–80°) і представлені наступними різновидами порід:

- кристалосланці амфібол-біотитові;
- гнейси біотитові (набули значного розвитку, приурочені в основному до висячого і лежачого боку рудного покладу, рудовміщуючі породи);
- гнейси графіт-біотитові – основні вуглецьвмісні утворення родовища – зустрічаються всюди. Потужність гнейсів змінюється від декількох метрів (ділянка Майданська) до 300–400 м (ділянка Городнявська). У зоні вивітрювання гнейсів спостерігаються продукти руйнування польових шпатів і темноколірних мінералів: каолініт, серицит, хлорит, монтморилоніт.

**Таблиця 1. Загальні запаси графітової руди Балахівського родовища\* (за даними Постолюк Р.І., 2001 р.)**

Категорія запасів	Запаси, тис. т	Середньозважений вміст			
		С граф.	С карб.	С заг.	Вологість
B	4326	6,70	0,22	6,91	1,48
C <sub>1</sub>	19610	5,17	0,15	5,32	1,23
B+C <sub>1</sub>	23936	5,44	0,16	5,60	1,28
C <sub>2</sub>	18469	4,44	0,15	4,59	1,12
B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	42405	5,01	0,16	5,17	1,21

\*запаси подані за результатами детальної розвідки

У складі графітоносних гнейсів досить поширений парагенезис таких мінералів, як плагіоклаз, кварц, біотит, сульфіді і графіт; нерідко зустрічаються мусковіт, калієвий польовий шпат. За генезисом вуглець-вміщуючі гнейси є первинно-осадовими, а сам графіт, за твердженням деяких авторів, біогенний. (Бувкович І.П., 1987).

Деякі мінеральні різновиди гнейсів розповсюджені на родовищі локально. Так, наприклад, гнейси гранат-біотитові та гнейси амфібол-біотитові зафіксовані лише на північно-західному фланзі корисної площі. У вигляді невеликих лінз і прошарків потужністю від перших десятків сантиметрів до 2,5 м на родовищі зустрічаються амфіболіти.

З метою визначення запасів і ресурсів графітових руд за категоріями  $C_2+P_1$  та якості сировини в межах Буртинського рудного поля були виконані пошуково-оціночні роботи (Козлов, 1988). За результатами цих досліджень, враховуючи такі параметри, як особливості геологічної будови, якість сировини, вміст графіту в рудах та гірничі умови, на родовищі виділили чотири перспективні ділянки: Городнявську, Майданську, Хмельівську і Лісову. Вміст графіту з глибиною практично не змінюється. Якщо до горизонту +150 м середній вміст графіту становить 5,79%, то від горизонту +150 до гори-

зонту +90 м він становить 5,52%. На більш глибоких горизонтах з'являється тенденція до підвищення вмісту графіту.

Запаси графітової руди по Буртинському родовищу були оцінені в 113390,9 тис. т. При подальшому техніко-економічному обґрунтуванні ділянки Хмельівська та Лісова визначені як низькоперспективні, оскільки характеризуються значною потужністю розкритих порід, малою потужністю окремих рудних тіл, обмеженою кількістю запасів графітових руд. Тому основні роботи на родовищі проводяться по ділянках Городнявська та Майданська (остання є продовженням першої і розділяється лише залізничними коліями), де сконцентровані найбагатші руди. Руди Буртинського графітового родовища близькі за хімічним складом до руд Завалля (таблиця 2). В рудах останнього спостерігається порівняно підвищений вміст сульфідної, окисного і закисного заліза, що пов'язано з наявністю більшої кількості сульфідних мінералів. Породоутворюючі мінерали руд на обох родовищах досить близькі. У той же час на Завалівському родовищі в значній кількості присутній гранат (20%), а також помітно вищий вміст сульфідів (2–7%) порівняно з Буртинським.

За фізично-механічними властивостями на Городнявській ділянці виділяються три основні типи руд:

**Таблиця 2. Порівняльна таблиця хімічного складу графітових руд Завалівського родовища і Городнявської ділянки Буртинського родовища (за даними О. Береговенко, 2004)**

Компоненти	Вміст компонентів, %%					
	Завалівське родовище			Буртинське родовище		
	пухка руда	напівпухка руда	щільна руда	пухка руда	напівпухка руда	щільна руда
1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	63,81	56,55	59,24	62,47	64,12	63,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,44	14,58	11,03	14,10	13,83	13,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,98	0,91	6,53	2,72	1,79	2,16
FeO	–	11,20	–	1,23	1,57	1,45
TiO <sub>2</sub>	0,60	0,97	0,37	0,54	0,52	0,46
MnO	0,10	0,35	0,14	0,05	0,05	0,05
CaO	0,39	1,56	3,30	1,09	1,31	0,96
MgO	2,09	5,20	4,21	1,06	1,28	1,26
K <sub>2</sub> O	2,83	2,07	2,18	2,51	2,94	3,06
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,37	1,08	1,76	2,33	2,59
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,23	0,13	0,32	0,11	0,13
S <sub>сульф.</sub>	2,81	2,60	3,92	0,65	1,34	1,48
SO <sub>3 розч.</sub>	–	–	–	0,23	0,32	0,24
п.п.п.	8,46	5,81	7,98	11,07	8,56	9,04
Σ	100,30	100,09	100,11	99,80	100,07	99,82
H <sub>2</sub> O	0,62	0,54	0,67	0,68	0,57	0,25

пухкі руди (каолін-жорств'яниста кора вивітрювання), напівпухкі (зона дезінтеграції з частковою каолінізацією) і щільні руди (скельні породи).

Руди придатні для виготовлення таких товарних марок графіту, як графіт тигельний (ГТ) – 1–5%; графіт ливарний (ГЛ) – 59–72%; графіт елементний (ГЕ) – 19–40%.

**Порівняльна характеристика родовищ**

Графітові родовища порівнювались за наступними показниками: середній вміст графіту, група складності родовища, потужності рудних тіл та порід розкриття, ступінь геологічної вивченості, величина запасів тощо (таблиця 3). Дані показники в багатьох випадках визначають перспективність родовища для промислової розробки. Так, наприклад, важливою умовою для освоєння родовища є характер порід розкриття, адже в багатьох випадках економічно привабливішим є родовище, де породи розкриття також викликають про-

мисловий інтерес і можуть розроблятися супутньо (Завалівське, Балахівське, Буртинське).

Вказані родовища мають досить різні геолого-промислові параметри. Враховуючи ці дані, а також обсяг запасів графіту категорії А+В+С<sub>1</sub> по основних родовищах України, можна провести їх порівняння (рис. 2).

**Висновки**

Таким чином, із вищевикладеного випливає, що в Україні наявні значні запаси природного графіту досить високої якості. Використовуючи ці запаси, можна виробляти високоякісний графіт усіх марок. Більшість українських родовищ містять пластоподібні поклади, що прориваються ін'єкціями гранітів та пегматитів з нерівномірним розподілом корисного компонента. Для переважної більшості об'єктів характерна наявність трьох типів руд: пухких, напівпухких та щільних, що вказує на наявність зон вивітрювання

**Таблиця 3. Основні геолого-промислові параметри графітових родовищ України**

Родовище	Група складності геологічної будови	Потужність рудного тіла, м (макс.)	Вміст графіту (середній)	Потужність порід перекриття	Промислове значення та характер порід перекриття
Троїцьке	2	300	8,04	7	Розміщено в санітарно-охоронній зоні Бердянського водосховища
Петрівське	3	50	7,18	20	Малопродуктивні землі
Маріупольське	2	250	3,92	35	Орні та малопродуктивні землі
Завалівське	2	80	6,2	45	Будівельний камінь, піски, глини (пром. зн.)
Балахівське	2	300	4,94	8	Піски та глини (пром. зн.)
Буртинське	2	49	5,85	36	Глини (пром. зн.)

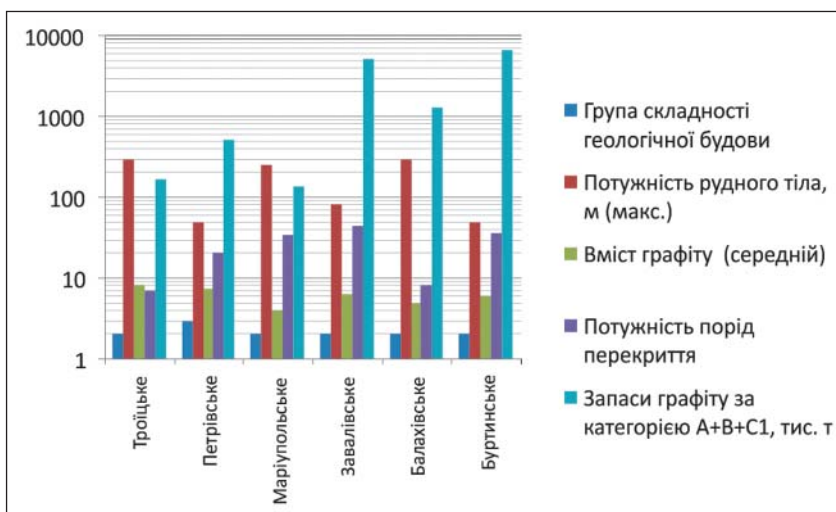


Рис. 2. Ранжування родовищ за основними геолого-промисловими параметрами (використана логарифмічна шкала)

порід та впливає на спосіб флотації руд. Згідно з побудованою гістограмою (рис. 2) виділяються:

1. За гірничо-геологічними умовами сприятливі для розробки Балахівське та Троїцьке родовища, які мають значні потужності рудного покладу та невеликі товщі порід перекриття. Значною потужністю продуктивної товщі характеризується Маріупольське родовище. За геологічною будовою родовища подібні, за винятком Петрівського, де рудні тіла, представлені лінзами та пластоподібними покладами, часто виклинюються і ускладнені ін'єкціями гранітів інгулецького комплексу. Розподіл корисного компонента майже по всіх родовищах нерівномірний.

2. Порівняно високим середнім вмістом графіту характеризуються Троїцьке, Петрівське та Завалівське родовища.

3. За величиною запасів графіту найперспективнішими можна вважати Балахівське, Буртинське та Завалівське родовища. Порооди перекриття на цих об'єктах також мають промислове значення і можуть розроблятися супутньо.

Отже, як показує даний аналіз, нещодавно розвідані Балахівське і Буртинське графітові родовища значно перспективніші від раніше розвіданих Тро-

їцького, Петрівського, Маріупольського родовищ, а за основними геолого-промисловими показниками відповідають вже освоєному Завалівському родовищу. Завдяки високим якісним характеристикам та значним запасам руд Балахівське та Буртинське родовища можуть слугувати окремими сировинними базами нових гірничодобувних та переробних підприємств. Черговість та ефективність розробки цих об'єктів визначається в подальшому згідно їх техніко-економічних обґрунтувань.

1. Вульчин Є.І. Високометаморфізовані вуглисті утворення і графіти України. – К.: Наукова думка, 1967. – С. 108–113.

2. Державний баланс запасів України. – К., 2011.

3. Загнітко В.М., Лугова І.П. Ізотопна геохімія карбонатних та залізо-кремнистих порід Українського щита. – К.: Наукова думка, 1989.

4. Іванців О.Є. Геологія та генезис графітових родовищ України. – К., 1972. – С. 74–78.

5. Минеральное сырьё. Графит. Справочник. – М., 1997.

6. Рудько Г., Курило М., Радованов С. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. – К.: Адеф-Україна, 2011. – С. 88–93.

7. Яценко В.Г. Геологія, мінералогія і генезис графіта Українського щита. – К.: Логос, 2008. – С. 16–19.