

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Кафедра геології, розвідки та збагачення корисних копалин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни «Регіональна та екологічна мінералогія»

Для студентів спеціальності 103 Науки про Землю

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Регіональна та екологічна мінералогія" для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної форми навчання за спеціальністю 103 Науки про Землю / С.В. Сахно. – Покровськ : ДонНТУ, 2021 – 37 с.

У методичних вказівках розглянуто мінеральний склад родовищ і рудопроявів різних корисних копалин Донбасу і України. Наведені парагенетичні асоціації, типоморфні особливості і умови утворень цих мінералів. Також в методичних вказівках розглянуті питання екологічної мінералогії на прикладі техногенних мінералів палаючих відвалів Донбасу і наведені дані про нові види екологічно чистої мінеральної сировини.

Укладач: Сахно С.В., к.т.н. доц. каф. ГРЗКК

Відповідальний за випуск: зав. каф. ГРЗКК, д.г.н., доц. Альохін В.І.

Рецензент: декан гірничого факультету, к.т.н., доц. Мерзлікін А.В.

Розглянуто:
на засіданні кафедри «Геологія, розвідка та збагачення корисних копалин»
протокол № 1 від 30 січня 2021 р.

Затверджено на засіданні науково-методичної комісії ДонНТУ
з галузі знань 10 Природничі науки протокол № 2 від 30 січня 2021 р.

Затверджено на засіданні навчально-методичного відділу ДонНТУ
Протокол № ____ від _____ 2021 р.

ЗМІСТ

1. Практична робота 1. Вивчення мінерального складу сур'мяно-ртутних родовищ Донбасу	4
2. Практична робота 2. Вивчення мінеральних асоціацій родовищ Нагольного Кряжа	8
3. Практична робота 3. Вивчення родовищ і рудопроявів Бахмутської улоговини	12
4. Практична робота 4. Мінералогія родовищ і рудопроявів зони зчленування Донецького басейну і Приазовського блоку українського щита	15
5. Практична робота 5. Мінералогія родовищ і рудопроявів Приазов'я	18
6. Практична робота 6. Облицювальне каміння Донецької області	21
7. Практична робота 7. Техногенні мінерали шахтних териконів Донбасу	23
8. Практична робота 8. Вивчення умов утворення техногенних мінералів шахтних териконів Донбасу	27
9. Практична робота 9. Вивчення морфології і агрегатів техногенних мінералів шахтних териконів Донбасу	30
10. Практична робота 10. Нові нетрадиційні джерела мінеральної сировини Донбасу і України	32
Список використаної літератури	36

Практична робота 1

ВИВЧЕННЯ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ СУРМ'ЯНО-РТУТНИХ РОДОВИЩ ДОНБАСУ

Мета роботи: вивчення мінерального складу і парагенетичних асоціацій руд сурм'яно-ртутних родовищ Донбасу на прикладі Микитівського рудного поля.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис основних рудних, нерудних мінералів і мінералів зони гіпергенезу, характерних для родовищ даної групи. Привести приклади родовищ ртуті і сурми в Україні і світі.

Завдання: вивчити мінеральний склад руд Микитівського рудного поля, описати найбільш характерні мінерали родовища, привести типоморфні особливості і парагенетичні асоціації мінералів, привести приклади родовищ ртуті і сурми в Україні і світі.

Методика і послідовність роботи.

Сурм'яно-ртутні родовища, в яких одночасно присутні антимоніт і кінновар, розташовані, в основному, в межах Микитівського рудного поля. Поряд з ними є чисто ртутні і чисто сурм'яні родовища і рудопрояви. Ртутні родовища представлені Константиновським і Слов'янським рудопроявами і, так званою, Південної Донецької зоною. Чисто сурм'яне зруденіння представлене Веровською жилою.

Микитівське рудне поле розташоване в північно-західній частини Головної антикліналі Донбасу. В межах Микитівського рудного поля розташовані купола (з південного сходу на північний захід): Чегарнікський, Софійський, Катущка, Чорна Курганка, Чорнобугорський, Кировський, напівкупол Новий; до перших двох просторово приурочене Микитівське родовище, до Катущкінського - Новозаводський, до Чорної Курганки - Чорнокурганське.

В межах рудного поля розвинені розривні порушення - субширотні (поздовжні) крутопадаючі насуви з вертикальною амплітудою зміщення до 200 м (Микитівський розлом і «Січна», Артемівський і Південний) і діагональні, також наявні порушення типу насувів і вскидів.

Багаті ртутні руди на родовищах Микитівки зосереджені в потужних пластах пісковиків середнього карбону (світи C_2^2 і C_3^2). Пісковики, що вміщують зруденіння, сильно окварцьовані, місцями перетворені в кварцити характерного темно-сірого кольору з сизим відтінком. У порожнинах і кавернах багато прожилків кварцу і щіток гірського кришталю.

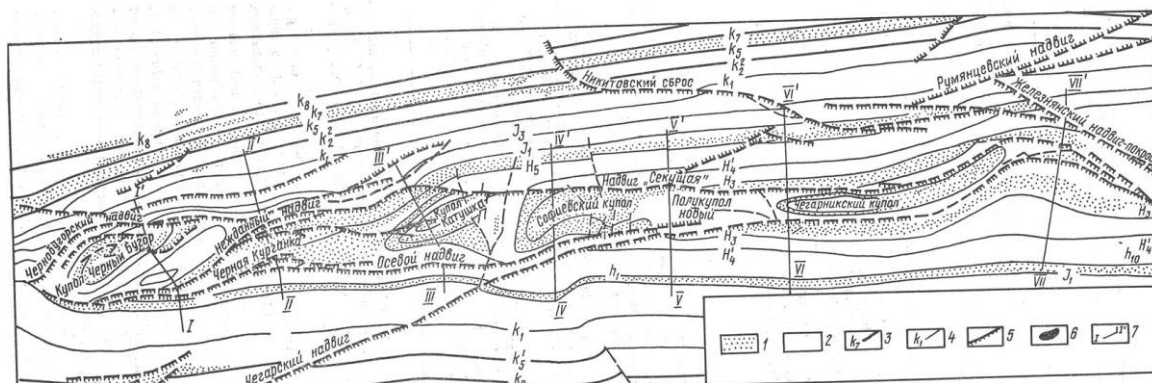


Рисунок 1.1. Микитівське рудне поле:

1 - пісковики; 2 - аргіліти; 3 - вугілля; 4 - вапняки; 5 - розривні порушення; 6 - рудні тіла; 7 - лінія розрізу.

Головними рудними мінералами тут є кіновар, антимоніт, арсенопірит, пірит, марказит; рідше зустрічаються халькопірит, вісмутин, галеніт, сфалерит, є рідкісні знахідки реальгару, бляклої руди. Нерудні мінерали в рудах представлені кварцом, халцедоном, диккітом, мусковітом, баритом, карбонатами (анкеритом і кальцитом).

На Микитівському родовищі зона гіпергенезу виражена слабо, в основному по зонам дроблення і тріщинних жилах вона представлена обмеженою кількістю мінералів: самородна ртуть, гьотит, псиломелан, валентініт, барит, гіпс, ярозит, епсоміт, мелантерит, сомольнокіт, вольтаїт, копіапін (табл. 1).

Таблиця 1.1. Мінеральний склад родовищ Микитівського рудного поля

Родовище	Рудні мінерали		Жильні мінерали	
	головні	другорядні	головні	другорядні
Чегарнікське	кіновар, антимоніт, пірит арсенопірит	марказит, рутіл, халькопірит, сфалерит, галеніт	кварц, диккіт, кальцит, халцедон	анкерит, сидеріт, флюорит
Софіївське	кіновар, антимоніт, пірит арсенопірит	марказит, вісмутин, блякла руда, рутіл, реальгар	кварц, диккіт, кальцит, халцедон	сидеріт, анкерит, гірський кришталі, доломіт
Залізнянське	кіновар	арсенопірит, пірит, антимоніт, метациннабарит	кварц, диккіт	анкерит, сидеріт

Напівкупол Новий	кіновар, антимоніт, пірит арсенопірит	марказит, сфалерит, галеніт, рутіл, реальгар	кварц, диккіт	анкерит, сидерит
Чорна Курганка	кіновар, пірит	марказит, сфалерит, антимоніт, арсенопірит, вісмутин	кварц, диккіт	кальцит, анкерит, апатит, гірський кришталі, халцедон
Чорний Бугор	кіновар, пірит	марказит, антимоніт, арсенопірит, вісмутин	кварц, диккіт	кальцит, сидерит, анкерит, барит

Приклад опису найбільш характерних мінералів сурм'яно-ртутних родовищ

Кіновар - HgS

Тригональна сингонія. На Микитівському родовищі утворює прожилки, вкрапленники, гнізда в піщанику, штокверкові зони в алевролітах і аргілітах, спостерігається у вигляді вкраплених неправильних за формою зерен, іноді в суцільних масах, у вигляді порошковуватих примазок і нальотів.

Розвинені здвойниковані ромбічні кристали, головні форми - ромбоєдри і тригональні трапецедри. *Колір мінералу* - червоний, іноді з свинцево-сірою мінливістю, *колір риски* - червона, *блиск* - сильний напівметалевий або алмазний, *твердість* - 2-2,5, напівпрозорий, тендітний, хороша спайність, *питома вага* - 8,09 г/м³. *Генезис* – гідротермальний низькотемпературний мінерал. *Парагенезис* - антимоніт, пірит, арсенопірит, іноді сфалерит, халькопірит та ін.; з нерудних мінералів - диккіт, кварц, кальцит, нерідко флюорит, барит, гіпс. Стійка в окислювальній обстановці. У зонах окислення у вигляді чорних плівок утворюється кубічна модифікація кіноварі - метациннабарит. *Приклади родовищ* – Хайдарканське (Середня Азія), Альмаден (Іспанія), Ідрія (Югославія).

На території України в незначних кількостях зустрічається в корі вивітрювання гранітів (Стародубовський масив Приазов'я), піроксенітах Жовтневого масиву, в тальк-карбонатних породах Придніпров'я, в кварцових жилах Побужжя, в зоні зчленування Донбасу з приазовських кристалічним масивом (в доломітизованих вапняках Східно-Доломітового рудника зустрічені призматичні кристали кіноварі, наростаючі разом з кварцом на доломіті).

Найбільш розвинена на Дружківсько-Костянтинівському ртутному і Адамовському ртутно-поліметалевому рудопроявах, відзначена в рудах

Єсауловського родовища Нагольного Кряжу. Окремі знахідки зафіксовані в кварц-анкеритових жилах Північної антикліналі, Амвросіївського купола, дзеркалах ковзання вугленосних покладів, в карбонатних породах Бахмутської улоговини. У Криму - Лозівський рудопрояв, в Закарпатті - на Берегівському поліметалевому родовищі.

Антимоніт - Sb_2S_3

Ромбічна сингонія. У рудах Микитівського ртутного поля утворюються мономінеральні гнізда, жили, прожилки і кристали разом з кіновар'ю. Кристали призматичної форми, стовпчасті, голчасті. На кристалах спостерігаються межі призми і слабо розвинутого пінакоїда з вертикальним штрихуванням.

Зустрічається також у вигляді суцільних зернистих, радіально-променистих, рідше – сплутано-волокнистих агрегатів і у вигляді вкраплених зерен в кварцовій масі. *Колір і колір риси* - свинцево-сірі, нерідко зустрічається темна синювата мінливість. *Блиск* - металевий, твердість 2-2,5, крихкий, досконала *спайність* по пінакоїду, питома вага 4,6 г/м³. Характерна особливість – досконала спайність вздовж витягнутості індивідів і поперечна двійникова штрихуватість в площинах відколу. *Генезис* – гідротермальний низькотемпературний мінерал. *Парагенезис* - кіновар, пірит, арсенопірит, флюорит, кварц, кальцит, каолінит, барит та ін. В зоні окислення легко розкладається, переходячи в різні оксиди сурми жовтого і бурого кольору (валентініт, сервантит, кермезит та ін.). Для ртутних родовищ тіпоморфним є підвищений вміст цинку і вісмуту. *Приклади родовищ* - Роздольнинське (Красноярський край), Кадамджайское (г. Фергана), Ітішнокава (Японія).

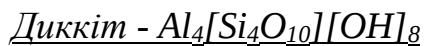
На Україні в акцесорних кількостях виявлений в корі вивітрювання піроксенітів Жовтневого масиву Приазов'я; у вигляді голчастих зерен в тонких тріщинах тальк-карбонатних і кварц-карбонатних порід Середньої Наддніпрянщини. Встановлений разом з галенітом в рудах Єсауловського родовища Нагольного Кряжа Донбасу. Складає потужну (до 3 м) жильну брекчійовану зону в піщанику на Веровському рудопрояві Донбасу. Встановлений разом з кіновар'ю, реальгаром і кварцом на ртутних проявах Закарпаття. Утворює друзи сплутано-волокнистих кристалів на рудопроявах ртуті Вишківського рудного поля.

Анкерит - $Ca(Mg,Fe)[CO_3]_2$

Тригональна сингонія. Зустрічається у вигляді сочевицеподібних кристалів ромбоєдричної подоби, а також у суцільних зернистих масах, серед

кварца в гідротермальних родовищах сульфідних і сидеритових руд. *Колір* білий, сірий, іноді з різними відтінками, *блиск* - скляний, *твердість* - 3,5, *питома вага* - 2,9-3,1 г/м³, хороша спайність по ромбоєдру. З кислотами реагує по типу доломіта. *Генезис* - гідротермальний мінерал. *Приклади родовищ* - Бакальське (Урал), поліметалеві родовища Алтаю.

На Україні поширений в Криворізькому басейні, Закарпатті, в карбонатитах Приазов'я. Утворює мономінеральні жили на родовищах Нагольного Кряжа Донбасу, зустрічається в ртутних родовищах Микитівки.



Моноклінна сингонія. Зазвичай зустрічається у вигляді порошковатих, воскоподібних агрегатів. Найбільш характерна форма кристалів - витягнуті пластинки, стовпчики. На родовищах Микитівки утворює прожилки потужністю до 6 см, січе зерна сульфідів, карбонатів, кварцу, цементує уламки кіноварі, антимоніта, пірита. Пісковики з диккітом набувають світле забарвлення. *Колір* - білий в порошковатих масах, безбарвний, іноді з бурими, жовтими або зеленими відтінками, *блиск* - перламутровий, *твердість* - 1, *спайність* - досконала по пінакоїду, *питома вага* - 2,589.

Походження - низькотемпературне гідротермальне; утворюється при більш високій температурі, ніж каолініт, в кислому середовищі. *Парагенезис* - сульфіди, доломіт, флюорит, часто зустрічається в халцедонових жеодах. *Приклади родовищ* - Кара-Чеку (Казахстан).

На Україні зустрічається в пегматитах Волині з каолінітом, сульфідами, гематитом, кварцом, в Придністров'ї з каолінітом. Гідротермальний диккіт зустрічений на Нагольному Кряжі, на Микитівському рудному полі разом з кварцом, карбонатами, сульфідами, баритом, флюоритом та ін. Встановлений в зоні зчленування Донбасу з Приазовським кристалічним масивом, в Криму, Закарпатті (Берегівське родовище). [1], [4], [5], [7], [9].

Практична робота 2

ВИВЧЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ АСОЦІАЦІЙ РОДОВИЩ НАГОЛЬНОГО КРЯЖА

Мета роботи: засвоєння основних уявлень про мінеральний склад, будову і умови утворення поліметалевих руд, ознайомлення з прикладами родовищ.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис основних рудних, нерудних мінералів і мінералів зони гіпергенезу, характерних

для родовищ Нагольного Кряжа. Привести приклади поліметалевих родовищ України і світу.

Завдання: вивчити основні рудні, нерудні мінерали і мінерали зони гіпергенезу поліметалевих родовищ на прикладі родовищ і рудопроявів Нагольного Кряжа.

Методика і послідовність роботи.

Вивчення зразків мінералів супроводжується ретельним описом і виділенням у зразку тих найважливіших ознак, які характерні для поліметалевих родовищ і які повинні підвести студента до встановлення генезису цих мінералів.

Знахідки поліметалів відомі в Нагольному Кряжі, в районах розвитку купольних структур на північно-західній і південній околицях Донбасу, на площі Північної антикліналі, в Бахмутській улоговині, в зонах зчленування Донецького басейну з Приазовським і Воронежським кристалічними масивами.

Нагольний рудний район розташований в центральній частині Головної антикліналі Донбасу, яка в районі Нагольного Кряжа роздвоюється на північну і південну гілки. Породи району представлені глинистими і піщано-глинистими сланцями з малопотужними пластами пісковиків (C_1^5 , C_2^1 і C_2^2).

На північній гілці розташовані (із заходу на схід) Єсауловське, Семеново-Бугорське, Нагольно-Тарасівське поліметалеві родовища і рудопрояви Оріхівської ділянки. До сводової частини південної гілки Головної антикліналі приурочені Ново-Павлівський рудопрояр, Остробугорське і Бобриковське родовище, рудопрояви Шевцовської, Дяківської і Центральнагольчанської ділянок (рис. 2.1).

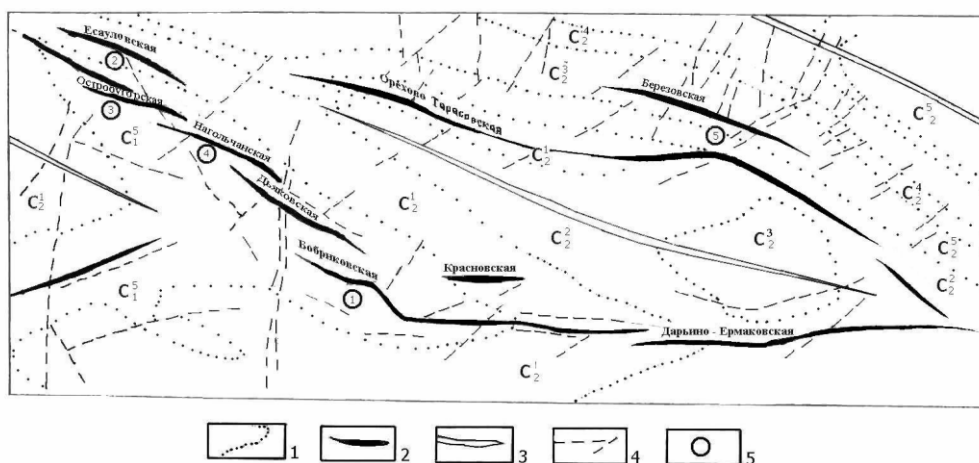


Рисунок 2.1 - Геолого-структурна схема Нагольного району:

1 – межі свит району; 2 – вісі антиклінальних складок; 3 – вісі синклінальних складок; 4 – тектонічні розриви; 5 – родовища: 1 – Бобриківське; 2 – Єсауловське; 3 – Остробугорське; 4 – Нагольчанське; 5 – Нагольно-Тарасівське.

У рудах північної зони майже завжди сфалерит переважає над галенітом (в рудах південної зони - навпаки), на окремих родовищах відзначена підвищена кількість срібла. Жили північної рудної зони відрізняються великою кількістю карбонатів (анкерита), кількість яких перевищує кількість кварцу і мінералів сурми: буланжерита, тетраедрита та ін. Жили південної зони - істотно кварцові, в них присутній анкерит (20-25 %) і мінерали, що вміщують миш'як, (арсенопірит, тенантит та ін.), мінерали сурми зустрічаються в незначних кількостях.

Головними нерудними мінералами жильних утворень Нагольного Кряжа є кварц і анкерит, підпорядковану роль грають хлорит, диккіт, каолінит, кальцит, апатит, арагоніт, пірофіліт, тарасовіт.

Рудні мінерали - сфалерит, галеніт, пірит, арсенопірит, халькопірит, буланжерит, джемсоніт, тетраедрит; другорядні - борніт, марказит, вісмутин, піротин та ін. Часто кварц-анкеритові жили з поліметалевим зруденінням містять багато уламків чорних глинистих сланців і сірих слюдистих пісковиків.

Золоте зруденіння локалізується в кварц-анкерит-сульфідних жилах, в гідротермально змінених вміщуючих породах і асоціюється з піритом, кварцом, анкеритом, арсенопіритом, галенітом, сфалеритом, халькопіритом, бляклими рудами, буланжеритом. Найбільш тісний зв'язок золота встановлений з галенітом. Видиме золото спостерігається в піриті, кварці, анкериті, арсенопіриті.

Багата гіпергенними мінералами зона окислення, розвинена до глибини 20-25 м. Спільною особливістю мінерального складу зони окислення родовищ Нагольного Кряжа є переважний розвиток оксидів і карбонатів - церуссит, смітсоніт, малахіт, азурит, сурм'яна охра, лімоніт, халькозин, англезит та інші.

Приклад опису найбільш характерних мінералів родовищ Нагольного Кряжа

Сфалерит – ZnS

Кубічна сингонія. Зовнішність кристалів - тетраедричні, іноді - додекаедричні. На родовищах Нагольного Кряжа знахідки мінерала приурочені до карбонатних і кварц-карбонатних жил і утворюють ромбододекаедричні, тригон-тритетраедричні та інші кристали. *Колір* бурий, коричневий, чорний, рідше - жовтих, червоних або зеленуватих тонів. *Колір риси* - світло-жовта, бура, коричнева, *блиск* алмазний, *твердість* - 3-4, *досконала спайність* по ромбододекаедру. *Генезис* - гідротермальний.

Парагенезис - кварц, кальцит, галеніт, пірит, халькопірит, доломіт та ін. *Приклади родовищ*: Пршибралі (Чехія), Біннентале (Швейцарія), Урал та ін. На

Україні, крім Нагольного Кряжа і поліметалевих родовищ Прикарпаття і Закарпаття (Берегівське і Беганське) сфалерит зустрічається на Петрово-Гнутівському родовищі, Жовтневому масиві і в карбонатах Чернігівської зони Приазов'я, Микитівському родовищі, Бахмутській улоговині, зоні зчленування Приазовського блоку українського щита (УЩ) з Донецьким кам'яновугільним басейном, в Середній Наддніпрянщині, Верховцевському і Сурському районах, в кварцових жилах Побужжя, в пегматитових тілах Волині, у кварцових жилах Суцано-Пержанської зони.

Галеніт – PbS

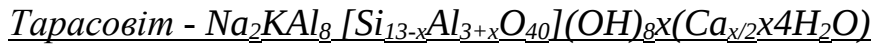
Кубічна сингонія, вигляд кристалів кубічний, рідше - октаедричний. *Колір* - свинцево-сірий, *колір риси* - сірувато-чорна, *блиск* - металевий, *твердість* - 2-3, *спайність* досконала по кубу. *Походження* - гідротермальне. *Парагенезис* - пірит, халькопірит, сфалерит, бляклі руди, арсенопірит, кварц, кальцит, флюорит, барит та ін. При вивітрюванні покривається кіркою англезита (PbSO_4), що переходить в церусит (PbCO_3). *Приклади родовищ*: Садонське (Північний Кавказ), Турланське (Середня Азія), Міссурі (ОША), Ледвелл (ОША).

На Україні встановлений, крім Нагольного Кряжа, в рудах Петрово-Гнутівського родовища, в зоні зчленування Приазовського блоку УЩ з Донецьким кам'яновугільним басейном в гранітних пегматитах Західного Приазов'я, нефелінових сієнітах Жовтневого масиву, Сурському районі, Побужжя, Поділля, в солянокупольних структурах північно-західного Донбасу, в конкреціях вугленосних покладів Донбасу, в доломітах Бахмутської улоговини, на Лозівському рудопрояві Криму, Трускавецькому свинцево-цинковому родовищі.

Буланжерит - $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$

Моноклінна сингонія. Кристали зустрічаються рідко, в основному у вигляді тонкозернистих або сплутанно-тонковолокнистих агрегатів. В Нагольному Кряжі утворює масивні волокнисті скупчення, голчасті скупчення в кристалах і друзових порожнинах, нерідко кристали пронизують агрегати сфалериту, галеніту, кварца, анкериту. *Колір* - свинцево-сірий до залізно-чорного, *колір риси* - сірувато-чорна з коричневим відтінком, металевий *блиск*, *твердість* - 2,5-3, *середня спайність*, крихкий. *Походження* - гідротермальне. *Парагенезис* - сульфоантимоніти свинцю і міді, галеніт, сфалерит, пірит, арсенопірит та ін. Легко окислюється, утворюючи церусит і гідроокисли сурми.

Приклади родовищ: Нагольний Кряж, Східне Забайкалля. На Україні зустрічається в метасоматичних породах і кварц-карбонатних жилах Верховцевського району Середнього Придніпров'я, Микитівці.



Знахідки цього мінералу відомі в кварц-анкеритових жилах шахти "Утрішня" в кварцовій жилі балки Козій (Нагольний Кряж). Утворює щільні воскоподібні маси або тонкі напівпрозорі плівки, що асоціюють з кварцом. Мінерал дуже м'який, *колір* - жовто-білий, тілесний, іноді червонуватий або бурий, *блиск* - матовий, восковий. *Парагенезис* - донбасіт. [1], [2], [8], [9], [15].

Практична робота 3

МІНЕРАЛОГІЯ РОДОВИЩ ТА РУДОПРОЯВІВ БАХМУТСЬКОЇ УЛОГОВИНИ

Мета роботи: вивчення мінерального складу, парагенетичних асоціацій, умов утворення мінералів родовищ і рудопроявів Бахмутської улоговини Донбасу.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис мінералів, характерних для родовищ і рудопроявів Бахмутської улоговини, визначити генезис і парагенезис руд, навести приклади родовищ України і світу.

Завдання: вивчити головні рудні, нерудні мінерали і мінерали зони гіпергенезу різних родовищ і рудопроявів Бахмутської улоговини Донбасу.

Методика і послідовність роботи:

Бахмутська улоговина являє собою велику пологу мульду. В основі товщі осадових порід Бахмутської улоговини лежать кристалічні утворення фундаменту (15000 – 3500 м), верхньопалеозойські поклади: карбон (піщано-глиниста товща з прошарками вапняків і вугілля), пермь (червоноколірні, карбонатні, галогенні породи). З незгодами на покладах палеозою залягають строкатокольорові породи триасу, юри, крейди (піски, писальна крейда, мергелисті глини, мергелі, фосфорити і кремній). Крім складчастих форм в Бахмутській улоговині має місце складна система розривних порушень, простежена вздовж вісі Південної антиклінальної зони. До регіональних розривних порушень улоговини належить Північно-Донецький насув і його західне крило, що обмежують улоговину на півночі.

В межах улоговини є 7 солянокупольних структур, розташованих в складних тектонічних вузлах поєднання куполовидних піднять і розривних порушень.

1. У Бахмутській улоговині знаходяться і експлуатуються 3 великих родовища - Бахмутське, Слов'янське і Новокарфагенське. Поклади солі приурочені до покладів слов'янської свити, яка складається з кам'яної солі і ангідритів, карбонатів і теригенних порід. У чистій кам'яній солі виявлені шестуваті кристали ангідриту, що утворюють віялоподібні скупчення, незначні домішки теригенного матеріалу. У забрудненій солі встановлені домішки бурої глинистої речовини з численними включеннями кристалів ангідриту.

2. Калійні солі в Донецькому басейні встановлені в Краматорсько-Часов'ярській синкліналі серед покладів галогенної формації. Літологічний склад калієносних субформації (%): кам'яна сіль - 80-90, ангідрити - 4-6, калійні солі - до 5, алевроліти, пісковики - 5-6. Калійні мінерали представлені темно-сірим і сірим карналітом, молочно-білим і опаловидним сильвіном, рожевим полігалітом з домішками дистена, епсоміта, кізерита. Між зернами сильвіна і галіта зустрічаються неправильні ділянки включень червоно-бурого пелітового матеріалу. У ньому спостерігаються таблитчасті кристалики ангідриту, доломіту, уламки кварцу, карбонатів, кальциту, слюди.

3. Свинцево-цинкове зруденіння Бахмутської улоговини приурочено до Петровського купола, Новодмитрівської, Слов'янської, Біляївської структур.

4. До Слов'янського купола приурочений рудопрояв ртуті.

Мінеральний склад цих руд наступний: пірит, марказит, галеніт, сфалерит, кіновар. Нерудні мінерали представлені кальцитом, анкеритом, доломітом, кварцом, каолінітом, диккітом, флюоритом, халцедоном, гідрослюдою.

5. На території Донбасу відомо 17 родовищ вогнетривких і тугоплавких глин, які об'єднуються в Часов'ярську і Дружківську групи, поширені в осадових комплексах палеозойського, мезозойського і кайнозойського віку.

Часов'ярський тип глин поширений на північно-західній і північній околицях Донбасу. У їх складі переважає каолініт, в якості домішок присутні і гідрослюда, галуазіт, хлорит. Зустрічаються також кварц, мусковіт, вивітрілі зерна польового шпату, ярозит, кальцит, лейкоксен, анатаз, ільменіт, циркон, силіманіт, турмалін, гьотит, гематит, пірит.

6. У Бахмутській улоговині зустрічаються рідкісні залізорудні прояви, представлені залізістими пісковиками, сферосидеритами і жовнами бурих залізняків в глинах юрського, крейдяного і палеогенового віку. Мінеральний склад залізних руд наступний: рудні - гьотит, гідрогьотит, гематит, гідрогематит, піролюзит, псиломелан, сидерит; нерудні - кальцит, доломіт, кварц, халцедон, мусковіт, глинисті мінерали.

7. У Бахмутській улоговині серед нижньопермських і девонських покладів в західній частині басейну широко розвинені мідисті пісковики (понад

30 рудопроявів). Первинні мінерали міді і свинцю в них представлені сульфідами, оксиди і карбонати знаходяться в зоні окислення. Серед сульфідів міді найбільш поширений халькозин, рідше зустрічаються халькопірит, борніт, бляклі руди. Сульфіди міді супроводжуються піритом, марказитом, галенітом, сфалеритом. Останні два мінерали розвинені в карбонатних породах, де галеніт нерідко утворює самостійні концентрації. На поверхні рудоносні породи утворюють висипку з плівками малахіту і азуриту.

Приклад опису найбільш характерних мінералів родовищ Бахмутської улоговини

Каолініт - $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$

Моноклінна сингонія. Агрегати пухкі лускаті або щільні тонкозернисті. Суцільні маси - білого *кольору*, нерідко з жовтим, бурим, червоним, зеленим, блакитним відтінком. *Блиск* суцільних мас - матовий, *твердість* - 1. В сухому стані землісті маси - пісні на дотик. Спайність дуже досконала. Утворюється в умовах вивітрювання вивержених і метаморфічних порід, багатих алюмосилікатами (польових шпатів, слюд, цеолітів): гранітів, гнейсів. При високих температурах глини переходять в глинисті сланці, вище 300°C - руйнуються, переходячи в серицит, польові шпати (при наявності лугів), в силікати алюмінію (за відсутності лугів) - андалузит, силіманіт, дістен та ін. *Парагенезис* - кварц, халцедон, пірит. *Приклади родовищ*: східний схил Уралу, Підмосковний вугільний басейн, Девоншир (Англія), Баварія, Саксонія, гора Кац-Лінг (Китай).

На Україні родовища каолініту знаходяться в зонах вивітрювання кристалічних порід Південно-Російського щита - Глуховецьке, Райковське (Вінницька обл.); Біла Балка, Часів-Яр (Донецька обл.). Гідротермальний каолініт поширений в метасоматитах Закарпаття (Берегівське).

Ангідрит - $CaSO_4$

Ромбічна сингонія. Зовнішність кристалів - товстотаблитчасті, призматичні. Спостерігається в суцільних зернистих масах. *Колір* білий, часто з блакитним, сірим, червонуватим відтінком. *Блиск* - скляний, на площинах спайності - перламутровий. *Твердість* - 3-3,5, досконала *спайність*. У присутності води при атмосферному тиску поступово переходить у гіпс, збільшуючись в обсязі до 30%. Зустрічається в осадових товщах як продукт хімічних осадків, в соленосних родовищах, інколи спостерігається в

гідротермальних і контактово-метасоматичних родовищах. *Парагенезис* - гіпс, сильвін, карналліт, галіт.

Приклади родовищ - Західне Приуралля, Архангельська обл. та ін.

На Україні зустрічається в девонських покладах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Найбільша кількість родовищ приурочена до покладів пермі в Донбасі. Виявлений в Криму, поблизу Присівашші, на Волино-Подільській плиті, у Передкарпатті - в соленосних покладах міоцену.

Галім – NaCl

Кубічна сингонія. Агрегати у вигляді пухких або щільних кристалічно-зернистих корок. *Колір* - прозорий, білий, сірий (за рахунок домішок глинистих частинок), жовтий (гідроокислів заліза), червоний (безводного окису заліза), бурий і чорний (органічної речовини), синій (натрію). *Блиск* - скляний, *твердість* - 2, досконала *спайність* по кубу, легко розчиняється у воді, *смак* солоний. *Походження* - екзогенне (у пересихаючих замкнених солоних озерах або лагунах) в умовах жаркого сухого клімату. *Приклади родовищ* - Солікамське, оз. Баскунчак, Величка (Польща), Північна Індія.

На Україні - у покладах девону і пермі ДДЗ і Донбасу (Слав'янсько-Бахмутська група), в міоценових покладах Передкарпаття і Закарпатського прогину. [1], [4], [6], [9], [15].

Практична робота 4

МІНЕРАЛОГІЯ РОДОВИЩ І РУДОПРОЯВІВ ЗОНИ ЗЧЛЕНУВАННЯ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ І ПРИАЗОВСЬКОГО БЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Мета роботи: вивчення мінерального складу родовищ і рудопроявів зони зчленування Донецького басейну і Приазовського кристалічного масиву (Волноваська тектонічна зона), генезису і парагенетичних асоціацій мінералів.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис мінералів, характерних для родовищ і рудопроявів зони зчленування Донецького басейну і Приазовського кристалічного масиву, визначити генезис і парагенезис руд, навести приклади родовищ України і світу.

Завдання: вивчити головні рудні, нерудні мінерали і мінерали зони гіпергенезу Волноваської тектонічної зони, парагенетичні асоціації мінералів, умови утворення, приклади родовищ.

Методика і послідовність роботи.

Зона зчленування Донбасу і Приазовського кристалічного масиву (Волноваська тектонічна зона) являє собою західну частину регіональної субширотної Південнодонбаської зони глибинного розлому, розташованої на кордоні сучасної області поширення палеозойських утворень Донецького басейну і Приазовського блоку щита, оголеного в західній частині і перекритого мезокайнозойськими покладами в східній.

Волноваська зона, обмежена на заході південним флангом крайового субмеридіонального Криворізько-Павлівського скиду і на сході поперечною Грузько-Єланчикською зоною розломів, чітко простежується в широтному напрямку на протязі майже 60 км. В її будові беруть участь докембрійські кристалічні породи Приазовського блоку, які обмежують її з півдня і виходять на поверхню в центральній частині у вигляді витягнутого в широтному напрямку вузького Стельського горсту, і різноманітні за складом вулканогенно-осадові породи девона - теригенні утворення, карбонатні поклади і основні ефузиви.

Ендогенна мінералізація Волноваської зони відрізняється різноманітністю складу і форм проявів.

1. У східній частині Волноваської зони (Покрово-Кирєєвській структурі) простежується залізо-титанове зруденіння, генетично пов'язане зі середньодевонським Приазовським комплексом лужно-ультраосновних і габброїдних порід. Титаномagnetит в якості породоутворюючого мінерала (до 35%) входить до складу піроксенітів.

2. З явищами пропілітізації пов'язані рудопрояви міді - борніт і халькопірит, які в асоціації з кварцом і кальцитом утворюють дрібні прожилки і вкраплення в основних ефузивних породах. Відзначають підвищений вміст в пропілітізованих породах цинку, кобальту, золота і срібла.

3. На контакті з монцонітами і трахіандезітами утворюються скарни, які мають наступний мінеральний склад - гранати (андрадит, андрадит-гросуляр), везувіан, magnetит, діопсид, амфіболи.

4. Гідротермальні жильні утворення виражені мінеральною асоціацією пірит-халькопірит-халькозін-молібденіт-кварц-кальцит-хлорит, іноді присутній флюорит. Широко поширені кварцові і карбонатно-кварцові жили з галенітом, халькопіритом, піритом, сфалеритом, іноді флюоритом. Менш поширені баритові жили, вони мають незначну потужність, іноді містять в невеликій кількості кварц, флюорит, карбонати, пірит, халькопірит, галеніт.

5. З явищами фенітізації і альбітізації на контактах порід Покрово-Кирєєвського лужного комплексу з вміщуючими і палеозойськими виверженими породами пов'язаний підвищений вміст рідкісних елементів (берилій, тантал, ніобій). Підвищений вміст берилію в деяких породах Покрово-Кирєєвського району пов'язаний з гідротермальним мінералоутворенням (асоціація кварц-

халцедон-кальцит-сульфіди-бавеніт), що змінили метасоматичні процеси альбітізації, грейзенізації і карбонатізації.

6. У межах Волноваської зони встановлене ртутне зруденіння. Тут вміщуючими ртутне зруденіння є доломіти і доломітизовані вапняки. Ртутна мінералізація представлена кіновар'ю, супроводжується флюоритом, диккітом, бітумами, іноді зустрічаються галеніт і сфалерит.

7. В межах східної частини Волноваської зони знаходиться Покрово-Кирєєвське родовище плавикувального шпату, в рудах якого встановлена в невеликій кількості сульфідна мінералізація.

*Приклад опису найбільш характерних мінералів родовищ зони
зчленування Донецького басейну і Приазовського кристалічного масиву*

Флюорит – CaF_2

Кубічна сингонія. Кристали мають вигляд кубиків, часто утворює друзи, суцільні або натічні маси. *Колір* - білий, фіолетовий, зелений. Для флюориту України характерна зональна будова індивідів. Фіолетовий флюорит - більш ранній і більш високотемпературний. Зміна рН середовища мінералоутворення приводила до зміни габітусних форм: куб ($\text{pH} = 5,8-6,2$), кубооктаедр ($\text{pH} = 5-5,4$). Досконала *спайність* по октаедру, *блиск* скляний, *твердість* - 4. У катодних променях світиться фіолетовим кольором (флюорисценція). Має *ряд різновидів*: оптичний флюорит - прозорі безбарвні різниці; ратовкіт - землистий, блідо-фіолетовий нечистий флюорит, зустрічається в мергелистих породах і доломітизованих вапняках. *Походження* - гідротермальне низькотемпературне, пневматолітове, ратовкіт - осадовим шляхом. *Парагенезис* - барит, кальцит, сульфід свинцю, цинку, сурми, мусковіт, топаз, турмалін, вольфрамів, каситерит. *Приклади родовищ* – Калангуйське (Забайкалля), Аурахматське (Середня Азія), рудники Бірх, Бурундур (Монголія), ОША та ін.

На Україні прояви флюориту найбільш характерні для крайових зон Українського щита, зон активізації, глибинних розломів. У Приазов'ї знахідки флюориту приурочені до Петрово-Гнутовського родовища, Жовтневого лужного масиву, альбітитів Кам'яногогільського, Катеринославського гранітних масивів. У зоні зчленування Донбасу з Приазовським масивом знаходиться велике Покрово-Кирєєвське родовище флюориту. У Північно-західній частині Українського щита відзначається в гранітах Луговського масиву, Коростенського плутону, в межах Суцано-Пержанської зони. [2], [3], [5], [9], [10].

Практична робота 5

МІНЕРАЛОГІЯ РОДОВИЩ І РУДОПРОЯВІВ ПРИАЗОВ'Я

Мета роботи: вивчення рудних і породоутворюючих мінералів родовищ і рудопроявів Приазов'я.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис мінералів, характерних для родовищ і рудопроявів Приазов'я, визначити генезис і парагенезис руд, навести приклади родовищ України і світу.

Завдання: вивчити головні рудні і нерудні мінерали родовищ і рудопроявів Приазов'я, виявити закономірності їх поширення, парагенетичні асоціації, генезис мінералів.

Методика і послідовність роботи.

Приазов'я є крайньою південно-східною частиною Українського щита, обмежену розломами і характеризується породами і корисними копалинами, які зустрічаються і на решті території щита, але в той же час мають властиву тільки для них мінералізацію.

У Приазов'ї відомо більше 200 мінеральних видів. За своїм походженням вони поділяються на власне магматичні (породоутворюючі і акцесорні мінерали магматичних порід), пегматитові, метаморфічні, екзогенні, гідротермальні. Найбільш поширені в Приазов'ї кисневі сполуки - 174 мінерали: силікати - 103, оксиди і гідроксиди - 44, карбонати - 12, фосфати - 10, сульфати - 4 і вольфрамати - 1), сульфіді і їх аналоги - 20, прості речовини - 6, карбіді і галоїди - по 3 мінерали.

В геологічному відношенні Приазов'я – докембрійська складчаста споруда, в межах якої поширені різні за складом метаморфічні і магматичні комплекси архейського і протерозойського віку. В Приазовському блоці Українського щита вже знайдені прояви залізорудної сировини, апатитів, графіту, циркону і рідкісних металів та ін. В Приазов'ї відомі ендегенні, метаморфогенні, гіпергенні і седиментогенні мінеральні комплекси, з якими пов'язаний широкий набір корисних копалин.

Магматичні комплекси займають близько 30% всієї площі. З ними пов'язані родовища пегматитів, серед яких виділяють керамічні пегматити (мікроклінового, мікроклін-плагіоклазового складу), пегматити з акцесорної рідкісноземельно-рідкіснометалевою мінералізацією і власне рідкіснометалеві гранітні пегматити. З ендегенними комплексами також пов'язані родовища і прояви флюориту (Петрово-Гнутовське, Чермаликське, Кам'яномогільський і Стародубівський масиви). До магматогенних порід приурочені родовища і

рудопрояви міді, рідкісних і розсіяних елементів, апатита, флюорита, керамічної сировини.

У районі широко розвинені лужні породи 2 формацій - лужно-габброїдних і лужно-ультраосновних. З першою пов'язане утворення нефелінових сієнітів, граносієнітів, гранітів і габброїдів, карбонатитів.

Метаморфічні комплекси займають 60% всієї площі. У них розвинені високоглиноземисті і графітвміщуючі породи, прояви азбесту і залізні руди (Маріупольське рудне поле, розрізи р. Берда, Кальчик, Сорокінська і Федорівська тектонічні зони). Метаморфогенні породи багаті залізної рудою, графітом, азбестом, високоглиноземистою сировиною.

Осадкові комплекси займають 8,6% всієї площі. З ними пов'язані знахідки опалів (пісковики полтавських околиць с. Єкатериновки), залізні руди (Приазовське родовище) і розсіпні родовища.

У Приазов'ї широко розвинена кора вивітрювання. За мінеральним складом вона належить до каолінітового типу і рідко - до вермикулітового (пов'язані родовища каолінів та вермикуліту). Гіпергенні комплекси кори вивітрювання - залізні руди, каоліни, вермикуліт. Відомі розсіпні родовища мінералів титану, рідкісних і розсіяних елементів та ін., пов'язаних з седиментогенними комплексами.

Приклад опису найбільш характерних мінералів родовищ Приазов'я

Циркон - $ZrSiO_4$

Тетрагональна сингонія. Зовнішність кристалів - короткостовпчасті, ізометричні, діпірамідальні. Найбільш характерні форми - тетрагональна призма і тетрагональна діпіраміда. Часто зустрічаються паралельні зростки. Збагачений ураном циркон називається циртоліт, торієм - малакон. *Колір* - безбарвний, жовтий, помаранчевий, червоний, зелений. *Блиск* - алмазний, жирний, *твердість* 7-8, *спайність* - рідкісна, *злам* нерівний, раковистий. *Походження* - зустрічається в магматичних інтрузивних породах, пегматитах, в метаморфічних осадових породах, а також в розсипах. Часто є акцесорним в гранітах, сієнітах, нефелінових сієнітах. *Парагенезис* - апатит, флюорит, слюди, нефелін, альбіт, пірохлор. *Приклади родовищ* - в нефелінових сієнітах Норвегії, на о. Цейлон і Мадагаскар, у Бразилії, Австралії ін.

На Україні зустрічається в маріуполітах і альбітитах Жовтневого масиву, де утворює діпірамідальні кристали. Циркони збагачені Hf, TR (Y, Ce, Yb, Er), С, Ве, Mn, Со, Ni, Nb, Мо, Ва, Sc. Циркон є одним з найбільш ранніх мінералів, температура утворення якого 970-1000°C. Крім Жовтневого лужного масиву,

циркон зустрічається в карбонатитах Чернігівської зони Приазов'я, Побужжя, на Закарпатті, у гранітах-рапакові Коростенського плутону.

Содаліт - $Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl_2$

Кубічна сингонія. Зовнішність кристалів - ромбододекаедрична, зустрічається в зернистих масах. *Колір* - безбарвний, жовтий, сірий, синій. *Блиск* - скляний, в зламі - жирний, *твердість* - 5,5-6, *спайність* - середня, *злам* нерівний.

Походження - є первинним мінералом вивержених лужних порід, зустрічається в маріуполітах. *Парагенезис* - нефелін, канкринт, евдіаліт, лепідоліт, натроліт, часто заміщує нефелін. У зоні окислення легко розкладається.

На Україні широко розвинений у маріуполітах і нефелінових сієнітах Жовтневого масиву, де утворює зернисті ділянки в породі. Кристали рідкі. Виділення содаліта спостерігаються у вигляді оторочок навколо кристалів нефеліна, дрібної вкрапленості (в альбітитах). Твердість приазовських содалітів 5,5-6, колір – від блакитного до яскраво-синього, іноді сірий. Утворюються в процесі гідротермально-метасоматичних перетворень нефелінових порід.

Канкриніт - $(Na, Ca) 4Al_3Si_3O_{12}(CO_3, SO_4, Cl) \times 0,5-2,5H_2O$

Якщо канкриніт містить додаткову аніонну групу CO_3 , то він називається карбонат-канкриніт, якщо SO_4 – сульфат канкриніт (вишневит). Гексагональна сингонія. Спостерігається в суцільних масах, іноді у вигляді облямівки навколо нефеліна. *Колір* - білий, синій, сірий з жовтуватим або зеленуватим відтінком, іноді – червонувато рожевий. Вишневит – світло-голубий або синювато-блакитний, безбарвний. *Блиск* - скляний з перламутровим відтінком, в зламі жирний, *твердість* 5-5,5, крихкий, *спайність* - середня. *Походження* - утворюється в постмагматичну стадію під впливом вуглекислих або сірчаноокислих розчинів на нефелін. Нерідко сам змінюється, переходячи в слюди, цеоліти, карбонати. *Парагенезис* - содаліт, кальцит, цеоліти, залишки нефеліна, циркон.

На Україні зустрічається в нефелінових породах Приазов'я. Утворює облямівки зернистої будови навколо кристалів нефеліна, виконує прожилки в нефеліні і мікрокліні. Є типоморфним мінералом нефелінових порід, формування яких відбувається за участю флюїдів, багатих CO_2 . [5], [7], [9], [10], [13].

Практична робота 6

ОБЛИЦЮВАЛЬНЕ КАМІННЯ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета роботи: вивчення родовищ облицювального каміння Донбасу.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис видів облицювального каміння, характерного для родовищ Донбасу і Приазов'я, визначити генезис, навести приклади родовищ України і світу.

Завдання: вивчити мінеральний склад родовищ облицювальної сировини Донбасу і Приазов'я, його фізико-механічні властивості і приклади родовищ.

Методика і послідовність роботи.

Природним оздоблювальним камінням є монолітні гірські породи, що володіють необхідними декоративними якостями після їх обробки. Вони використовуються для зовнішнього і внутрішнього облицювання і повинні відповідати заданим вимогам довговічності та іншими показниками. В якості природних облицювальних матеріалів використовуються магматичні, метаморфічні і осадові породи. Розміри блоків декоративного облицювального каміння підвищеної твердості і довговічності, тобто гранітоїдів і інших визначається за ДСТУ.

Фізико-механічні властивості гірських порід визначаються відповідно до чинних норм, де основними показниками є об'ємна і питома вага, пористість, водопоглинання, морозостійкість, межа міцності при стисненні, стирання, опір удару.

Донецька область багата на родовища декоративно-облицювального каміння, проте каменедобувна промисловість тут ще не розвинена до державного значення, хоча для цього є великі перспективи, а каменеобробна знаходиться в стадії становлення.

Гранітоїдні породи, які є одними з найбільш цінних серед облицювального каміння, вони розвинені на півдні області в межах Приазовського масиву. Їх виходи на денну поверхню приурочені до басейнів річок Кальміус і Кальчик. За своїм походженням вони поділяються на два типи: інтрузивно-магматичні і ультраметаморфічні, що утворилися в граніто-гнейсовому поясі земної кори в процесі часткового її плавлення. Останні користуються широким площинним поширенням, тоді як інтрузивні мають локальний розвиток. Гранітоїдні породи Приазов'я відносять до протерозойської ери і мають вік близько 2-1,7 млрд. років. У мінералогічному відношенні вони складаються з польових шпатів (плагіоклазів, мікрокліна, ортоклаза), кварца, темноколірних мінералів (слюди, рогової обманки та ін.), а також мінеральних домішок. Кількісне співвідношення між головними породоутворюючими

мінералами змінюється в досить широких межах, складаючи, в середньому 65-75% польового шпату, близько 25% кварцу, 5-10% темноколірних.

Блоки повинні виготовлятися з гірських порід, що мають:

- межу міцності при стисненні в сухому стані для граніту, габро, кварца, діориту не менше 800 кг/см²;
- марка по морозостійкості для граніту не менш Мрз 50;
- коефіцієнту зниження міцності при насиченні водою не менше 0,8.

До блоків, які використовуються для виготовлення виробів внутрішнього облицювання, вимоги до показників по морозостійкості не пред'являються. Поряд з такими показниками якості облицювального каміння як міцність, морозостійкість, колір і малюнок велике значення має здатність до полірування, під якою розуміють здатність каменю набувати після відповідної обробки гладку дзеркальну поверхню.

Чердаclinське родовище сієнітів

Розташоване в Володарському районі по лівому схилу б. Пустої, у с. Кременівка.

Корисна копалина - сієніти сірувато-зеленого, майже чорного кольору, крупно- і середньозернисті. Декоративні властивості сієнітів від цілком задовільних до хороших. Вони легко шліфуються і поліруються. Колір полірованої поверхні чорний зі слабким зеленуватим відтінком.

Орієнтовний вихід блоків за даними бурових свердловин складає до 23%. Середня підрахована потужність прийнята рівною 30.

Стильське родовище гранітів

Розташоване в 2 км на південний-схід від с. Стила Старобешівського району на лівому схилі р. Мокра Волноваха.

Корисна копалина - біотит-амфіболітові граніти яскраво-рожево-червоного кольору, грубозернисті, часто порфіроподібні.

Декоративність граніта - 31-33 бали, здатність до полірування II категорії. За радіоактивністю - належать до першого класу і можуть застосовуватися в усіх галузях промисловості. [4], [8], [9], [15].

Практична робота 7

ТЕХНОГЕННІ МІНЕРАЛИ ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ ДОНБАСУ

Мета роботи: вивчення новоутворених мінералів шахтних териконів Донбасу.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис мінералів, що утворилися на шахтних териконах Донбасу, визначити генезис, навести приклади родовищ України і світу.

Завдання: вивчити техногенні мінерали шахтних відвалів Донбасу, їх основні діагностичні властивості, кристаломорфологічні особливості, закономірності поширення.

Методика і послідовність роботи.

На палаючих териконах Донбасу в даний час відбуваються унікальні процеси сучасного мінералоутворення, які представляють собою новий вид геологічних процесів літосфери.

На шахтних териконах Донецько-Макіївського вугленосного району за допомогою рентгеноструктурного аналізу і скануючого електронного мікрозондування встановлено 22 різних за складом техногенних мінерали - прості речовини, сульфіді, оксиди, нітрати, галоїди, сульфати і силікати (табл. 7.1).

Тамаругіт (встановлений лише на відвалах Острівсько-Карвінського вугільного басейну Чехії), *летовіцит* (знайдений у Франції і на відвалах вугільного басейну Кладно - Чехія) і *амоніста селітра* в колишньому СРСР знайдені вперше.

Таблиця 7.1. Техногенні мінерали шахтних териконів Донецького басейну

Назва мінерала	Хімічна формула мінерала
Сірка	S
Нашатир	NH ₄ Cl
Реальгар	AsS
Гематит	Fe ₂ O ₃
Масканьїт	(NH ₄) ₂ [SO ₄]
Галотрихїт	FeAl ₂ (SO ₄) ₄ *22H ₂ O
Піккерингїт	MgAl ₂ (SO ₄) ₄ *22H ₂ O
Тамаругіт	NaAl(SO ₄) ₂ *6H ₂ O
Алуноген	Al ₂ (SO ₄) ₃ *17H ₂ O
Епсомїт	MgSO ₄ *7H ₂ O

Гексагідрит	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Мелантерит	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Халькантит	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Летовіцит	$(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$
Сомольнокіт	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ангідрит	CaSO_4
Гіпс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Чермігіт	$\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Калієві квасці	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Натрієві квасці	$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Селітра амонієва	$\text{NH}_4(\text{NO}_3)$
Муллїт	$\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$

Приклад опису найбільш поширених техногенних мінералів шахтних териконів Донбасу

Сірка S

Утворює тендітні кристали жовтого, зеленувато-жовтого, жовтувато-коричневого кольорів, блиск на гранях алмазний, в зламі жирний, твердість 1-2, тендітна, не має смаку і запаху.

На териконах Донецько-Макіївського району зустрічається сірка двох модифікацій - ромбічна (α -сірка) і моноклінна (β -сірка). В звичайних умовах стійка ромбічна сірка, вище $95,6^\circ\text{C}$ - моноклінна. Новоутворення сірки займають площі до декількох квадратних метрів і зустрінуті майже на всіх териконах району.

Самородна сірка утворюється як в зонах поверхневого горіння свіжих порід, так і в місцях виходів гарячих газів з глибини териконів. Кристали сірки вистилають стінки порожнин і тріщин, покривають поверхню уламків порід. Найбільш крупні кристали виявлені в місцях, захищених від вітру і опадів. Особливо часто вона зустрічається в тих частинах відвалів, які пройшли стадію поверхневого горіння. Тут, в декількох сантиметрах від поверхні вона нерідко утворює суцільні корки товщиною до 2-5 см, в яких знаходяться уламки перегорілих або напівзгорілих порід. Породи тут нагріті до $90-110^\circ\text{C}$, а на глибині 20-40 см їх температура сягає 325°C .

Моноклінна сірка поширена незначно. Вона зустрічається окремо від кристалів і агрегатів ромбічної сірки. Кристали моноклінної сірки мають пластинчатий і листуватий вигляд. Розміри кристалів сірки не перевищують 2 мм, товщина - десятки частки міліметрів. Іноді кристали утворюють хрестоподібні

зростки. Колір кристалів - жовтий, зелений. Характерні жолобкоподібні кристали сірки, схожі на кристали моноклінної вулканогенної сірки і відрізняються від неї розвиненими гранями пінакоїда, сплюснутістю по {001} і відсутністю кристалів стовпчастого вигляду.

Кристали і агрегати ромбічної сірки покривають стінки пустот і тріщин на поверхні вуглевміщуючих порід. Кристали ромбічної сірки - жовті (від блідих до солом'яних відтінків), від напівпрозорих до прозорих, з нерівним зламом. Найбільш розвинені паралельні зростки, що складаються з великої кількості невеликих (0,1-1 мм) діпірамідальних кристалів. У деяких порожнинах зростки дуже тонкі, голчасті. Часто зустрічаються скелетні або квіткоподібні агрегати сірки. Поширені також дендритні зростки, на які іноді нарастають добре утворені діпірамідальні кристали, оплавлені і натічні виділення сірки.

Сірка на породних відвалах знаходиться в асоціації з нашатирем, водними і безводними сульфатами, калієвими і натрієвими квасцями.

Нашатир NH_4Cl

Найпоширеніший мінерал палаючих відвалів Донбасу. Нашатир кристалізується в кубічній сингонії, *твердість* мінералу - 2, *злам* - раковистий, *спайність* недосконала. *Смак* - пекучо-солоний, добре розчинний у воді. Кристали нашатирю характеризуються різним ступенем прозорості - від прозорих до напівпрозорих, мають скляний блиск і забарвлені в різні кольори - білий, кремовий, помаранчевий, світло-жовтий, рожевий, світло-коричневий, сірий, обумовлені наявністю в мінералі різних домішок.

Цей мінерал осідає в місцях виходів гарячих газів у вигляді порошковатих нальотів, сплутано-волокнистих агрегатів, щільних кірочок і добре утворених кристалів і їх зростків. Цікаві кірочки нашатирю, в будові яких можна розрізнити більш щільну підставу і спрямовані до центру пустот і тріщин добре утворені кристали, що утворюють друзовидні щітки. Форма кристалів - ізометричні правильні тетрагон-тріоктаедри і їх комбінації з ромбододекаедром і пентагон-тріоктаедром або псевдопіраміди тетрагонального вигляду. Найбільш поширені кристали нашатирю, де розвинена тільки верхня половина індивіда, а нижня половина не має слідів природної огранки, викривлена і має конусовидне закінчення. Іноді вершини кристалів розщеплені – утворюються багатоголові або скипетровидні агрегати. Серед виділень нашатирю зустрічаються натічні, дендритні і скелетні форми.

Кристали нашатирю, часто кородують - їх основи перетворилися в стрункі ніжки, а головки стали округлими, покритими точковими ямками і

борозенками. На великих багатогранниках нашатирю іноді відзначені лускаті лінії шарів росту.

Нашатир зустрічається в парагенезисі з сіркою, чермігітом, реальгаром, квасцями і масканьїтом.

Масканьїт $(\text{NH}_4)_2 [\text{SO}_4]$

Представлений у вигляді порошковатих нальотів, пузиристих кірочок товщиною в кілька міліметрів, дрібнозернистих агрегатів, дрібних кристаликів довжиною до 1 мм. Менш поширені волокнисті і натічні форми. *Колір* мінералу частіше світло-сірий, білий, жовтуватий, коричневий, іноді чорний і залежить від домішок інших сульфатів, органічної речовини та вугільного пилу. Кристалізується в ромбічній сингонії, *блиск* скляний, *колір риси* - білий, *злам* від нерівного до раковистого, *твердість* - 2,5, *на смак* їдкий і гіркий, добре розчинний у воді. У породах териконів він знаходиться в асоціації з сіркою, нашатирем, алуногеном, чермігітом.

Піккерингіт $\text{MgAl}_2 [\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$

Кристалізується в моноклінній сингонії. *Колір* агрегатів піккерингіта - світло-сірий, зеленувато-сірий, жовтувато-сірий, білий. На деяких відвалах утворює скоринки і нальоти товщиною до 2-3 см, що складаються з радіально-променистих, сплутано-волокнистих, голчастих агрегатів призматичного габітусу. *Твердість* 1,5, недосконала *спайність*, добре розчиняється у воді. *Голочки піккерингіта* безбарвні, довжиною до 1 мм, блиск кристалів - шовковистий. Зустрічається в парагенезисі з тамаругітом, галотрихітом і алуногеном.

Алуноген $\text{Al}_2 [\text{SO}_4]_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$

Утворює нальоти, натічні утворення, сплошні тонкі скорлупоподібні або пухкі кірки, мілколускуваті агрегати білого, світло-сірого, зеленувато-жовтого *кольору* поблизу вогнищ горіння порід. Сингонія мінералу - триклінна, вигляд кристалів - пластинчастий, волокнистий. У дощову погоду пастоподібні маси алуногену стікають униз, утворюючи на стінках порожнин горельників натічні форми. Проникаючи в гарячі зони вони частково десульфатизуються і стають червоними через виділення тонкодисперсного гематиту. Якщо алуноген насичений сірчанам ангідритом, то на відкритому повітрі він швидко перетворюється в напіврідку сірчаноокислотну пасту (таке явище спостерігалось

на териконі шахти 1-7 "Ветка"). *Твердість* 2, легко розчиняється у воді. Зустрічається у *парагенезисі* з чермігітом, тамаругітом, піккерингітом, галотрихітом, епсомітом, квасцями. [1], [4], [7], [11], [12], [14].

Практична робота 8

ВИВЧЕННЯ УМОВ УТВОРЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ МІНЕРАЛІВ ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ ДОНБАСУ

Мета роботи: вивчення умов утворення техногенних мінералів шахтних териконів Донбасу, а також їх парагенетичних асоціацій.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис умов утворення техногенних мінералів шахтних відвалів Донбасу, а також їх парагенетичних асоціацій.

Завдання: вивчити умови утворення техногенних мінералів шахтних відвалів Донбасу, а також їх парагенетичні асоціації.

Методика і послідовність роботи.

Утворення техногенних мінералів на породних відвалах вугільних шахт обумовлено процесами сірчаноокислотного розкладання порід і прямого возгону (табл. 8.1).

Утворені в глибині відвалів газу, що складаються з CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , CH_4 та ін., спрямовуються по тріщинах до поверхні, утворюючи "псевдофумароли". Вони збагачені (за рахунок вилюговування з порід, що їх вміщують) Mg , Na , Al , Fe , K , а також летючими елементами і сполуками - S , F , Cl , As та ін. При виході фумарольних газів на денну поверхню різко змінюються їх фізико-хімічні параметри (зміна лужно-кислотних умов, падіння температури і тиску), що призводить до відкладення речовини. Температура вихідного флюїду досягає 300°C . Численні виходи гарячих газів спостерігаються на вершині і прилеглих до них частинах відвалів.

Таблиця 8.1. Класифікація техногенних мінералів шахтних териконів за температурами утворення

Мінерали	Температура утворення	Процес утворення мінералів
Мулїт, кристалобалїт, шпїнелї, муассонїт	1200 – 800°C	високотемпературна зміна порід, включаючи термальний метаморфізм
Плагїоклази, андалузит, трїдїмїт	800 – 500°C	

Гематит, магнетит, кордієрит	500 – 300°C	
Сірка, нашатир, амоніста селітра, реальгар, масканьїт, летовіцит	300 – 90°C	середньотемпературні і низькотемпературні псевдофумарольні процеси
Пікєрингіт, алуноген, ангідрит, тамаругіт, квасці, галотрихіт, гіпс, халькантит, сомольнокіт та ін. сульфати	90 – 40°C	низькотемпературні процеси гіпергенної зміни порід під дією сірчаної кислоти та інших агентів
Оксиди, гідроксиди, карбонати, силікати	температура повітря у поверхні відвала	вивітрювання порід на поверхні відвалу

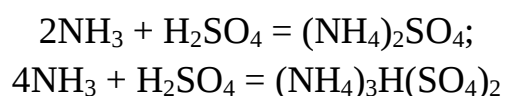
При температурі 95°C відбувається утворення самородної сірки. З ростом температури кількість парів сірки в газових струменях поступово зменшується, а вміст аміаку зростає. Температура відкладення жовтуватого нашатирю (80-90°C), безбарвного (120°C і вище). У зв'язку з різною температурою відкладення навколо вогнищ горіння спостерігається зональність в розподілі сірки і нашатирю. Добре утворені чисті і прозорі кристали приурочені, як правило, до центральних частин каналів, по яких відбувається витікання гарячих газів. Світло-жовтий від домішок сірки нашатир і сірка, температура утворення якої нижче, ніж у нашатиря, розташовуються зазвичай на периферії псевдофумарольних зон.

Утворення нашатирю йде за схемою:



Водень і азот постійно входять до складу вугілля, газоподібний HCl утворюється при розкладанні вуглистої речовини і інших компонентів відвальної маси, до складу яких входить деяка кількість хлору.

Масканьїт і летовіцит - найпізніші мінерали псевдофумарольної фази, які утворюються аналогічно нашатирю при взаємодії вихідного аміаку з сірчаної кислотою:



Спільно з цими мінералами на відвалах в результаті псевдофумарольної діяльності утворюються аммоніста селітра і реальгар. Відкладення селітри відбувається при температурі близько 125°C, а реальгару - 90-140°C.

Гіпергенні зміни порід в поверхневих шарах відвалів визначаються потужним впливом сірчаної кислоти, яка утворюється при хімічному і біохімічному окисленні піриту. Температура утворення мінералів цієї групи – 20-80°C. Сірчана кислота інтенсивно розкладає силікати вугленосних порід, переводячи мінерали у вигляді сульфатів в розчин. Розчини, насичені сірчаною кислотою, запозичують з порід, що вміщують залізо, алюміній, магній, натрій, калій та інші елементи. Вони можуть мігрувати в кислих середовищах. Зміна концентрації розчину сприяє випаданню з нього сомолюнокіта, галотрихіта, алуногена, пікерингіта та інших мінералів. Вивільнені з породи луги входять до складу квасців. Утворення гіпсу і ангідриту відбувається в результаті зміни сірчано-кислотними розчинами карбонатвмісних породами: гіпс осідає при температурі до 42°C, при більш високих - утворюється ангідрит.

В результаті випаровування сірчано-кислотних розчинів утворюються епсоміт і гексагідрит (при випаровуванні відбувається концентрація Na, Mg, Ca, Cl).

Високотемпературна зміна порід териконів ($t = 450 - 1200^\circ\text{C}$) призводить до випалювання, переплавлення порід в шлакообразну масу, спікання. При температурі 800-1200°C породи відчують термальний метаморфізм. При температурі близько 450°C утворюються гематит, магнетит, ільменіт, при $t = 600 - 750^\circ\text{C}$ - плагіоклази, андалузит, тридиміт; $t = 800-1200^\circ\text{C}$ - кристобаліт, муліт, шпінель. В результаті високотемпературної зміни сланців виникає муліт (950 - 1000°C).

За температурою утворення і комплексом мінеральних видів можна виділити кілька зон мінералоутворення. В безпосередній близькості від осередка горіння знаходиться *сірчано-нашатирна зона*, в ній переважають легколетючі хлор, азотисті сполуки і самородна сірка. *Сірчано-нашатирна зона* характеризується високими температурами мінералоутворення і невеликим набором мінералів - продуктів возгону: сіркою, нашатирем, масканийтом, іноді амоністою селітрою і реальгаром (до 300°C). У міру зменшення температури газу змінюють свій склад. В них збільшується кількість менш рухомих і важких вуглеводнів, сірчистих конденсатів і продуктів взаємодії останніх з вміщуючими породами.

Сульфатно-нашатирна зона характеризується підвищеною температурою газових струменів (90-150°C). Утворюються нашатир, летовіцит, амоніста селітра. Потім йде *сульфатно-сернокислотна зона* (60-90°C) - відбувається інтенсивне утворення сірчаної кислоти і її взаємодія з вміщуючими

породами, яка закінчується формуванням ангідриту, алуногену, пікерингіта, тамаругіта, мелантеріта та інших сульфатів.

Квасцова зона об'єднує невеликі групи низькотемпературних (40-60°C) джерел. У цій зоні утворюються гіпс, чермігіт, калієві і натрієві галуни. Таким чином, в крайових зонах мінералоутворення відбувається в результаті *процесів заміщення*, а в центральній частині - в результаті *прямого возгона*. [1], [7], [11], [12], [14].

Практична робота 9

ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ КРИСТАЛІВ І АГРЕГАТИВ ТЕХНОГЕННИХ МІНЕРАЛІВ ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ ДОНБАСУ

Мета роботи: вивчення морфології кристалів і агрегатів техногенних мінералів шахтних териконів Донбасу.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис умов утворення, морфології кристалів і агрегатів техногенних мінералів шахтних відвалів Донбасу.

Завдання: вивчити умови, морфологію кристалів і агрегатів техногенних мінералів шахтних відвалів Донбасу.

Методика і послідовність роботи.

Морфологія кристалів і агрегатів техногенних мінералів вугільних шахт Донбасу найрізноманітніша. Найбільш характерні форми виділення мінералів - нальоти, кірки, вицвіти, окремі кристали і їх зростки, землисті маси і зернисті, тонковолокнисті, натічні агрегати.

Морфологічні особливості мінералів залежать не тільки від сингонії відповідних мінеральних утворень, а й в істотній мірі від умов відкладення (температури, швидкості зростання і тривалості утворення, місць відкладення). Склад газів і хімічний склад вихідних порід не впливають на вигляд мінеральних агрегатів.

У слабо парящих фумаролах на відкритій поверхні утворюються агрегати у вигляді пухнастого нальоту, тонких порошковатих утворень, на стінках тріщин і пустот - щільні дрібно- і середньозернисті агрегати, іноді друзи. На слабо прогрітих фумарольних майданчиках утворюються вицвіти різних форм. Для мінералів, які формуються в результаті сірчаноокислотного розкладання порід териконів, характерні тоненькі скоринки на поверхні відвалів, поширені на площах в кілька квадратних метрів, а також пухкі, шкарлупоподібні, розеткоподібні, гроновидні агрегати.

Температури кристалізації багатьох мінералів близькі між собою, тому возгони представлені тонкої сумішшю багатьох мінералів. Можна виділити

наступні типи агрегатів техногенних мінералів: Зернисті агрегати - суцільні маси доволіно зрощених зерен одного або декількох мінералів, з наведеними нижче характерними формами:

1. ізометрична форма : кубічні кристали нашатирю, чермігіта, квасців;
2. витягнуті в одному напрямку (стовпчасті, шестуваті, волосоподібні, голчасті): сірка, нашатир, реальгар, сульфати (піккерингіт, халькантит, галотрихіт, мелантерит, ангідрит, чермігіт, епсоміт, гексагідрит, муліт);
3. пластинчасті і таблитчасті кристали: гіпс, моноклінна сірка, тамаругіт, халькантит, гексагідрит, летовіцит;
4. складні форми виділення кристалів - кристалічні дендрити, скелетні, скіпетровидні агрегати (нашатир, сірка).

Скелети - це вершинні і реберні форми росту кристалів, які утворюються з сильно пересичених розчинів. *Дендрити* є також результатом вершинного і реберного зростання, яке йде при нерівномірній дифузії речовини до кристалу. *Дендритна* форма є наслідком не тільки високої концентрації мінералів з парогазової фази, але і великої швидкості осадження мінералів. Основним елементом будови дендритних утворень є поєднання окремих променів, що виходять із загального центру. При цьому бічні кристалики розвиваються лише в одну сторону від центру кристала (у вигляді "ялинок"). Іноді на вершинах дендровидних кристалів утворюються діпіраміди (сірка) або октаедри (нашатир).

Кристали деяких мінералів мають своєрідну морфологію - вони розщеплені з країв і утворюються в тому випадку, якщо в середовищі є чужорідні мікрочастинки, розмір яких порівняємо з товщиною шару наростання кристала. В результаті формуються розщеплені кристали різної морфології - розетки, сноповидні утворення і т.д. Були зустрінуті зразки кристалів сірки, розщеплені уздовж певної площини, по обидва боки від якої відбулося загинання кристалів, які часто закінчуються краплевидними потовщеннями. Псевдопірамідальні кристали нашатирю, вершини яких нерідко розщеплені, утворюють багатоголові або скіпетровидні агрегати.

Щільні скоринки утворюються в добре захищених місцях, в тріщинах і каналах витоку газів. Товщина кірочок - до декількох сантиметрів (характерні для сірки, нашатирю, масканыта, гіпсу, ангідриту, гематиту).

Волокнисті агрегати зазвичай формуються в тріщинах, що поступово розкриваються, коли швидкість розкривання менша або дорівнює швидкості росту індивідів (мелантерит, галотрихіт, гіпс). Волоконця мелантерита ростуть від двох стінок назустріч один одному. Агрегати вигнуті або розташовуються косо по відношенню до стінок, на яких вони росли, що свідчить про переміщення стінок під час формування агрегатів.

Агрегати натічної форми характерні для сірки, нашатирю, галотрихіта, чермігіта, епсоміта. Це - тоненькі, злегка вигнуті сталактити довжиною до 2 мм, що звисають зі стінок невеликих жеод. Іноді сульфати утворюють шкорлупуваті скоринки, розеткоподібні або гроновидні сферичні утворення (пікерингіт, алуноген, гіпс).

Землисті маси - м'які борошністі скупчення з нерозрізненої кристалічною структурою. Прикладом можуть служити утворення реальгару, гідроксидів заліза, сульфатів (халькантит, епсоміт, галун).

Нальоти і примазки зустрічаються у вигляді тонких плівок (товщиною до 1-2 мм), що покривають поверхні гірських порід. Вони характерні для масканьїта, нашатирю, халькантита, галотрихіта, алуногена, епсоміта, гексагідрита, квасців.

Випоти зустрічаються на слабопарящих фумарольних майданчиках у вигляді дуже тонких кірочок або моховидних, пухнастих утворень. Вони характерні для водних сульфатів - чермігіта, епсоміта. [2], [5], [7], [11], [12], [14].

Практична робота 10

НОВІ НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА МІНЕРАЛЬНОГО СИРОВИНИ ДОНБАСУ ТА УКРАЇНИ

Мета роботи: вивчення нових нетрадиційних джерел мінеральної сировини в Україні та напрямів її використання в народному господарстві.

Порядок оформлення роботи: вказати тему і мету роботи, надати опис фізико-хімічних властивостей мінералів, які використовуються в якості нових джерел мінеральної сировини, напрямків їх використання.

Завдання: вивчити на зразках робочої колекції мінерали ставроліт, вермикуліт, глауконіт та ін., особливості їх фізико-хімічних властивостей, які дозволяють використовувати ці мінерали в якості нових джерел мінеральної сировини, а також напрямки їх використання.

Методика і послідовність робіт.

Геологами в Донбасі виявлено 834 родовища понад 50 видів мінеральної сировини. Однак використовується ця сировина не повністю, тому що розробляється менше половини родовищ; крім цього мінеральна сировина, яка розробляється, використовується нерационально.

1. Сільське господарство Донецької області, в основному, орієнтоване на агрохімічну сировину, що привозиться, хоча воно має в своєму розпорядженні достатньо великі ресурси корисних копалин для виробництва мінеральних добрив. В першу чергу - це фосфорити і калійні солі. На півдні Донбасу в Амвросіївському районі були відкриті два нових перспективних родовища

фосфатних руд: Новоамвросієвське і Осиківське. Горизонт фосфоритів потужністю 5-6 м приурочений до верхньокрейдяних порід, представлених піщанистими мергелями і кварц глауконітовими пісковиками. Мінеральний склад фосфоритних руд порівняно простий: фосфорит у вигляді зерен і їх скупчень, а також дрібних конкрецій, глауконіт, кварц, кальцит, глинисті мінерали.

Слід зазначити важливу особливість руд: фосфор знаходиться не тільки в фосфориті, а й в зернах глауконіта (до 40% P_2O_5) в добре засвоюваній рослинами формі. Глауконіт може бути використаний в якості нової, нетрадиційної мінеральної сировини. Глауконіт - водний алюмосилікат заліза і магнію, що містить від 4 до 9,5% окису калію і 2,4-4,5% окису магнію і є унікальним новим добривом.

2. Необхідним компонентом нерудної сировини у чорній металургії є плавиковий шпат або флюорит, який застосовується в якості флюсу. Ця дефіцитна в Україні сировина може бути замінена мінералом ставролітом – новим нетрадиційний видом мінеральної сировини. Ставролітовий концентрат є екологічно чистим, не містить з'єднань, що виділяють в процесі плавки токсичні речовини, негігроскопічний, має рівний гранулометричний склад.

Сланці Осипенківського родовища, в долині р. Берда, вміщують до 35% мінерала. Технологічними дослідженнями доведено, що з руд Осипенківського родовища можна отримати 90% ставролітового концентрату, а також попутно гранатовий, біотитовий, кварцовий і польовошпатовий концентрати. Властивості розріджувача розплавів визначаються високим вмістом в ставроліті глинозему (52-54%) і закисного заліза (11-14%).

Заміна плавикового шпата ставролітом у великих масштабах сприятиме поліпшенню глобальної екологічної обстановки і збереженню озонового шару Землі.

3. Важливе екологічне значення має вермикуліт, який утворюється в результаті природних процесів гідратизації та інших змін флогопіта і біотита, з різким збільшенням вмісту води. Основною і найбільш цінною властивістю вермикуліта є здатність його при прокалюванні сильно збільшувати свій обсяг в 10-20 разів.

Вспучений вермикуліт при охолодженні зберігає набутий об'єм із найтоншими прошарками повітря на заміну водяної пари між листочками слюди, що і надає йому багато цінних властивостей. Обпалені маси вермикуліта характеризуються підвищеною вогнестійкістю, високою звукопоглинаючою здатністю, низькою теплопровідністю.

Вермикуліт може бути використаний в будівництві і виробництві теплоізоляційних матеріалів, вермикулітові засипки в стінових конструкціях

застосовуються в місцях з жарким кліматом як засіб проти перегрівання приміщень, в північних регіонах для збереження тепла, для ізоляції холодильних камер і склепінь мартенівських печей, для звукової ізоляції камер випробування авіаційних та автомобільних двигунів. Близько 20% вермикуліту використовується в сільському господарстві. Він застосовується з метою поліпшення властивостей як легких (піщаних), так і важких (глинистих) ґрунтів. Високі теплоізоляційні властивості вермикуліта і здатність поглинати велику кількість води роблять його незамінним пакувальним матеріалом для зберігання і транспортування живих рослин. Він використовується для очищення стічних вод від нафтопродуктів, як промисловий сорбент високорадіоактивних радіо-137 і стронцію-90 з відходів ядерних підприємств та ін. В Приазов'ї виявлено 36 проявів і родовищ вермикуліту - Кам'яномогільське, Андріївське, Родіонівське, з вмістом вермикуліту в рудах 20-25%.

Приклад опису мінералів, що можуть використовуватися в якості джерел нової нетрадиційної мінеральної сировини Донбасу і Приазов'я

Ставроліт - $FeAl_4Si_2O_{10}(OH)_2$

Ромбічна сингонія. Зовнішність кристалів - короткі і товсті призми, характерні двійники, що нагадують прямокутний або косий хрест. *Колір* - червоно-бурий до буро-чорного, рідко - прозорий, *блиск* - скляний, *твердість* - 7-7,5, *спайність* - ясна. *Походження* - характерний мінерал кристалічних сланців. Часто зустрічається в породах, багатих кремнеземом і залізом, а також в розсипах. *Парагенезис* - гранати, андалузит, кордієрит, магнетит, мусковіт, дістен, біотит, кварц, силіманіт. *Приклади родовищ* - Південний Урал, оз. Байкал.

На Україні зустрічається в ставролітових гнейсах р. Берда, в Українських Карпатах, в районі Кривого Рогу.

Вермикуліт - $(Mg,Ca)_{0,3-0,5}(Mg,Fe,Al)_3[Si_{4-x}Al_xO_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$

Моноклінна сингонія. Утворюється у вигляді псевдоморфоз по біотиту або залізного флогопіту. *Колір* - бурий, жовто-бурий, золотисто-жовтий, бронзово-жовтий, зелений, *блиск* - слабший, ніж у біотита, жирний, *твердість* - 1-1,5, *спайність* - досконала. Під час прокалювання (температура 900-1000°C) збільшується в обсязі до 15-25 разів, обпалені маси вермикуліта плавають у воді (щільність 0,6-0,9 г/см³). З цим пов'язані високі теплоізоляційні властивості обпаленого вермикуліта.

Походження: утворюється під час вивітрювання біотита; в гідротермально змінених біотитових або флогопітових жилах. Також утворюється метасоматичним шляхом за рахунок ультраосновних порід. *Парагенезис* - слюди. *Приклади родовищ* - ОША, Західна Австралія.

На Україні встановлений в корі вивітрювання габброїдів (Приазов'я, Кам'яні Могили) і гранат-біотитових гнейсів (с. Родіоновка). Зустрічається також в Придністров'ї та Вінницькій області. На Петровській ділянці Приазов'я утворює лускаті виділення розмірами 0,1-0,2 до 10 мм. Колір вермикуліта Приазов'я - коричневий різних відтінків, золотисто-жовтий, зелений, сріблястий, блиск - скляний, жирний до перламутрового. Після вспучування - сріблясто-сірого кольору, не просвічує. [1], [4], [8], [9], [14], [15].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии : учебное пособие / А.Г. Бетехтин – М. : КДУ, 2007. – 721 с.
2. Павлишин В.І. Генезис мінералів. Підручник / В.І. Павлишин , О.І. Матковський, С.О. Довгий. – Друге видання: К.: КНТ, 2007. – 556 с.
3. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія. Підручник / В.І. Павлишин, С.О. Довгий. – : К.: КНТ, 2008. – 536 с.
4. Корисні копалини. Підручник для ВУЗів. Панов Б.С., Куш О.О., Панов Ю.Б. — Донецьк: ДонНТУ, 2008. — 448 с.
5. Булах А.Г. Минералогия с основами кристаллографии. – М.: Недра, 1989. – 351 с.
6. Булах А.Г., Золотарев А.А., Кривовичев В.Г. Общая минералогия. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
7. Мінералогічний словник / Укл. Білецький В.С., Омельченко В.Г., Горванко Г.Д. – Маріуполь: Східний видавничий дім, 2016. – 488 с.
8. Мінералого-петрографічний словник. Книга перша. Мінералогічний словник / Укл.: Білецький В.С., Суярко В.Г., Іщенко Л.В. – Харків: НТУ «ХП», Київ: ФОП Халіков Р.Х. 2018. – 444 с.
9. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна: В 2 т / Наук.думка. – Киев, 1975. – Т. 1 – 221 с.
10. Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Приазовья. – Киев: Наукова думка, 1980. – 432 с.
11. Неоминерализация горящих угольных отвалов Донбасса / Б.С. Панов, Ю.А. Проскурня, В.С. Мельников, Е.Е. Гречановская // Минерал. журнал. – 2000. – Т. 22, №4. – С. 37-46.
12. Панов Б.С., Проскурня Ю.А. Особенности генезиса некоторых техногенных минералов горящих отвалов угольных шахт Донбасса // Труды ДонГТУ. Сер. горно-геологическая. – 2000. - №11. – С. 141-145.
13. Сребродольский Б.И. Тайны сезонных минералов. – М.: Наука, 1989. – 144 с.
14. Чесноков Б.В. Щербакова Е.П. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). – М.: Наука, 1991. – 152 с.
15. Щербак Н.П., Павлишин В.И., Литвин А.Л. Минералы Украины: Краткий справочник. – Киев: Наук. думка, 1990. – 408 с.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт з дисципліни «Регіональна та екологічна
мінералогія»
для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної форми навчання за
спеціальністю 103 Науки про Землю

Укладач: Сахно С.В.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
85300, м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2.