

Для доведення теорем використовуємо техніку, застосовану нами у випадку інших середніх, продемонстровану в наших публікаціях, скажімо, [2], [3], пов'язану з результатами типу Заманського. Ця техніка базована на двох основних положеннях: принцип порівняння лінійних середніх рядів Фур'є, запропонованому Р.М. Тригубом (див., наприклад, [4]) та обмеженості норм відповідних операторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zamansky, M. Classes de saturation de certain procedes d'approximation des series de Fourier des fonctions continues et applications a quelques problemes d'approximation, Ann. Scuola Norm. Sup.di Pisa, 66, 1949, 19-23.
2. Nosenko, Yuri L. Approximation of functions by generalized Riesz means, Bul. Stiin. Univ. Baia Mare, Ser. B, 15, 1-2, 1999, 131-138.
3. Nosenko, Yuri L. Approximation of functions by Riesz means of their Fourier series, Harmonic analysis and development of approx. methods, Kiev, Inst. Math. Acad. Sci. UkrSSR, 1989, 83-84.
4. Тригуб Р.М. Суммируемость и абсолютная сходимость рядов Фурье в целом, Метрич. Вопр. Теории функц. и отображ. Киев, Наук. Думка, вып. 2, 1971, 173-266.

ББК 65.9 (4 укр) 305.651

*Володимир БЛЕЦЬКИЙ,
доктор технічних наук, професор
Донецького національного університету*

ВУГІЛЛЯ У СУЧАСНОМУ СВІТІ І УКРАЇНІ

Викопне вугілля - тверда горюча копалина органічного походження, один з найбільш поширених видів корних копалин. Викопне вугілля поширене на всіх континентах, на шельфі морів і океанів, а іноді і в їх глибоководних частинах. Це переважно чорна, блискуча, тьмяно-блискуча, матова речовина, що характеризується різними відтінками кольору і блиску, різною текстурою (землистою, шаруватою, монолітною) та структурою (смугастою, штриховою, однорідною та ін.) та поверхнею зламу (зернистою, гладенькою, напівраковинною та ін.), різною тріщинністю з плитчатою, кутасто-грудкуватою та ін. відмінами; поодинокими включеннями вуглефікованих фрагментів різних частин рослин; прошарками осадових порід та мінеральних включень. Утворилося вугілля перева-

жно з рослинних решток, густина його 0,92...1,7, твердість 1...3. Виділяють гумоліти (вугілля кам'яне, вугілля буре та антрацити), сапропеліти й сапрогумоліти. Основні компоненти вугілля: органічна речовина, мінеральні домішки і волога. Маса органічної речовини становить 50-97% від загальної маси сухого вугілля. Хімічний склад органічної частини вугілля включає С, Н, О, S, N та ін. хімічні елементи. Переважає вуглець, на частку якого припадає 60-98% маси вугільної речовини. Найбільш поширені домішки - глинисті мінерали; вміст їх в середньому становить 60-80% від загальної маси неорганічного матеріалу. Підлегле значення мають карбонати, сульфіді заліза і кварц. У незначних кількостях містяться сульфіді кольорових і рідкісних металів, фосфати, сульфати, солі лужних металів. Волога вугілля в основному сорбційна, капілярна та порова, частково волога входить до складу органічної маси або міститься в кристалізаційних ґратках мінералів (пірогенетична волога). Масова частка сумарної вологи коливається від 60% в м'яких пухких до 16% в щільному бурому вугіллі, знижуючись до 6-10% в кам'яному вугіллі і антрацитах. Вища теплота згоряння сухого беззольного вугілля коливається в межах (МДж/кг): для бурих 25,5-32,6, для кам'яних 30,5-36,2 і для антрацитів 35,6-33,9. Нижча теплота згоряння в перерахунку на робоче паливо (МДж/кг): 6,1-18,8 для бурого вугілля, 22,0-22,5 для кам'яного вугілля і 20-26 для антрацитів.

Мета статті – прослідкувати роль і місце вугілля у сучасній економіці, означити можливі перспективи його використання.

На початок ХХІ ст. відомо понад 3000 вугільних родовищ і басейнів (найбільші басейни наведені в табл.1). Існують різні оцінки світових запасів вугілля - від 3,7 до 16 і більше трлн.т (1990). Воно складає близько 87,5% викопного палива Землі. Світові прогнозні ресурси вугілля до цього часу повністю не враховані, а оцінки їх суперечливі. Прогнозні ресурси вугілля в світі на початок 1998 р. складали біля 32.5 трлн. т, з них на суші - 24.5 трлн. т (в тому числі бурого вугілля - 8.44 трлн. т).

Найбільшими прогнозними ресурсами вугілля володіє Євразія - 14.4 трлн. т. В Північній і Південній Америці зосереджено 6.33 трлн. т, з них 4.76 трлн. т - бурого вугілля. Прогнозні ресурси Австралії і Океанії оцінюються в 1.51 трлн. т, Африки - 0.22 трлн.т. Істотні прогнозні ресурси вугілля відомі в Антарктиді, де вони, імовірно, перевищують 2 трлн. т тільки кам'яного вугілля. Прогнозні ресурси морів і океанів оцінюються приблизно в 8 трлн. т.

Світові достовірно підраховані запаси вугілля в надрах в дужках в тому числі антрациту і кам'яного за станом на кінець 1998 р. оцінювалися (в млн. т): всього 984211 (509491), в тому числі в країнах Північної Америки 256477 (116707), з них в США 246643 (111338), Канаді 8623 (4509), Мексиці 1211 (860); Латинській Америці 21574 (7839), з них в Бразилії 11950 (немає), Колумбії 6749 (6368), Венесуелі 479 (479); Європі 122032 (41664), з них в Болгарії 2711 (13), Чехії 6177 (2613), Франції 116 (95), Німеччині 67000 (24000), Греції 2874 (немає), Угорщині 4461 (596), Польщі 14309 (12113), Румунії 3611 (1), Іспанії 660 (200), Туреччині 1075 (449), Великобританії 1500 (1000); країнах колишнього СРСР 230178 (97476), з них в Казахстані 34000 (31000), РФ 157010 (49088), Україні 34356 (16388); в країнах Африки і Середнього Сходу 61605 (61355), з них в ПАР 55333 (55333), Зімбабве 734 (734), інших країнах Африки 5345 (5095), країнах Середнього Сходу 193 (193); Азії і тихоокеанського регіону 292345 (184450), з них в Австралії 90400 (47300), Китаї 114500 (62200), Індії 74733 (72733), Індонезії 5220 (770), Японії 785 (785), Новій Зеландії 571 (29), Північній Кореї 600 (300), Пакистані 2928 (немає), Південній Кореї 82 (82).

Загалом світові запаси кам'яного вугілля розподілені так: Північна Америка – 24,2%; Південна Америка – 1,0%; Європа (без пострадянських країн) – 15,2%; Країни колишнього СРСР – 23,4%; Африка і Близький Схід – 6%, Азія та Тихоокеанський регіон – 30,2%.

При сучасному рівні видобутку світові запаси вугілля достатні для розробки протягом 218 років, в тому числі в країнах колишнього СРСР 500, Африки і Середнього Сходу 266, Північної Америки 235, Латинської Америки більше за 500, Європи 158 і азійсько-тихоокеанського регіону 146 років.

Таблиця 1. Основні вугільні басейни світу

Вугільний басейн	Країна	Підтверджені запаси, млн. т	Тип вугілля*
Ордоський	Китай	100000	К
Іллінойський	США	99995	К
Аппалачський	США	93431	К
Кансько-Ачинський	Росія	80197	Б
Кузнецький	Росія	57632	К

Вітбанк	ПАР	51123	К
Паудер-Рівеи	США	50929	СБ
Ніжньорейнський	Німеччина	50000	Б
Донецький	Україна, Росія	48310	К
Альберта	Канада, США	46582	К,Б
Латроб-Валлі	Австралія	40500	Б
Нижнерейнсько-Вестфальський (Рурський)	Німеччина	36540	К
Форт-Юніон	США	31238	Б
Дамодарський"	Індія	31058	К
Боуен	Австралія	23678	К
Сідней	Австралія	22243	К
Йоркшир-Ноттінгемшир	Великобританія	15380	К
Техаський	США	13234	Б
Західний	США	10160	К
Південний Уельс	Великобританія	8000	К

Примітки:

* К - кам'яне, СБ - суббітумінозне, Б - буре

Найбільшими підтвердженими запасами вугілля всіх типів володіють США, Китай, Австралія, Німеччина, Росія, Канада, Великобританія і ПАР. Найбільші розвідані запаси кам'яного вугілля в Україні зосереджені в Донецькому кам'яновугільному басейні та у Львівсько-Волинському вугільному басейні. За кордоном - в Карагандинському, Південно-Якутському, Мінусинському, Буреїнському, Тунгуському, Ленському, Таймирському, Аппалачському, Пенсильванському, Нижньорейнсько-Вестфальському (Рурському), Верхньосілезькому, Остравсько-Карвінському, Шаньсі, Півд-Уельському басейнах.

США володіють найбільшими в світі підтвердженими запасами вугілля всіх типів, при цьому кам'яне (бітумінозне) вугілля і антрацити зосереджені у вугільних басейнах східної і центральної частини країни: Аппалачському (штати Пенсільванія, Огайо, Західна Вірджинія, Теннессі, Алабама, східна частина Кентуккі), Іллінойському (штати Іллінойс, західна частина Кентуккі, Індіана), Внутрішньому Західному (штати Айова, Міссурі, Оклахома, Канзас, Небраска) і Пенсильванському (західна частина штату Пенсільванія, антрацити). Басейни з бурим і суббітумінозним вугіллям розташовані в західній частині (штати Північна і Південна Дакота, Вайомінг, Монтана, Юта, Колорадо, Арізона, Нью-Мехіко), а також

на півдні країни (штати Техас, Арканзас, Міссісіпі, Луїзіана, Алабама). Запаси вугілля в США характеризуються в основному положим заляганням пластів (середня потужність - біля 1 м) на невеликій глибині, поширеністю на великих площах, стійкістю бічних порід, помірним вмістом води та газу, а також великою різноманітністю типів вугілля і загалом високою їх якістю.

Китай займає друге після США місце в світі за обсягом підтверджених запасів вугілля всіх типів. Біля 95% з них зосереджено в провінціях Шаньсі, Шеньсі, Хейлунцзян, Гуйчжоу, Хенань, Аньхой, Юньнань, Шаньдун, Хебей і в автономних районах Сінцзян-Уйгурському і Внутрішній Монголії. У межах великих вугільних басейнів є як родовища з пологими вугільними пластами, так і родовища більш складної будови, вугілля яких сильно метаморфізовані (провінція Шаньдун). Якість китайського вугілля поступається якості американського, хоч в Китаї є родовища з високосортним вугіллям, частково придатним для коксування (напр., Фушунське).

У Росії головні вугільні басейни - Кузнецький, Печорський, Південно-Якутський і російська частина Донецького.

Основним в ПАР є басейн Вітбанк, де вугільні пласти залягають відносно полого, на невеликій глибині (бл. 100 м), але вугілля характеризується значною зольністю, і лише незначна частина його придатна для коксування.

У Австралії найголовнішими вугільними басейнами Боуен і Сідней. У басейні Боуен (штат Квінсленд) вугільні пласти залягають в сприятливих гірничо-геологічних умовах, вугілля хорошої якості. У басейні Сідней (штат Новий Південний Уельс) вугільні пласти тектонічно порушені значно сильніше, а вугілля має підвищену зольність, але добре коксується.

У Німеччині основні вугільні басейни Нижнерейсько-Вестфальський або Рурський (кам'яне вугілля) і Нижнерейський (буре вугілля). У Рурськом басейні вугільні пласти мають в основному круте падіння, часто сильно тектонічно порушені, залягають на великій глибині, водо- і газонасичені.

Найважливішими вугільними басейнами Канади є Альберта (буре вугілля і лігніти) і ряд басейнів регіону Скелястих гір. Родовища Скелястих гір характеризуються звичайно пологим заляганням пластів, вугілля добре коксується.

В Україні поклади вугілля викопного зосереджені в Донецькому, Львівсько-Волинському та Дніпровському басейнах. За геологічними запасами викопного вугілля Україна посідає перше місце в Європі.

Загалом найбільш сприятливі для відробки запасів вугілля є в США, Австралії і ПАР, найбільш складні - в країнах Європи, зокрема в Україні.

Розвиток використання природних енергоносіїв у світовій економіці (рис. 1) показує постійне збільшення використання вугілля в останні 120 років. Разом з тим, у порівнянні з нафтою і природним газом темпи зростання видобутку та використання вугілля останні 50-80 років значно менші, що обумовлюється відносними складнощами його видобутку та переробки. Крім того, якщо викиди в атмосферу двооксиду вуглецю при спалюванні вугілля прийняти за 100%, то для мазуту вони складають 80%, газу – 55%, відповідно оксиду сірки – 100, 70 і 0%, оксиду азоту 100, 70 і 40%, тобто спалювання нафтопродуктів та газу значно більш екологічно чисте, ніж вугілля.

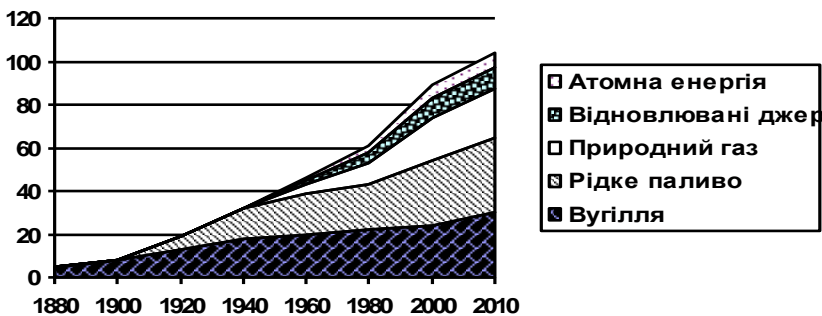


Рис. 1. Порівняльна оцінка застосування енергоносіїв у світовій економіці.

Видобуток вугілля по країнах світу в 1998 р. (в дужках в тому числі антрациту і кам'яного) склав (в млн. т): в Китаї 1235,50 (1185,50); США 1014,20 (934,20); Австралії 355,50 (289,70); Індії 323,00 (300,00); РФ 232,00 (149,00); ПАР 222,30 (222,30); Німеччині 207,50 (41,30); Польщі 180,00 (117,00); Україні 76,20 (74,20); Чехії 75,70 (24,90); Канаді 75,38 (63,59); Північній Кореї 75,00 (60,00); Казахстані 68,70 (65,70); Індонезії 61,20 (61,20); Греції 60,40 (немає); Сербії і Чорногорії 43,20 (0,10); Туреччині 42,30 (2,30); Великобританії 41,30 (41,30); Колумбії 34,00 (34,00); Румунії 33,00 (4,00); Болгарії 31,12 (0,10); Іспанії 26,10 (12,40); Таїланді 21,20

(4,70); Угорщині 14,50 (0,90); В'єтнамі 11,70 (11,70); Мексиці 10,00 (10,00); Венесуелі 6,80 (6,80); Македонії 6,50 (немає); Франції 6,10 (5,30); Бразилії 5,60 (5,60); Словенії 5,20 (немає); Монголії 5,20 (2,00); Зімбабве 5,05 (5,05); Південній Кореї 4,30 (4,30); Словаччині 4,00 (немає); Новій Зеландії 3,70 (3,50); Японії 3,60 (3,60); Пакистані 3,10 (3,10); Узбекистані 3,00 (немає); Боснії і Герцеговині 2,00 (немає); Ірані 1,81 (1,81); Австрії 1,00 (немає); Філіппінах 1,00 (1,00); Чилі 0,90 (0,90); Ботсвані 0,80 (0,80); Тайвані 0,50 (0,50); Киргизстані 0,50 (0,50); Свaziленді 0,41 (0,41); Марокко 0,40 (0,40); Малайзії 0,35 (0,35); Норвегії 0,33 (0,33); Аргентині 0,24 (0,24); Афганістані 0,23 (0,23); Єгипті 0,20 (0,20); Нігері 0,15 (0,15); Замбії 0,15 (0,15); Мозамбіку 0,14 (0,14); Танзанії 0,10 (0,10); Нігерії 0,09 (0,09); Італії 0,08 (немає); Перу 0,08 (0,08); Малаві 0,05 (0,05); Хорватії 0,05 (0,05); Албанії 0,03 (0,03); Бірмі 0,02 (0,02); Таджикистані 0,01 (0,01). Світове споживання вугілля в 1998 р. склало (в млн. т нафтового еквівалента): всього 2219,4 (за 1997 р. 2265,8), в тому числі в азіатсько-тихоокеанському регіоні 1015,5; Північній Америці 565,6; Європі 350,5; країнах колишнього СРСР 166,5; Африці 95,9; Південній і Центральній Америці 18,6; Середньому Сході 6,8.

У 2000 і 2001 році видобуток кам'яного вугілля складав (в млн.т.): в Китаї 1238 і 1171 (включно з 55 млн.т. бурого вугілля), США 916 і 899, Індії 291 і 310, Австралії 224 і 238, ПАР 223 і 225, РФ 152 і 169, Польщі 110 і 102, Індонезії (включаючи буре вугілля) 72 і 79, Україні 81,2 і 80,1, Північній Кореї 67,2 і 67,2, Казахстані 56,6 і 71,1, ФРН 43,8 і 37,4 Великобританії 37,1 і 32,0, Канаді (включно з бурим вугіллям 24,2 млн.т у 1999) 36,5 і 33,8, Колумбії 32,7 і 37,1, Чехії 14,3 і 14,85.

Головні світові експортери вугілля – Австралія, ПАР, США, Індонезія, Китай (див. рис. 2).

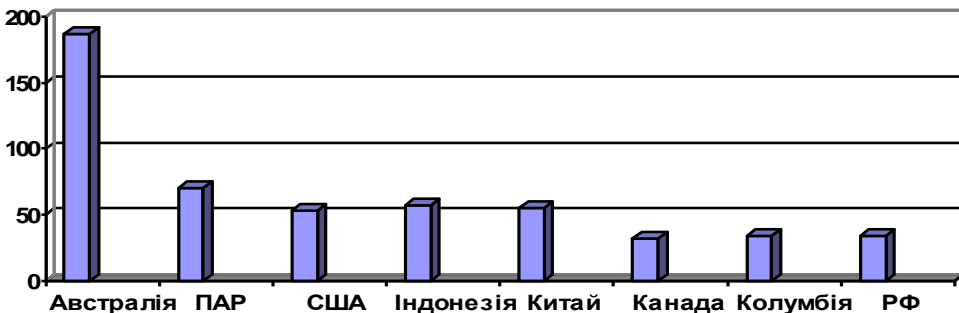


Рис. 2. Світові експортери кам'яного вугілля (за Локером, 2000, Лондон).

Основні напрями сучасного використання вугілля - енергетика, одержання металургійного коксу, хімічної сировини (понад 300 найменувань речовин), газифікація і інш. Перспективні напрями переробки вугілля - гідрогенізація і піроліз вугілля з метою отримання рідкого і газоподібного палива, а також продуктів для органічного синтезу, нових видів пластмас, вилучення сірки. Кам'яне вугілля використовується як технологічна, енерго-технологічна і енергетична сировина, при виробництві коксу і напівкоксу з отриманням великої к-сті хімічних продуктів (нафталін, феноли, пек тощо), на основі яких одержують добрива, пластмаси, синтетичні волокна, лаки, фарби і т.і. Один з найбільш перспективних напрямів використання кам'яного вугілля - зрідження (скраплення) - гідрогенізація вугілля з отриманням рідкого палива. При його переробці отримують також активне вугілля, штучний графіт і т.д.; в промислових масштабах вилучається ванадій, германій і сірка; розроблені методи отримання галію, молібдену, цинку, свинцю.

За прогнозними оцінками світова потреба вугілля у 2010 р. складе 4293 млн.т., при цьому на країни ЄС припаде 2057 млн.т., Західну Європу 406, Східну Європу 610, Північну Америку - 1040. Видобуток вугілля відповідно досягне 4300, 2013, 122, 607, 1285, імпорт 630, 352, 290, 36, 19, експорт 637, 308, 5, 33, 270 відповідно. Імпорт в Західну Європу виросте з 150 до 290 млн.т. На виробництво енергії в країнах ЄС витратиться 60% вугілля, у світі - 45%. Найбільшими вугледобувними країнами в цей період будуть: Австралія, Індія, Китай, Польща, ПАР, Росія, США, Україна. Вони бу-

дуть давати близько 85% кам'яного вугілля. Частка ЄС у видобутку вугілля зменшиться з 52% (1990) до 46% (2010).

Споживання вугілля у країнах ЄС в перспективі до 2020 р буде зменшуватися (табл. 2).

Таблиця 2. Прогноз споживання вугілля у порівнянні з іншими енергоносіями у країнах ЄС

Енергоносії	2000	2010	2020
Тверде паливо	247	216	200
Нафта	598	613	622
Газ	315	421	502
Ядерна енергія	218	197	146
Відновні джерела енергії	83	121	164

У відносних одиницях сьогодні потреби країн ЄС задовольняються на 41% за рахунок нафти, 22% - газу, 16% - кам'яного і бурого вугілля, торфу, по 6% - ядерної енергії та відновних джерел. У 2030 р ситуація по ЄС прогнозується такою: нафта – 41%; тверде паливо – 22%; відновні джерела – 16%. Імпорт вугілля в країни ЄС у 1995 та 2000 рр. відповідно складав 137 та 156 млн.т. Основні експортери вугілля в країни ЄС (2002) – ПАР, Колумбія, Польща, Австралія, РФ, Індонезія, США, Канада. За наявних тенденцій через 20-30 років потреби ЄС у вугіллі будуть покриватися за рахунок імпорту на 70%.

Процес реструктуризації, модернізації та раціоналізації вугільної промисловості в країнах ЄС розпочався ще у 1965 р, але більша частина вугілля, яке видобувається в ЄС неконкурентоспроможне щодо імпорту його з країн третього світу. Вартість видобування вугілля у 2000 р в країнах ЄС складала: ФРН та Іспанія – 130-140 євро/т; Франція – 170 євро/т (“Зелена книга” Єврокомісії, Додаток III).

Вугільна промисловість в Україні - базова галузь господарства, що здійснює розвідування й видобування кам'яного та бурого вугілля. Видобуток кам'яного вугілля розпочався в Україні у другій половині XVIII ст., але він набрав розмаху тільки у 1870-х роках. Його ріст видно з таблиці 3.

Таблиця 3. Динаміка видобування вугілля в Україні

Рік	1880	1890	1900	1910	1913	1920	1925	1929	1935
Вугілля, млн.т	1,3	2,9	10,7	16,3	23,5	4,1	18,2	30,5	59,7

Рік	1940	1945	1950	1955	1965	1990	1996	1999	2000
Вугілля, млн.т	83,3	30,1	76,4	116,3	200	164,8	75,4	81	80,3

На 1.01.1996 у вугільній промисловості працювало 740 тис. чол. Основний вугільний басейн України — Донецький. Значна частина вугілля залягає у Львівсько-Волинському кам'яновугільному та Дніпровському буровугільному басейнах. Освоюються нові вугільні райони — Західний Донбас (Дніпропетровська область) і Південний Донбас (між Донецьком і Маріуполем). Вугільна України постачає свою продукцію для потреб електроенергетики (майже 38 % від загального обсягу поставок), коксохімії (22 %), населення (11 %), комунально-побутових (3 %) та інш. споживачів (26 %). Галузь є складним виробничо-технічним комплексом, що складається з кількох підгалузей. У її складі діють близько 250 шахт і 6 розрізів, біля 60 збагачувальних фабрик, 3 шахтобудівні комбінати, 17 заводів вугільного машинобудування, 20 галузевих інститутів, гірничорятувальна служба, спеціалізовані об'єднання і виробництва з ремонту, налагодження й обслуговування гірничо-шахтного устаткування, розв'язання екологічних проблем, геологічної розвідки, залізничного та автомобільного транспорту, торгівлі, об'єкти соціальної сфери тощо. У вугільній промисловості практично повністю завершено механізацію виймання вугілля, доставку вугілля в очисних вибоях, відкатку вугілля, навантаження вугілля у залізничні вагони. Програма розвитку вугільної промисловості до 2005 р. як один з стратегічних напрямків передбачає реструктуризацію галузі з необхідністю закриття нерентабельних шахт. До 2005 р. до цієї категорії Мінвуглепромом потенційно віднесено близько 100 шахт, 30 з яких забезпечені запасами до 5 років.

Згідно програми “Українське вугілля”, Кабінету Міністрів України від 19.09.2001 р. у 2010 р. вуг. пром-сть буде представлена 159 шахтами і 3-а розрізами. Видобуток вугілля в 2010 р. сягне 110 млн.т., а у 2030 р планується 120-125 млн.т/рік. Головним вугледобувним бас. України є і залишиться Донбас. У Волинському бас. загальний видобуток вугілля в 2005 р. становитиме 10,7 млн.т.

ЛІТЕРАТУРА

1. Світовий видобуток і споживання вугілля. World coal: world coal production 1998 / Chadwick John // Mining Mag. - 1999. - 181, 3. - 3. 179, 181, 183. - Англ.

2. Світові запаси вугілля. World coal: world proven coal reserves at end 1998 / Chadwick John // Mining Mag. - 1999. - 181, 3. - 3. 177. - Англ.
3. Кицки Е. Роль каменного угля (мир, Європа, Польща)//Доповідь на Міжнар. конференції, Донбаський Гірничо-металургійний інститут, 10 жовтня 2002.
4. Гірничий енциклопедичний словник. Тт. I та II. Донецьк: Східний видавничий дім, - 2001-2002. – 514, 632 с.
5. Mineral Commodity Summaries: <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/>
6. <http://www.eurogeosurveys.org/>
7. <http://minerals.usgs.gov>
8. <http://www.mineral.ru>

ББК 24.124.3

Василь СУЯРКО

*доктор геолого-мінералогічних наук,
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України*

ГЕОХІМІЯ ГЕРМАНІЮ У ПРОЦЕСАХ ГІДРО- ТЕРМАЛЬНОГО РУДОУТВОРЕННЯ НА ДОНБАСІ

Ще В.М.Гольшмідт (1938) зазначав, що збагачення германієм геологічного середовища відбувається внаслідок двох різних факторів: накопичення елемента у вугіллі внаслідок адсорбції і відновлення та завдяки халькофільним властивостям германію [1]. Якщо перший з факторів пов'язаний з катагенетичними перетвореннями у осадовій товщі, то другий відбиває гідротермальну історію германію в земній корі.

У гідротермалітах Донецького прогину германій – звичайний аксесорний елемент. Він зустрічається у мінералах різних рудних полів – у сульфідах, карбонатах, кварці та ін. Германій концентрується як у рудних, так і у безрудних структурах. Слід зазначити, що високою (іноді до промислових значень) германієністю відрізняються різні марки вугілля Донбасу.

У одній з найбільших у регіоні гідротермальній системі, – Микитівського рудного поля, – підвищені концентрації цього елемента, що ізоморфно заміщує кремній у кварці, пов'язані з гіпоген-