

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра геології та розвідки родовищ корисних копалин

І.В. Жильцова, М.В. Рузіна, О.В. Сливна

**ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ НЕМЕТАЛЕВИХ
КОРИСНИХ КОПАЛИН**

**Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 103 Науки про Землю**

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Жильцова І.В.

Промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 103 Науки про Землю / І.В. Жильцова, М.В. Рузіна, О.В. Сливна; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 59с.

Автори:

І.В. Жильцова, канд. геол. наук, доц.,

М.В. Рузіна, д-р геол. наук, проф.,

О.В. Сливна, канд. геол. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 103 Науки про Землю (протокол № 1 від 19.09.2023) за поданням кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин (протокол № 2 від 19.09.2023).

Методичні рекомендації містять опис методики виконання практичних робіт з дисципліни «Промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин» студентами спеціальності 103 Науки про Землю.

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності бакалаврів та закріплення практичних знань з даної дисципліни.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри геології, розвідки родовищ корисних копалин І.В. Жильцова, канд. геол. наук, доц.

ЗМІСТ

Вступ	4
Критерії оцінювання практичних робіт.....	5
Практична робота № 1 Промислові типи родовищ графіту	6
Практична робота № 2 Промислові типи родовищ слюд	9
Практична робота № 3 Промислові типи родовищ азбесту	12
Практична робота № 4 Промислові типи родовищ тальку і бариту	16
Практична робота № 5 Промислові типи родовищ флюориту	19
Практична робота № 6 Промислові типи родовищ гіпсу, ангідриту та фосфатів	23
Практична робота № 7 Промислові типи родовищ сірки	28
Практична робота № 8 Промислові типи родовищ мінеральних солей	30
Практична робота № 9 Промислові типи родовищ мінеральних пігментів	34
Практична робота № 10 Промислові типи родовищ керамічної сировини	37
Практична робота № 11 Промислові типи родовищ карбонатних порід	41
Практична робота № 12 Промислові типи родовищ глин та каолінів ..	46
Практична робота № 13 Промислові типи родовищ піску і гравію	50
Практична робота № 14 Промислові типи родовищ пісковиків та кварцитів	54
Список рекомендованої літератури	57

ВСТУП

«Промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин» – навчальна дисципліна, яка вивчається на четвертому курсі студентами спеціальності 103 «Науки про Землю».

Предметом дисципліни «Промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин» є вивчення промислових типів родовищ неметалевих корисних копалин та закономірностей їх поширення в земній корі.

Об'єкт досліджень - родовища неметалевих корисних копалин.

Метою практичних робіт дисципліни є закріплення теоретичних знань, отриманих при вивченні курсу «Промислові типи неметалевих корисних копалин». Для досягнення поставленої мети проводиться вивчення колекцій корисних копалин різних промислових типів неметалевих родовищ. Вивчення корисних копалин відбувається за допомогою простих засобів, які є доступними геологу в польових умовах.

Основні завдання практичних робіт з дисципліни:

- закріплення теоретичних знань з промислових типів родовищ неметалевих корисних копалин;
- вивчення конкретних родовищ за колекціями зразків;
- ознайомлення студентів з різновидами неметалевих корисних копалин.

Внаслідок виконання робіт студенти мають засвоїти принципові поняття про геологічні параметри, які дають можливість обґрунтувати вимоги промисловості до кількості і якості руд і отримати уявлення про різнобічність та тотожність головних геологічних особливостей родовищ різного походження.

Успішне виконання практичних робіт повинно ґрунтуватись на знанні мінералогії, польової діагностики мінералів, петрографії, які студенти отримали у попередніх семестрах.

Методи викладання націлені на сприяння поєднанню теорії з практикою; усвідомлення потреби в оволодінні теоретичними знаннями для розв'язання проблем практичного спрямування; розвиток аналітичних здібностей та мислення, створення сприятливих умов для задіяння інтелектуальних ресурсів особистості студента; спонування до самооцінки та особистісного і професійного самовдосконалення.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Навчальні досягнення здобувачів за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за 100 бальною шкалою.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
48	52	40	100

Виконання практичних робіт є обов'язковим. Практичні роботи оцінюються за якістю виконання звітів та відповідністю до очікуваних результатів навчання. Кількість практичних робіт з дисципліни «Промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин» - 14. Практичні роботи виконуються впродовж 7 семестру. Максимальна оцінка за кожну із перших чотирьох робіт – 3 бали, а з п'ятої по чотирнадцяту роботу - 4 бали.

Номери практичних робіт	Максимальна оцінка
1, 2, 3,4	3
5,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	4

Очікувані результати навчання:

- 1) Знати особливості геологічної будови, закономірності утворення і розміщення основних родовищ неметалевих корисних копалин.
- 2) Розрізняти різновиди неметалевих корисних копалин за їх речовинним складом та властивостями.
- 3) Знати промислові типи родовищ неметалевих корисних копалин;
- 4) Визначати промислові типи неметалевих корисних копалин за мінеральним складом, фізико-хімічними властивостями і структурно-текстурними особливостями мінеральної сировини.
- 5) Знати вимоги різних галузей народного господарства до якості неметалевих корисних копалин.
- 6) Володіти інформацією про різновиди мінеральної сировини та її взаємозамінність штучними аналогами.
- 7) Володіти інформацією щодо областей застосування неметалевої сировини.
- 8) Володіти інформацією щодо запасів та ресурсів неметалевої мінеральної сировини, масштабів її видобутку та галузей її використання.

Вимоги до оформлення. Звіти з практичних робіт виконуються відповідно до стандарту ДСТУ 3008 – 15. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [11]. Звіти відсилаються на електронну пошту викладача, не пізніше, як за тиждень до підсумкового контролю (заліку).

Практична робота № 1

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ГРАФІТУ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу руд всіх промислових типів родовищ графіту.

Завдання - вивчити колекцію зразків руд графіту. Виконати опис зразків графіту з родовищ різних промислових типів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні

- знати фізичні та хімічні властивості графіту,
- визначати текстури і структури графітових руд;
- розрізняти геолого-промислові типи графітових руд за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування графіту;
- знати вимоги промисловості до якості руд;
- знати кондиції графітових руд;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ графіту різних промислових типів.

Найважливіші теоретичні положення

Графіт являється однією із модифікацій вуглецю, яка кристалізується в гексагональній сингонії та відноситься до самородних елементів. Має низьку твердість (1), високу вогнетривкість і електропровідність, низький модуль пружності, високу питому теплоємність, хороший опір термічному удару, корозійну стійкість, хімічно - мало активний. Густина графіту 2250 кг/м³. Звичайно утворює лускоподібні, стовпчасті, масивні, гніздоподібні, сферолітові, сферолітоподібні і циліндричні зональні агрегати.

Серед природного графіту розрізняють явнокристалічні і приховано кристалічні різновиди. Розмір перших кристалів перевищує 1 мм, других - менше 1 мм. В промисловості за величиною кристалів виділяють крупнокристалічні (понад 50 мм), дрібнокристалічні (менше 50 мм) і тонкокристалічні (менше 10 мм). Розрізняють три типи графітових руд: лускоподібні, повнокристалічні, прихованокристалічні.

За походженням графіт метаморфічний і магматичний; відомі також пегматитові, пневматоліто-гідротермальні і контактово-метасоматичні родовища. Промислові скупчення графіту пов'язані в основному з метаморфічними родовищами.

Магматичні родовища графіту рідкісні і приурочені переважно до лужних і основних порід. Самими відомими магматичними родовищами графіту є Курейське, Ногинське і Тайгинське (Росія), Ботогольське або Аліберівське (Східні Саяни) (пов'язано з нефеліновими сієнітами), Черемшанське і Міаське (Урал, Росія), Клей (штат Алабама, США), Коопаг (Таїланд) - в гранітах, Гару (Німеччина), Оширебетсу (Японія) - в основних породах.

Метаморфічні родовища представлені збагаченими (від 2 до 30, іноді

до 60%) лусковим графітом кристалічними сланцями, гнейсами, кварцитами, мармуризованими вапняками, доломітами. Лускоподібний графіт утворюється при метаморфізмі древніх осадових товщ. Форма покладів пласто- і лінзоподібна, витримана за потужністю і протяжністю. Графітові луски утворюють розсіяну вкрапленість в породі. Вміст вуглецю в руді складає в середньому 3-8 %. Типовий приклад таких родовищ - Завалівське в Україні; подібні родовища відомі також в Канаді і інших країнах.

Особливе місце займають *метаморфічні* апокам'яновугільні родовища, які є основним джерелом прихованокристалічного графіту. Цей різновид графіту складає потужні і протяжні шароподібні поклади, які іноді переходять у вугілля. Вміст вуглецю в цьому графіті складає 80-90%. Основні породоутворюючі мінерали в рудах графіту: кварц, польовий шпат, серицит, хлорит, кальцит. Вони пов'язані з вугленосними відкладами, які зазнали інтенсивного контактово-термального метаморфізму під впливом інтрузій або інтенсивних тектонічних деформацій. Поклади розробляються відкритим і підземним способами. До родовищ цього типу належать Боївське, Полтавське і Бредницьке на Уралі, родовища штату Сонора в Мексиці (Морадільяс, Фортуна та ін.).

Графітоносні пегматити відомі в товщах графітоносних гнейсів на ряді графітових родовищ країн СНД, Бразилії, Індії, Канади. Пневматоліто-гідротермальні родовища знаходяться на острові Шрі-Ланка, в провінції Квебек (Канада), штаті Монтана (США), Кумберленд (Великобританія), Чун-Чинг-Кун (Південна Корея), Тут рудоносними є штокверкові зони, утворені серіями жил переважно кварц-карбонатного складу що збагачені крупнолусковим і повнокристалічним графітом.

В родовищах *гідротермально-пневматолітового* генезису повнокристалічний графіт складає жили і лінзи або гнізда, лінзи і вкрапленість в контакт-реакційних родовищах. Родовища пов'язані із згідними, рідше січними пегматитовими, кварцовими, польовошпатовими і кальцитовими жилами. Руди складені польовим шпатом, кварцом, рідше слюдою, карбонатом. Графіт, від крупно- до тонкокристалічного, складає лускові і волокнисті агрегати. Вміст його в рудах 15-40%, в деяких родовищах - 60-90%. Розробляється звичайно підземним способом.

Контактово-метасоматичні графітоносні родовища приурочені до зон контакту збагачених вуглецем карбонатних і сланцевих порід з лужними і габроїдними породами, рідше - гранітами. Руди в скарнових зонах збагачені гранатом, воластонітом, піроксеном, скаполітом, а також мінералами лужних і габроїдних порід (нефеліном, канкринітом, содалітом, сфеном, апатитом). Родовища відомі в Канаді (провінції Онтаріо і Квебек), в Узбекистані (родовище Тас-Казган).

Застосовується графіт в металургії (тиглі, ливарні форми, протипригарні фарби), в хімічному машинобудуванні (футерувальний матеріал, труби та ін.), у виробництві колекторів для динамомашин,

електродів, провідних порошоків, змащувальних матеріалів, антифрикційних виробів, в ядерній техніці, у виробництві олівців, фарб, теплоізоляційних матеріалів. Графітові мастила і антифрикційні матеріали застосовуються там, де шкідливі або непридатні змащувальні масла, що працюють в умовах високих температур. Високочистий графіт входить до складу композитних матеріалів, вживаних в авіаційній і космічній техніці. Графіт використовується в атомній енергетиці - для виготовлення блоків і деталей ядерних реакторів.

Світові ресурси природного графіту за оцінкою Геологічної служби США перевищують 800 млн.т. Розвідані загальні запаси по всіх країнах світу оцінюються в 360-380 млн.т, а підтверджені (промислові) - близько 74 млн. т.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків графіту різних промислових типів згідно запропонованій схемі:

- 1) номер зразку корисної копалини, який зазначений на зразку та етикетці;
- 2) назва корисної копалини;
- 3) текстура зразка;
- 4) мінеральний склад зразка у %;
- 5) особливі діагностичні властивості мінералів;
- 6) структура кожного з мінеральних агрегатів, які входять до складу зразка корисної копалини;
- 7) промисловий тип корисної копалини;
- 8) галузі використання корисної копалини;
- 9) вимоги промисловості до корисної копалини (кондиції);
- 10) приклад родовища.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які властивості графіту обумовлюють його промислове використання?
2. Які країни світу видобувають графіт?
3. Які існують генетичні і геолого-промислові типи родовищ графіту?
4. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу графітових руд України.
5. Чим зумовлене використання графіту в металургії?

Практична робота № 2

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ СЛЮД

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу покладів всіх промислових типів родовищ слюд.

Завдання - вивчити колекцію зразків слюд. Виконати опис зразків слюд з 3 родовищ різних промислових типів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні:

- знати фізичні та хімічні властивості слюд,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів слюд за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування слюд;
- знати вимоги промисловості до якості слюд;
- знати кондиції на сировину;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ слюд різних промислових типів.

Найважливіші теоретичні положення

Слюди представляють групу складних алюмосилікатів лужних і лужноземельних мінералів, що характеризуються рядом специфічних особливостей. Незважаючи на широке поширення в природі різних слюд, в тому числі біотита (магнезійно-залізна слюда), лепідоліту, цінвальдіту (літєві слюди) та інших, найбільше промислове значення мають мусковіт (калієво-алюмінієва слюда) і флогопіт (калієво-магнезійна слюда).

Мусковіт $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$ в якості домішок містить Fe 1-4%, Mg 0,2-1,1%, Na 0,1-0,7%, а також незначні кількості Mn, Rb, Cs, Li, Ba, Ca, W, Ti, V; його колір в тонких пластинках - безбарвний і прозорий, в товстих - зелений, димчастий, червонуватий.

Флогопіт - $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$ пофарбований у зеленувато-коричнево-бурштиновий (до чорного) колір, дуже рідко безбарвний. В якості домішок у ньому відзначаються Na, Mn, Rb, Cs, Ba, Li.

Найважливішими властивостями мусковіту і флогопіту є: 1) здатність до розщеплення на тонкі, пружні і гнучкі пластинки; 2) висока механічна міцність; 3) відносно висока хімічна стійкість; 4) термічна стійкість; 5) висока електрична міцність; 6) невеликі діелектричні втрати; 7) високий питомий об'ємний опір в напрямку, перпендикулярному до площини спайності.

Слюди широко використовується в промисловості, сільському господарстві, транспорті та інших сферах народного господарства.

Області застосування слюди різні в залежності від характеру її морфології. Так, до 80 % листової слюди йде на потреби електроніки і електротехніки, в першу чергу, для виробництва високоякісних конденсаторів, передаючих схем та систем блокування, а також

використовується в апаратурі для авіаційної і ракетної техніки, в атомних установках, в телевізійній техніці і радіолокаційних станціях, у високотемпературних трансформаторах, для виготовлення спостережних вікон котлів високого тиску та інших резервуарів, в медичній техніці і в лазерних приладах тощо. На ці та деякі інші цілі в розвинених країнах щорічно витрачається біля 12 тис. т листових мусковитових напівфабрикатів. Найбільш крупні споживачі - США, Японія, Великобританія, Франція, Німеччина. З них лише Росія має власну сировинну базу мусковитової сировини.

Вермикуліт $(\text{Mg,Fe}^{+2}\text{Fe}^{+3})_3[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_3\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, характеризується змінним вмістом Fe, Mg і Al; в ньому може бути істотна домішка Ca, трохи Mn і Ti, а також сліди Na, K, F, Ni, Cr і Ba. Колір бронзовий жовтувато-коричневий до темного, блиск яскравий до перламутрового. Твердість мінералу 2,1-2,8, щільність 2,5 г / см³.

Головною промисловою властивістю вермикуліту є його здатність інтенсивно спучуватися при нагріванні понад 200°C зі збільшенням обсягу в 8-12 разів (гранично в 30 разів); цей процес, супроводжуваний дегідратацією мінералу, закінчується при температурах 800-1000°C. Спучений вермикуліт є прекрасним тепло- і звукоізолятором, непоганим вогнетривом, хімічно стійкий і володіє малою щільністю. Маючи на увазі його термальну обробку неподалік місця споживання, вермикуліт надзвичайно вигідно транспортувати в сирому вигляді.

Серед промислових типів родовищ слюд виділяють: пегматитовий, грейзеновий, скарновий, карбонатитовий, метаморфічний та екзогенний. Найбільш важливим для промисловості є пегматитовий, на який припадає основний обсяг видобутку листового мусковіту.

Формація мусковитових пегматитів відноситься до утворень значних глибин. До формації мусковитових пегматитів належать більшість промислових родовищ, відомих в Індії, Бразилії, Східному Сибіру, Карелії та інших регіонах світу. Пегматити цієї формації мають переважно архейський і протерозойський вік.

Грейзеновий промисловий тип тісно просторово і генетично пов'язаний з гранітоїдними формаціями, де утворюють тіла грейзенизованих гранітів з лускуватим мусковитом (кварц-польвошпат-мусковитова мінеральна асоціація), вміст якого в рудах до 19%. Такі родовища мають масштаби зруденіння до 2 млн т.

Карбонатитовий промисловий тип крупнокристалічного флогопиту в асоціації з олівіном, діопсидом, магнетитом, кальцитом і іншими мінералами в карбонатитових комплексах ультраосновних-лужних порід; розмір покладів десятки-сотні метрів; поряд з флогопітом вони можуть бути джерелом апатиту, магнетиту, бадделеїту, а також вермикуліту та інших видів мінеральної сировини (родовища Лулекоп в ПАР, Якупіранга в Бразилії, родовища Канади, Республіки Малаги та інших країн).

Метаморфічний промисловий тип пов'язаний з метаморфічними

товщами глиноземистих сланців, де мусковіт утворює лускуваті агрегати гранат-кварц-мусковітової з графітом мінеральної асоціації. Такі родовища характеризуються вельми крупними запасами (десятки мільйонів тон), але низькою якістю сировини.

Екзогенний промисловий тип характерний для каолінітових кір вивітрювання мусковитовміщуючих порід і утворює, як правило, невеликі за запасами (до перших млн.т) родовища лускуватого мусковиту, часто гідратованого, низької якості (родовища Франції, Іспанії).

Найбільші за запасами мусковитоносні провінції відомі в Індії, Бразилії, США, Кореї, Китаї, Канаді, Танзанії і Південно-Африканській Республіці; в невеликих обсягах видобувається мусковіт в Австралії і Аргентині в 2002 році вироблено 300 тис. т дрібного і листового мусковиту; в США – 84 (тис. т), Північній Кореї - 40, Індії - 17.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків слюд різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Де і чому використовується мусковіт?
2. Де у світі розташовані відомі родовища мусковіту?
3. Чи видобувається мусковіт в Україні?
4. Що ви знаєте про вермикуліт?
5. Які родовища вермикуліту є в Україні?

Практична робота № 3

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ АЗБЕСТУ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу руд всіх промислових типів родовищ азбесту.

Завдання - вивчити колекцію зразків азбесту. Виконати опис зразків азбесту з родовищ різних промислових типів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні

- знати фізичні та хімічні властивості азбестів,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів азбесту за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування азбестів;
- знати вимоги промисловості до якості азбестів;
- знати кондиції на азбестову сировину;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів азбестових родовищ різних промислових типів.

Найважливіші теоретичні положення

Азбестом називають мінерали груп серпентинів або амфіболів волокнистої будови, здатні при механічному впливі розділятися на найтонші волоконця. За хімічним складом азбестові мінерали є водними силкатами магнію, заліза, кальцію і натрію. Вміст води в азбесту групи серпентину складає 13-14,5%, а в групі амфіболов (залежно від виду) 1,5 - 3%. Він володіє високою термостійкістю: плавиться при температурі 1550°C. Його міцність при розтягуванні вздовж волокон - до 30000 кгс/см², що вище міцності сталі. Стійкий проти лугів, кислот та інших агресивних рідин. Володіє також видатними прядильними властивостями, еластичністю, лугостійкістю, високими сорбційними, тепло-, звуко- і електроізоляційними властивостями.

Серед різновидів азбесту виділяють серпентин-азбести: хризотил-азбест і антигорит-азбест (бастітовий азбест) та амфібол-азбести (тремоліт-азбест, актиноліт-азбест, крокидоліт-азбест, амозит-азбест).

Волокниста будова яскраво виражена у азбесту серпентинової групи, до якої відноситься тільки один вид азбесту - хризотил-азбест, тому він найбільше застосовується в промисловості. Хризотил-азбест має високу міцність на розрив по осі волокнистості. Найбільшу міцність мають волокна азбесту, обережно відокремлені від кускового азбесту.

Хризотил-азбест - це тонковолокнистий білий або зеленувато-жовтий мінерал ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) с шовковистим блиском, утворює прожилки, які мають поперечно-волокнисту будову з довжиною волокон від часток міліметра до 5-6 см товщиною менше 0,0001 мм. Блиск шовковистий. Риска - біла, світло-сіра. Твердість за шкалою Мооса - 2. Щільність 2,5-3,3. Крихкий, розщеплюється. Сингонія моноклінна. Форма кристалічних

виділень волокниста. Спайність вельми досконала. Агрегати волокнисті. Важко розчинний або нерозчинний в кислотах. Придатний для виготовлення вогнетривких тканей. Супутні мінерали: серпентин, олівін, тремоліт, магнетит, леллінгіт, сфалерит, арсенопірит. Генезис гідротермальний, формується в умовах тектонічних зрушень. Родовища: Урал, Сибір; Канада; Трансвааль (Південна Африка) та інші. Прояви повсюдні в областях розвитку серпентинитів, наприклад Цеблиц в Рудних горах, Кушнаппель, Хоенштейн-Ернстгаль, Вальдгейм та ін (НДР).

Антофіліт-азбест є представником амфібол-азбестів ромбічної сингонії, хімічна формула його $(Mg,Fe_2)7Si_8O_{22}[OH_2]$. Зазвичай він зустрічається у вигляді радіально-променистих агрегатів, рідше у вигляді довгого поздовжнього волокна. Колір антофіліту жовтуватий або коричнево-сірий, зелений, сірувато-білий. Розщеплюється на тонкі волокна антофіліт значно гірше хризотил-азбесту і є нееластичним, тендітним. Температура плавлення антофіліту $13000^{\circ}C$. Серед амфібол-азбестів антофіліт є найбільш кислотостійким, причому зберігає цю властивість навіть при температурі $9000^{\circ}C$. Він стійкий також і проти лугів. Волокна антофіліт-азбесту найчастіше короткі.

Амозит за хімічним складом є водним магнезіально-залізистим силікатом, що містить глинозем. Колір його зазвичай сірувато-білий, рідше білий і жовто-сірий, бурий і коричневий. У порівнянні з хризотил-азбестом розщеплюється на окремі волокна значно гірше. Міцність на розрив у недеформованого волокна при звичайній температурі досить висока ($300\text{кг}/\text{мм}^2$), але при деформації (зокрема, при виготовленні текстурних виробів) і особливо при нагріванні різко знижується, Температура плавлення амозиту $1000-12000^{\circ}C$. Для нього характерна велика довжина волокна, в середньому дорівнює $100-175$ мм.

Актиноліт відноситься до залізовмісних кальцієво-магнієвих силікатів. Він зустрічається тільки у вигляді короткого волокна довжиною не більше $5-10$ мм. Застосування його, засноване на високій вогнестійкості, кислото- і лужнотривкості обмежене.

Найбільш важливу промислову групу амфібол-азбестів складають азбести, що відносяться до групи лужних амфіболов. Тут можна виділити, згідно В.П. Петрову і Ю.К. Андрееву крокідоліт, родусит та режікіт.

Крокідоліт - азбест має склад $Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}Si_8O_{22}[OH]_2$.

Для нього характерний синій колір, за яким він отримав другу назву (синій азбест). Товщина волокон крокідоліту майже така ж, як і у хризотил-азбесту. За механічною міцністю він також не поступається хризотил-азбесту, але при температурах $200-500^{\circ}C$ втрачає конституційну воду, тому міцність його знижується при більш низьких температурах, ніж у хризотил-азбесту. Температура плавлення крокідоліту $1150^{\circ}C$. Тепло- і електроізоляційні властивості його майже тотожні властивостям хризотил-азбесту. Крокідоліт-азбест є одним з найбільш кислотно і лужнотривким серед азбестів. Зазвичай довжина його волокна становить $1,5-30$ мм,

максимальна-75 мм.

Родусит має склад $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_2 (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3 \text{Fe}_2^{3+} \text{Si}_8\text{O}_{22} [\text{OH}]_2$, а режікіт - $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_3 (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4 \text{Fe}_2^{3+} \text{Si}_8\text{O}_{22} [\text{OH}]_2$.

Родусит - азбест зустрічається у вигляді жил, приурочених до тріщин кліважу, у вигляді січних і пластових жил, а також у вигляді вкрапленості. Колір родусит-азбесту у зразках синій або блакитно-синій, в розпушеному стані - попелясто-сірий з блакитним відтінком. Температура плавлення 1120°C , питома вага 3,02, середня міцність на розрив недеформованого волокна 170 кг / мм. Довжина волокна переважно 2-7 мм.

Режікіт (магнезіоарфведсонит-азбест) зустрічається у вигляді поперечно-поздовжньо-косих спутановолокнистих жил або у вигляді розсіяної мінералізації. Колір режікіту блакитний, хвиля волокна коливається від декількох міліметрів до 2-3 см; в окремих поздовжньо-волокнистих жилах вона сягає 30 см. Температура плавлення 1100°C , питома вага 3,05 міцність на розрив недеформованого волокна 344 кг/мм.

Генетичні типи родовищ:

1. Контактво-метасоматичні родовища. Утворюються при серпентинізації осадових карбонатно-магнезіальних порід (доломітів, доломітизованих вапняків) на контакті з кислими і основними виверженими породами. Серпентиніт в родовищах не утворює великих тіл, розвинений у вигляді окремих смуг, серед яких хризотил-азбест займає осьову частину рудних тіл у вигляді серії паралельних жилок малої потужності. Розміри родовищ невеликі, хризотил-азбест кращої якості, ніж в гідротермальних родовищах.

2. Гідротермальні родовища хризотил-азбесту. Виникають при процесах серпентинізації ультраосновних порід і представляють основний тип родовищ. Даний процес відбувався у дві стадії: гідротермальна стадія автотематоморфізму при серпентинізації гарячими водами самої магми і друга стадія аллотематоморфічна при серпентинізації ультраосновних комплексів гідротермальними водами, джерелами яких були молодші гранітоїдні інтрузії. У другу стадію серпентинізації утворювалися великі тіла з жилами хризотил-азбесту (родовища Джетигара, Автоврак).

3. Родовища амфібол-азбесту відносяться до гідротермальних різних глибин і різних температур формування. Родовища крокидоліту утворювалися при регіональному метаморфізмі залізисто-кременистих порід, багатих солями натрію і магнію, привнесеними з доломітових шарів, підстилаючих ці породи. У подібних умовах утворювалися і родовища амоситу.

Для родовищ антофіліт-, актиноліт-, тремоліт-, магнезіоарфведсоніт-азбесту характерний зв'язок з метаморфизованими (амфіболізованими, оталькованими, карбонатизованими) ультраосновними породами і серпентинитами. Формування азбестів відбувалося на контакті з кислими інтрузіями під впливом гідротермальних розчинів.

Родовища родусит-азбесту приурочені до товщ пісковиково-

мергелистих відкладень, зібраних в складки та перероблених гідротермальними розчинами.

У світі родовища азбестів зустрічаються на Уралі (Баженівське, Луківське, Аккаргінско-Джетигардінській комплекс), в Красноярському краї, в Південній Африці (Трансвааль).

Азбест використовують для виробництва азбестоцементних матеріалів для будівництва, виробництва азботехнічних виробів для автомобільної, авіаційної, тракторної, хімічної, електрохімічної галузей промисловості, а також для суднобудування, машинобудування, в оборонній промисловості та ракетобудуванні. Унікальність азбесту полягає в повній відсутності природних аналогів і штучних замінників, що володіють такими ж якостями.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків азбестів різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які існують мінеральні різновиди азбесту?
2. Які властивості різновидів азбесту?
3. Які технічні вимоги до азбестової руди?
4. Які генетичні та геолого-промислові типи родовищ азбесту?
5. В яких галузях промисловості використовують азбести?
6. Які особливості азбесту дозволяють його застосовувати в промисловості?
7. Чи можливе відкриття родовищ азбестових руд в Україні?

Практична робота № 4

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ТАЛЬКУ І БАРИТУ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинний склад руд всіх промислових типів родовищ тальку і бариту.

Завдання - вивчити колекцію зразків руд тальку і бариту. Виконати опис зразків руд промислових типів родовищ тальку і бариту

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні

- знати фізичні та хімічні властивості тальку і бариту,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів тальку і бариту за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування тальку і бариту;
- знати вимоги промисловості до якості тальку і бариту;
- знати кондиції на сировину;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ тальку і бариту різних промислових типів.

Найважливіші теоретичні положення:

Тальк — мінерал, силікат шаруватої будови, що містить магній, кремній і кисень. Синоніми – агаліт, жировик, стеатит. Формула: $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$. Жирний на дотик. Головна складова частина мильного каменю або стеатиту. Сингонія моноклінна. Призматичний вид. Густина 2,78. За твердістю – один з найм'якших у світі мінералів - твердість за шкалою Мооса — 1. Колір біло-зелений, білий, іноді з жовтуватим та буруватим відтінком. Блиск скляний, перламутровий полиск. Тонкі листочки прозорі або напівпрозорі. У шліфах безбарвний. Липкий, жирний на дотик, гідрофобний, хімічно інертний (добре протистоїть дії кислот і лугів). Змочений розчином нітрату кобальту, тальк при нагріванні набуває блідо-червоного кольору, чим відрізняється від пірофіліту, який забарвлюється в синій колір. Поганий провідник тепла та електрики. Вогнетривкий. Утворюється як продукт гідротермальної зміни ультраосновних порід, збагачених магнієм. Часто знаходиться з хромшпінелідами, карбонатами магнію, кальцитом. Також утворюється на контакті доломітів з інтрузивними виверженими породами при контактово-метасоматичних процесах. Зустрічається в асоціації з доломітом, актинолітом, турмаліном, магнетитом, піроксенами та амфіболами.

Тальк – головний мінерал талькових руд. Розповсюдження: Соботін (Чехія), Гьопферсгрюн (Баварія), Лобсдорф, Цьобліц (Саксонія) ФРН, Гродзіще (Польща), Ціллertаль (Австрія), Хоспенталь (Швейцарія), Бріансон (Франція), Гудбрандсдален (Норвегія), Медок (Канада), Провіденс (США).

Збагачується переважно пінною флотацією, іноді з магнітною сепарацією.

Найбільш цінним є тальк з низьким вмістом Fe. Використовують у гумовій, паперовій, парфумерній, фармацевтичній та ін. галузях промисловості, як вогнетривкий матеріал. Керамічна, цегельно-черепична сировина. Щільний різновид тальку – стеатит – виробний камінь.

У промисловості використовують переважно мелений тальк, або тальковий порошок. Тальковий порошок застосовують у паперовій промисловості як наповнювач паперу; в лакофарбовій промисловості – для отримання антикорозійних атмосферостійких фарб; в керамічній промисловості – для виготовлення високовольтних ізоляторів, автосвічок, кераміки, електронагрівальних приладів, кислото- і лугостійкої апаратури, технічного і побутового посуду, облицювальних плиток та інших виробів; в парфумерній і фармацевтичній промисловості – для виготовлення пудри, зубного порошку, присипок, як наповнювач для таблеток та ін.; у сільському господарстві – як наповнювач для інсектицидів, для очищення зернових культур. Тальковий камінь застосовують, головним чином, у металургійній і скляній промисловості для виготовлення вогнетривкої цегли, кислото- і лугостійкого посуду, роздільних дощок та інших цілей. На Криворіжжі (Інгулець) на тальковій сировині працює цегельний завод потужністю 60 млн.шт. цегли на рік.

Крім власне тальку, в промисловості найчастіше використовують талькові породи, а саме: талькити із вмістом тальку понад 70% і талькові камені із вмістом тальку 35–70%. Залежно від мінералогічного складу і технологічних властивостей розрізняють тальк-хлоритові, тальк-карбонатні, тальк-магнезитові та інші камені. Тальковий камінь має ще назву горшкового каменю (Україна), мильного каменю (США), сального каменю (Німеччина) і т. ін.

Серед країн Заходу найбільші запаси тальку і талькового каменю мають США, Франція, Італія, Австрія, Норвегія та Індія. Запаси талькової сировини тільки в США оцінюються в 90 млн. т. Безперечний інтерес мають знайдені в кінці ХХ ст. поклади тальк-магнезитового каменю Веселянського родовища України (розвідані запаси становлять понад 130 млн. т). Правдинське родовище талько-магнезиту (Дніпропетровська обл.) має запаси 105 млн. т. Попутний продукт збагачення – нікель-кобальтовий концентрат.

Барит — мінерал класу сульфатів, білого або сірого кольору зі скляним блиском. Цей мінерал має високу питому вагу. Синонім – важкий шпат. Хімічний склад: $Ba[SO_4]$. Містить (%): BaO — 65,7; SiO_2 — 34,3; як домішки наявні Ca, Sr, Pb і Ra. Відміна з високим вмістом стронцію називається баритоцелестином, а з вмістом свинцю і радію – хокутолітом. Найпоширеніший мінерал барію (руда барію). Сингонія ромбічна; вид симетрії ромбо-біпірамідальний.

Для бариту характерні друзи добре утворених кристалів, які досягають інколи дуже великих розмірів. Кристали бариту часто витягнуті по першій осі або пластинчасті по пінакоїду {010}. Агрегати зернисті,

радіально-променисті, тонковолокнисті ниркоподібно-сферолітові, великі ниркоподібно-пластинчасті, щільні суцільні маси. Відомі паралельні зростання бариту з англезитом, вітеритом і кальцитом.

Сингонія бариту ромбічна. Колір білий, сірий, червоний, жовтий, бурий (при забарвленні залізом), світло-бурий. Зустрічаються безбарвні прозорі кристали. Блиск скляний, перламутровий. Прозорість – у тонких відколах просвічує, прозорий. Густина 4,3 - 4,7. Твердість 3,5—3,75. Спайність досконала (від спайності кальциту відрізняється прямим кутом між площинами). Мінерал утворює спайні виколування по ромбічній призмі. Злом нерівний. Крихкий.

За своїм походження барит – типовий гідротермальний мінерал. Він утворює жильні тіла в родовищах кольорових металів. Відомі також барити екзогенного походження. Зустрічається у гідротермальних низькотемпературних жильних рудних родовищах, в осадових породах, у зонах вивітрювання гірських порід і рудних родовищах.

В Україні зустрічається у гідротермальних родовищах Закарпаття, у Нагольному кряжі та ін. місцях Донбасу, а також у Прикарпатті і Придністров'ї. До числа найважливіших родовищ належать скупчення великих кристалів бариту в Камберленді, Корнуоллі, Уестморленді, Нортумберленді (Англія), з антимонітом у Фельшобанье (Румунія), у вигляді конкрецій в мергелях – в горі Патерно поблизу Болоньї (Італія), масивні поклади в штаті Каліфорнія, Джорджія, Теннессі, Міссурі, Арканзасі (США) та у вигляді “пустельних троянд” в Нормані (штат Оклахома, США) і в Саліні (штат Канзас, США).

Використовують барит для виробництва білої фарби, барієвих препаратів, паперу, гуми. Крім того, використовується як обважнювач бурового розчину чи рідини глушіння.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків тальку та бариту різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Яке походження тальку?
2. Які галузі застосування тальку?
3. Які родовища тальку поширені в Україні?
4. Які особливості бариту зумовлюють його використання в промисловості?
6. Назвіть основні генетичні типи родовищ бариту.
7. Де в Україні відомі прояви бариту?

Практична робота № 5 ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ФЛЮОРИТУ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу руд всіх промислових типів родовищ флюориту.

Завдання - вивчити колекцію зразків руд тальку і бариту. Виконати опис зразків руд промислових типів родовищ тальку і бариту

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні

- знати фізичні та хімічні властивості флюориту,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів флюориту за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування флюориту;
- знати вимоги промисловості до якості флюориту;
- знати кондиції та сорти флюоритових руд;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ флюориту різних промислових типів.

Найважливіші теоретичні положення

Флюорит (плавиковий шпат) є прозорим чи напівпрозорим природним фторидом кальцію (CaF_2). Безбарвний плавиковий шпат з вмістом кальцію 51,33 % та фтору - 48,67 % зустрічається рідко. Звичайно в флюориті присутні домішки рідкісних земель, урану, галію, берилію та ін. рідкісних елементів, а також органічних речовин які надають йому забарвлення різних кольорів - жовтого, зеленого, фіолетового, сірого та ін., часті зональні, плямисті, смугасті утворення. Агрегати флюориту зустрічаються у вигляді окремих кристалів, їх зростків, друз, зернистих агрегатів, інколи стовпчастих, променистих, масивних, щільних. В осадових породах відомий землистий різновид (ратовкіт).

Плавиковий шпат кристалізується у кубічній сингонії, має твердість 4 (темно кольорові різновиди), щільність $3,18 \text{ г/см}^3$, досконалу спайність по октаедру, скляний блиск. Температура плавлення 1360°C . Флюорит ізотропний, не електропровідний, з низькою теплопровідністю. Діамагнітний, при низьких температурах парамагнітний. У воді практично не розчиняється, а повністю розкладається у сірчаній кислоті, слабше в азотній і соляній.

У природі флюорит зустрічається в асоціації з кварцом, халцедоном, адуляром, кальцитом, баритом, стибнітом і кіновар'ю. Залежно від кількісного співвідношення плавикового шпату з названими мінералами всі руди поділяються на дві основні групи: власне плавикошпатові ($\text{CaF}_2 > 30\%$) та комплексні ($\text{CaF}_2 < 30\%$). Родовища першої групи за мінеральним складом поділяються на кварц-флюоритові, карбонат-флюоритові, польвошпат-флюоритові, барит-флюоритові, топаз-флюоритові; другої - на флюорит-берилієві, флюорит-олов'яні, ртутно-сурм'яно-флюоритові, флюорит-залізорудні, флюорит-олов'яно-

вольфраміві.

За величиною запасів родовища флюориту підрозділяються на (млн.т): дрібні - 0,5- 2, середні - 2-5, великі - 5-1, надвеликі - більше 10.

Використовується флюорит і продукти його переробки більше ніж у 30 галузях промисловості. Можна виділити два основних напрямки його використання - металургійний та хімічний, яким відповідають два основних сорти плавикового шпату, які фігурують на світовому ринку - металургійний та кислотний.

У чорній металургії використовується власне мінерал плавикий шпат, який є найбільш ефективним флюсом у порівнянні з іншими видами флюсової сировини (вапняками, доломітами, бокситами та ін.). Він знижує температуру плавлення і сильно збільшує рідкоплавкість шлаку, це робить його незамінним й у зварювальному виробництві (флюси, покриття електродів).

В невеликій кількості флюорит застосовують у цементному виробництві, при виготовленні непрозорого матового скла й емалі.

Чисті прозорі кристали плавикового шпату (оптичний флюорит) застосовують як оптичну сировину. Цінність оптичного флюориту полягає в його здатності заломлювати світло з малим розсіюванням. Ці властивості й використовуються промисловістю, яка виготовляє з флюориту лінзи для об'єктивів мікроскопів, призми для спектрографів, пластини для короткохвильових приладів.

Хімічний напрямок використання дуже широкий та багатогалузевий. Сполуки фтору з киснем є сильними оксидаторами; вони використовуються при спалюванні палива ракет та реактивних двигунів. Суттєве значення має фторування води й зубних паст для попередження карієсу зубів. Хімія інертних газів базується на застосуванні фтору (фтористий криптон, радон та ін.). Хімічні лазери працюють з використанням фтору.

Холодильна техніка широко застосовує фторвмісні сполуки - фреони. Фтористий водень - каталізатор для багатьох хімічних реакцій, у тому числі етерифікації й алкування для отримання високоякісного бензину. Фтор використовується для проведення реакцій у неводних середовищах. Фтористий натрій та магній використовують для обробки деревини, кремнефтористий магній - для підвищення міцності та кислотостійкості бетонів, кремнійфтористий натрій - для виготовлення кислотостійких замазок, емалей. Газоподібний чотирифтористий кремній застосовують для перекриття водоносних горизонтів при бурінні свердловин.

Флюорит є поширеним мінералом. Він утворюється у широкому діапазоні температури й тиску, типовий для гідротермальних і метасоматичних утворень. Може утворюватися при осадових і вулканогенно-осадових процесах та в зоні гіпергенезу рудних мінералів.

Генезис більшості промислових руд гіпогенний (крім деяких, що утворюються в зоні гіпергенезу):

1) гідротермальний; 2) грейзеновий; 3) карбонатитовий; 4) пегматитовий; 5) залишковий.

Гідротермальні родовища флюоритових руд представлені жилами виповнення, мінералізованими зонами подрібнення чи стратиформними покладами, які були сформовані при значній участі процесів фторного метасоматозу, втіленого в основу з карбонатних порід. Рудні тіла виповнення мають форму крутоспадаючих складних плито- й лінзоподібних жил, стовпів та інших форм. Середній промисловий вміст CaF_2 , у рудах не менше 26 %. За мінеральним складом виділяються: істотно флюоритові, карбонатно-, барит-, кальцит-польовошпат-, сульфідно-флюоритові й перехідні між ними родовища.

Родовища флюоритових руд цього типу відомі в Забайкаллі, Середній Азії, в Казахстані.

Грейзенові родовища плавикового шпату являють собою найкрупніше промислове джерело флюориту. Руди мусковіт (турмалін)- і мусковіт-топаз-флюоритові з карбонатами. Вони у вигляді покладів неправильної форми, трубоподібних тіл і прожилкових зон локалізуються у надапікальній частині або в екзоконтакті інтрузій сублужних і лейкократових гранітів нерідко літій-фтористого геохімічного типу, заміщаючи карбонатні породи й скарни. Значні рудні поля характеризуються переходами від слюдисто-флюоритової до поліметалічної й іншої мінералізації. Родовища цього типу відомі в Казахстані (Сонячне), Середній Азії (Шабрезьке), Україні (Суцано-Пержанська зона в Житомирській області).

Карбонатитові родовища флюоритової руди повсюдно асоціюють з вулканоплутонічними масивами лужних ультраосновних, лужно-основних і середніх лужних порід. Карбонатити утворюють в цих масивах штоки, кільцеві дайки, трубки, лінійні тіла. Нерідко флюоритоносні карбонатити супроводжуються гідротермальними жилами, віддаленими від масивів магматичних порід на відстань до 10-18 км. На родовищах інколи нараховуються десятки рудних тіл довжиною по простяганню, більше 1 км, по падінню до 300 м при потужності 50-90 м. Зруденіння рідкісноземельне і плавикошпатове. Вміст флюориту у рудах невисокий, але цей тип зруденіння досить перспективний.

Пегматитові флюоритові руди, як правило, бідні і представляють промисловий інтерес тільки з метою вилучення кристалів природного оптичного флюориту. Вони розповсюджені обмежено. Пегматитові тіла повністю диференційовані, наближені до ізометричних, рідше дайко- і трубоподібні або неправильної форми. Вони розміщуються у материнських інтрузіях чи вміщуючих породах. Флюорит зустрічається у вигляді друз чи окремих кристалів. Звичайно з ним асоціюється гірський кришталь, моріон та ін. мінерали. В США відомі невеликі родовища Сноуберд, Кристал-Маунтінс, які вміщують майже мономінеральний кристалічний флюорит.

Залишкові родовища флюоритових руд кори вивітрювання

утворюються різними за розмірами плащоподібними розвалами флюоритового гравію. Серед руд розрізняють уламкові й залишкові, які, в свою чергу, відносяться до елювіально-делювіальних або до делювіально-пролювіальних. У процесі вивітрювання відбувається збагачення руд флюоритом, тому продуктивні залишкові поклади можуть утворюватись над непромисловими корінними джерелами. Кори вивітрювання розвинуті на Сонячному й Покрово-Киреївському родовищах України, на родовищах рудного району Іллінойс-Кентуккі в США. Відомі гідротермальні-осадочні родовища флюоритових руд в Італії й Китаї.

Світові ресурси плавикового шпату оцінюються від 400 (Геологічна служба США) до 570 млн. т. Біля 75 % їх нараховується у надрах семи країн (млн. т): Китаю - 100, ПАР - 70, США - 55, Мексики - 50, України - 50, Монголії - 38.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків флюориту різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Наведіть загальну характеристику плавикового шпату.
2. Де і чому використовується плавиковий шпат?
3. Де видобувають флюорит?
4. Які типи родовищ флюориту ви знаєте?
5. Як забезпечена промисловість України плавиковошпатовою сировиною?
6. Чим обумовлене застосування флюориту в металургійній промисловості?
7. Які родовища в Україні є найбільш перспективними для видобутку флюориту як флюсової сировини?
8. Чому родовища плавикового шпату України не розробляються?

Практична робота № 6 ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ГІПСУ, АНГІДРИТУ ТА ФОСФАТІВ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу руд всіх промислових типів гіпсу, ангідриту та фосфатів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні:

- знати фізичні та хімічні властивості гіпсу, ангідриту та фосфатів,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів гіпсу, ангідриту та фосфатів за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування гіпсу, ангідриту та фосфатів;
- знати вимоги промисловості до якості руд;
- знати кондиції та сорти руд гіпсу, ангідриту та фосфатів;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ гіпсу, ангідриту та фосфатів різних промислових типів.

Завдання - вивчити колекцію зразків руд гіпсу, ангідриту та фосфатів. Виконати опис зразків руд промислових типів родовищ гіпсу, ангідриту та фосфатів.

Найважливіші теоретичні положення

Гіпс та ангідрит - це, відповідно, водний ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) та безводний (CaSO_4) сульфати кальцію, що кристалізуються у моноклінній та ромбічній сингонії, мають досконалу спайність, скляний, рідше перламутровий (тільки ангідрит) блиск, порівняно низьку твердість за шкалою Мооса (2,32 і 2,89), щільність 2,32 і 2,89 г/см³, досить високу температуру плавлення (1450°C). У чистому вигляді вони містять (%): CaO - 32,56 і 41,18; SO₃ - 46,51 і 58,82; H₂O (тільки гіпс) - 20,93. У вигляді включень в гіпсах і ангідритах зустрічаються найчастіше такі аутогенні мінерали як галіт, целестин, пірит (марказит), опал, халцедон, кварц і вторинні - кальцит, оксиди заліза, борати, калійні і магнієві солі та ін.

Макроскопічно **гіпс** являє собою верстувату чи масивну породу білого кольору й зернистої будови. У залежності від домішок набуває ясно-сірого, зеленуватого, жовтуватого до червоного і чорного забарвлення. Дрібнозернисті агрегати називають алебастром, середньокристалічні чисті різновиди - цукроподібним гіпсом, волокнисті з шовковим блиском - селенітом чи місячним каменем, пластинчасті монокристалічні прозорі агрегати - маріїним склом. Інколи спостерігаються пластинчасто-зірчасті агрегати - гіпсові квіти.

Ангідрит має різнозернисту, але більш однорідну, ніж у гіпсу, структуру, білий колір, звичайно з характерним голубуватим відтінком. Від гіпсу ангідрит відрізняється більшими щільністю й міцністю. У приповерхневих умовах, в зоні гіпергенезу, ангідрит гідратується та

переходить у гіпс із збільшенням об'єму до 30 %. Тому ангідритові товщі спостерігаються в основному на глибині 100-150 м.

Основною властивістю, яка обумовила широке використання гіпсу, є його здатність частково дегідратизуватися при нагріванні, а після розчинення водою тужавіти і тверднути на повітрі, перетворюючись у камінь, завдяки чому він знайшов широке використання у будівельному виробництві.

Широко використовуються гіпси і ангідрити у їх природному (сирому) стані в цементному виробництві та в сільському господарстві. Менша частина сиромелених сульфатно-кальцієвих порід використовується у сільському господарстві в якості агроруди для поліпшення якості засолонених ґрунтів і отримання азотних добрив (сульфат амонію). Гіпсовий і ангідритовий камінь високої білизни у невеликих кількостях застосовують як наповнювач при виготовленні вищих сортів паперу. В Англії, Німеччині та Франції гіпсо-ангідритові породи використовують для виробництва сірчаної кислоти.

З усіх гіпсов'язучих матеріалів найбільше використання має будівельний гіпс, який отримують шляхом випалу гіпсового каменю. Він застосовується при виготовленні перегородних панелей і обшивальних листів, звукопоглинаючих плит, при штукатурних і облицювальних роботах.

Високоміцний гіпс використовують для виготовлення гіпсобетонів і будівельних деталей, високівипалювальний гіпс - для виготовлення наливної підлоги, мурувальних і штукатурних розчинів, підвіконних дощок, сходин і сходових маршів. Медичинський гіпс застосовують у хірургії і стоматології.

Основні типи родовищ гіпсу й ангідриту мають осадове походження. Вони формуються серед галогенних відкладів солеродних басейнів на початкових стадіях галогенезу.

Епігенетичні родовища гіпсу утворились шляхом первісного відкладення безводного сульфату кальцію (ангідриту) з наступною його гідратацією під дією ґрунтових вод. До цього виду відноситься переважна кількість найбільших родовищ гіпсу: Микитівське та Артемівське (Донецька обл., Україна), Саласпілс (Литва).

Меншим поширенням характеризуються вторинні родовища гіпсу: залишкові, метасоматичні, вивітрювання.

Залишкові родовища (на зразок „гіпсових шляп") пов'язані з родовищами кам'яної та калійних солей і виникли за рахунок накопичення гіпсу й ангідриту, як залишкових продуктів вилуговування кам'яної солі.

Метасоматичні родовища формуються у результаті заміщення вапняків під впливом на них сірчаноокислих вод, що утворюються у процесі розкладання піриту та інших колчеданів, які знаходяться у вапняках чи сумісних породах. Гіпси такого походження утворюють у пористих вапняках досить великі гнізда й кишени. Потужні поклади гіпсу

метасоматичного походження відомі в Ірані, Британській Колумбії, на родовищах самородної сірки у Сицилії у зонах розвитку фумарол і сольфатар вулканічних областей та у „залізних шляхах" рудних родовищ.

Родовища вивітрювання (перевідкладення) утворюються шляхом вилуговування розсіяного в осадочних породах гіпсу ґрунтовими й поверхневими водами, його перенесення і наступного відкладення у місцях із засушливим кліматом. Так формуються поклади „землистого" гіпсу (у США називається „гіпсит"), які складаються із слабозцементованих чи незцементованих дрібних кристалів гіпсу, перемішаних із піщано-глинистим чи вапняково-глинистим матеріалом.

Перевідкладені родовища зустрічаються у Вірменії (Джовезьке), Азербайджані (Кіровабадське), Грузії (Невтлуцьке), а також у районах Середньої Азії.

За запасами сульфатно-кальцієвої сировини (млн. т) родовища гіпсу і ангідриту підрозділяються на дуже великі - 1000, великі - 100-1000, середні - 10-100, малі - 1-10.

Фосфати — природні мінеральні утворення, які містять фосфор в таких сполуках і концентраціях, при яких їх промислове використання технічно можливе і економічно доцільне. Фосфор, як азот і калій, необхідні для нормального розвитку рослин. Внесення в ґрунт розчинних фосфатів, так званих фосфорних добрив, має надзвичайно велике значення для підвищення врожаю сільськогосподарських культур. Розробляються родовища з концентрацією P_2O_5 в фосфатах від 2-6 до 25-34%. Фосфати представлені фосфоритами (92,8%) і меншою мірою апатитами (7,2%). Світові запаси фосфатів - 180 млрд т (1990 р.).

До мінералів фосфатів належать: апатит та фосфорити.

Апатит - безводний фосфат кальцію острівної будови. Склад: $Ca_5[CO_3][PO_4]_3(F, Cl, OH, O)$. Розрізняються 1) фтор-apatит — фтор-вміщуючий; 2) хлор-apatит — хлор-вміщуючий; 3) гідроксил-apatит — OH-вміщуючий. У природі переважають апатити, що містять фтор (фтор-apatити). Кальцій апатитів іноді заміщується стронцієм, кількість якого доходить до 11%, а також рідкоземельними елементами. Сингонія гексагональна, гексагонально-біпірамідальний вид симетрії. Кристали часто мають форму шестигранних призм, коротко- та довгопризматичні, товстотаблитчасті, голковидні. Кристали апатиту найчастіше витягнуті по головній осі. Колір дуже різноманітний, найчастіше голубий, зелений, фіолетовий, безбарвний, білий, жовтий тощо. Блиск скляний, на зламі — жирний. Спайність недосконала по (0001), по ній часто зустрічається окремість. Твердість 5,5. Питома вага 3,18-3,22. Зустрічається апатит також у вигляді зернистих мас — у такій формі разом з нефеліном утворює величезне Хібінське родовище в Мурманській обл.

Головні промислові типи родовищ апатиту пов'язані з магматичними процесами, в результаті яких апатит концентрується у вивержених гірських породах, переважно в сієнітах. У цих випадках він часто асоціює з

залізними рудами (родовище Кіроноваара у Швеції, гора Висока на Уралі). Винятковий інтерес мають родовища апатиту магматичного походження, зв'язані лужними виверженими породами. З них найбільшим у світі є саме Хібінське родовище на Кольському півострові. Поширений як акцесорний мінерал багатьох магматичних порід і пегматитів. Зустрічається у контактово-метасоматичних утвореннях, гідротермальних жилах, є основною складовою частиною фосфатів. Менше значення має апатит, який виник пневматолітовим шляхом на контактах, а також в жилах.

Родовища фосфоритів формуються в морських басейнах і зустрічаються в усіх відкладах від кембрійських до третинних. Вони продовжують формуватися і в даний момент. В Україні є в Запорізькій, Харківській, Чернігівській, Івано-Франківській та інших областях. Сировина для вироблення добрив.

Фосфорити - осадова гірська порода морського походження, сформована головним чином з фосфату кальцію (P_2O_5), а також кварцу, кальциту, доломіту, халцедону, глауконіту, карбонатів, гідратів, оксидів заліза другорядних мінералів – глинистих, алюмосилікатів, піриту, гідроксидів заліза та органічної речовини, зцементованих фосфатом кальцію або збагачених скупченням жовен чи оолітів. Найбільш поширений фосфатний мінерал – фтор-карбонат-apatит (франколіт). Вміст мінеральних домішок у фосфоритах несталий і коливається від 1–5% (високосортні) до 60% (піщанисті). Породами, які містять фосфорити, є піски, глини, піщано-глинисті, а інколи мергелисті відклади, вапнисті пісковики і піщана крейда, вапняки, доломіти, опоки, кремені та ін. За вмістом P_2O_5 розрізняють багаті (понад 24%), середні (18–24%) і бідні (менше 18%) Ф. Вміст Al_2O_3 , Fe_2O_3 та SiO_2 має значення лише при хімічній переробці фосфоритів. Родовища фосфоритів відомі в Україні, Естонії, Казахстані, США, Бельгії, Франції.

За походженням усі родовища фосфоритів є екзогенними утвореннями і поділяються вони на:

1. Морські осадові – біогенні, хемогенні, механічні (перевідкладені). Серед морських виділяють такі літогенетичні типи фосфоритів: мікрозернисті, зернисті, жовнові і черепашкові.

2. Континентальні осадові – залишкові, інфільтраційні, вторинні поклади (алювіальні, скупчення кісток і поверхневі). Серед континентальних фосфоритів виділяють фосфорити кори вивітрювання і органогенні – гуано.

Видобуток фосфоритних руд здійснюється в основному відкритим способом, рідше підземним.

Залежно від характеру сировини та її призначення фосфорити або перемелюють на борошно, або перетворюють їх хімічним способом у розчинні фосфати. І перші, і другі продукти використовують як добрива в сільському господарстві. При цьому фосфоритне борошно застосовують, головним чином, на кислих ґрунтах (підзолистих і тундрових).

В Україні поклади фосфориту пов'язані з крейдовими і палеогеновими відкладами. За промисловим значенням розрізняють перспективні і малоперспективні родовища. У минулому (1870 — 1934) велике значення мали родовища на Подністров'ї (в Галичині в Незвиськах, гол. у 1930-их рр.). Тепер до перспективних родовищ належать Синичино-Яремівське в Харківській обл. (пром. запаси 2 387 тис. т, пересічний зміст P_2O_5 — 18%). Фосфорити цих родовищ придатні для виробництва фосфоритного борошна. Малоперспективними є Малокомишуватське й Кременецьке в Харківській обл., Андріївське, Тернівське, Краматорське, Черкасько-Знам'янське, Стецьківське в Сумській обл. Родовища на Поділлі вже майже вичерпані.

Родовища та прояви фосфоритів відомі в межах Волино-Подільської плити, на північному сході і південному заході Дніпровсько-Донецької западини, окраїнах Донецького басейну, в Криму та Закарпатті. Стратиграфічно вони зв'язані з відкладами нижнього кембрію, верхньої крейди (головним чином, сеноману) і палеогену. За походженням — це первинні осадові або вторинні (механічно перевідкладені) фосфорити. Промислові поклади первинних фосфоритів сеноманського ярусу в північно-західній частині Волино-Подільської плити відомі біля с. Незвисько (Незвиське родовище). Вони утворюють тут два горизонти: нижній — у вапняках і верхній — у глауконітових пісках і пісковиках з потужністю відповідно 0,35–0,45 і 0,45–0,70 м і вмістом P_2O_5 : верхньому — до 8,53% і нижньому — 5,7%. Крім того важливим джерелом фосфатної сировини на Україні є родовища високофосфористих керченських залізних руд. Тривалий час потреби сільського господарства задовольнялися в основному за рахунок апатитового концентрату з Кольського півострова, тому дальше розвідування фосфатної сировини на Україні і її вивчення мають першорядне значення.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків гіпсу, ангідриту та фосфатів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Дайте загальну характеристику фосфатної сировини.
2. Де використовується апатит та фосфорит?
3. Які генетичні типи родовищ апатиту та фосфориту ви знаєте?
4. Які галузі застосування гіпсу та ангідриту?
5. Які родовища гіпсу та ангідриту поширені в Україні?
6. Які якості гіпсу обумовлюють його застосування у сільському господарстві?

Практична робота № 7 ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ СІРКИ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу руд всіх промислових типів родовищ сірки.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні:

- знати фізичні та хімічні властивості сірки,
- вміти визначати текстури і структури руди;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів сірки за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування сірки;
- знати вимоги промисловості до якості руд сірки;
- знати кондиції та сорти руд сірки;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ сірки різних промислових типів.

Завдання - вивчити колекцію зразків руд сірки. Виконати опис зразків руд промислових типів родовищ сірки.

Найважливіші теоретичні положення

Сірка належить до найбільш поширених елементів земної кори, її кларк складає 0,04 %. Сірка і її сполуки в природі існують у твердому, рідкому і газоподібному стані. Найбільше поширені тверда (самородна сірка, сульфідні металів, сульфатні породи) і газоподібна (сірководень) фази, меншою мірою - рідка (сіркоорганічні сполуки в нафті). Найважливішими сполуками сірки є сірководень (H_2S), сірчистий ангідрид (SO_2) і сірчана кислота (H_2SO_4).

Сірка і її сполуки широко використовуються в хімічній промисловості для виробництва сірчаної кислоти, у паперовій промисловості для одержання целюлози, у гумовій промисловості, у виробництві барвників, штучних волокон і інших матеріалів.

Самородну сірку застосовують у сільському господарстві як інсектициди, мікродобрива, у тваринництві - як дезінфекційний засіб.

Основний об'єм елементної сірки йде на одержання проміжних продуктів, головним з яких є сірчана кислота. На її виробництво витрачається 70% одержуваної у світі сірки. Основним споживачем сірчаної кислоти (до 60%) є виробництво мінеральних добрив, головним чином фосфатних. Значна кількість сірчаної кислоти використовується в нафтопереробній (очищення нафтопродуктів) і металургійній промисловостях.

Сірка використовується при виробництві штучного волокна (віскози), для одержання сірковуглецю; у целюлозно-паперовій промисловості у вигляді діоксиду для надання паперу білого кольору; для одержання ультрамарину, синьки, сірчистих барвників, синтетичного каучуку.

В останні роки з'явилися нові галузі застосування сірки. Так, добавка сірки в асфальт і інші матеріали, вживані при будівництві доріг і дорожніх

покрить, призводить до підвищення кислотостійкості цих покрить і усуває деформацію від температурного коливання.

Сірка використовується також у виробництві пластмас, під час переробки уранових руд, виготовленні вибухових речовин, водовідштовхуючому просоченні тканин, для приготування спеціальних бетонів і розчинів, для очищення стічних вод.

Світові ресурси самородної сірки оцінюються в 1,8 млрд. т, у тому числі: в Іраку - 500 млн. т, Польщі - 300, Україні - 240, США - 230, Мексиці - 125, Чилі - 110 млн. т. Загальні запаси у світі на кінець ХХ ст. оцінювалися в 1,1 млрд. т, підтверджені - 750 млн. т.

Ресурси елементної сірки в евапоритових і вулканічних відкладах, а також тієї, що міститься в природних газах, нафті, бітумінозних пісках і сульфідах металів, оцінюються Геологічною службою США в 5 млрд. т, а у вугіллі, нафтоносних і збагачених органікою сланцях - майже в 600 млрд. т. Ресурси сірки в гіпсах і ангідритах практично безмежні.

З промислових типів родовищ самородної сірки найбільш важливе практичне значення має *екзогенний (інфільтраційно-метасоматичний)*, на частку якого припадає більше 90% світових запасів самородної сірки і більш 95% видобутку (родовища України, США, Мексики, Іраку, Польщі й ін.). Роль *вулканогенних гідротермально-метасоматичних і вулканогенно-осадових* (Японія, Індонезія, Гватемала) родовищ у загальному балансі запасів самородної сірки невелика, так само як і частка її видобутку.

За способом одержання виділяються такі головні різновиди сірки: 1) відновлена, одержувана з нафти і газу при їхньому очищенні і із сульфідних руд при виробництві кольорових металів; 2) сірка, одержана під час переробки піритів (переважно у вигляді сірчаної кислоти); 3) самородна сірка, що добувається за допомогою підземної виплавки (метод Фраша) чи рудниковим способом.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків сірки різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Де і чому використовується сірка?
2. Які країни видобувають сірку?
3. Які основні типи родовищ сірки?
4. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу сірки України.

Практична робота № 8

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ СОЛЕЙ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ мінеральних солей.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні:

- знати фізичні та хімічні властивості мінеральних солей,
- вміти визначати текстури і структури мінеральних солей;
- розрізняти геолого-промислові типи покладів мінеральних солей за мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями;
- володіти інформацією щодо областей застосування мінеральних солей;
- знати вимоги промисловості до мінеральних солей;
- знати кондиції та сорти мінеральних солей;
- володіти інформацією щодо запасів і ресурсів родовищ мінеральних солей різних промислових типів.

Завдання - вивчити колекцію зразків мінеральних солей. Виконати опис зразків промислових типів родовищ мінеральних солей.

Найважливіші теоретичні положення

Калійні солі (хлоридні і сульфатні) є одним з основних видів мінеральних добрив; більшість добрив, калійні або комбіновані калійвміщуючі (фосфатні, азотні) готуються на основі цих двох солей. Головними мінеральними утвореннями калійних солей є сильвініт, карналіт і каїніт, другорядне значення мають полігаліт, леоніт, пікромерит та ін. Усі вони можуть застосовуватися як добрива в сирому вигляді.

Сильвініт - галогенна осадова порода, що є кристалічною сумішшю галіту (25-85 %) і сильвіну (10-60 %) з домішками ангідриту, карбонатів і глинистого матеріалу. Каїніт - подвійна сіль хлориду калію і сульфату магнію, що містить 9-14 % K_2O . Як добриво перевершує сильвініт завдяки наявності сульфату магнію. Карналіт - подвійна сіль хлоридів калію і магнію (9-12 % K_2O) з домішкою галіту; гігроскопічний, при зберіганні злежується і як добриво має обмежене застосування.

Понад 95% калійних солей, що добуваються, споживається у виробництві мінеральних добрив, інша частина йде на технічні цілі - вироблення мила і миючих засобів (їдкий калій), скла і кераміки, синтетичного каучуку і т.д.

У світі нараховується близько 30 калійних басейнів на всіх континентах. Основні запаси калійних солей, як і прогнозні ресурси, зосереджені в родовищах безсульфатного сильвінітового і сильвініт-карналітового геолого-промислових типів (близько 95 %). Приблизно 4 % запасів належать до сульфатного типу (до нього належать і родовища України) та трохи більше 1% міститься в ропі і розсолах.

Основних геолого-промислових типів родовищ калійних солей три: безсульфатний, сильвінітовий і сильвініт-карналітовий (більше 80%

видобутку) - родовища Канади, Росії, Білорусі й ін.; озерний (ропа і розсоли) - родовища Ізраїлю, Йорданії; сульфатний каїнітовий і лангбейнітовий.

Світові ресурси калійних солей оцінюються Геологічною службою США в 250 млрд. т K_2O . За оцінкою НВП „Аерогеологія” (м. Москва) світові прогнозні ресурси K_2O не перевищують 80 млрд. т, що втричі нижче, ніж за оцінкою США. Основна частина ресурсів зосереджена в Канаді, Таїланді, США і Німеччині.

Натрієва сіль представлена одним, але найбільш широко розповсюдженим серед усіх галогенів, мінералом - галітом ($NaCl$). Вона може містити незначні домішки інших солей і глинистого матеріалу. Кількісно перевершує в багато разів всі інші солі разом узяті. Навіть у родовищах калійних і калійно-магнієвих солей переважним сольовим матеріалом також є галіт (кам'яна сіль), вміст якого складає від 60 до 95% загальних запасів солей родовищ.

Переважним джерелом натрієвої солі є викопна кам'яна сіль. Для ряду країн велике значення має осадова сіль, одержана з ропи морських лагун або солоних озер, а також з природних розсолів.

Натрієва сіль головне застосування знаходить винятково як харчовий продукт, без якого неможлива нормальна життєдіяльність людей і тваринного світу. Найважливішу роль вона грає при збереженні і консервації усіх видів тваринних продуктів (м'ясо, риба), фруктів і овочів, кормів для тваринництва і т. д. Досить сказати, що натрієва сіль використовується при отриманні більш 1500 різних продуктів. Вона служить сировиною для виробництва хлору, соляної кислоти, їдкого натру, соди, одержання металевого натрію, застосовується у фарбувальній справі, миловарінні й у багатьох інших виробництвах.

У промисловості елементний натрій застосовується в авіації й атомній енергетиці. Значні об'єми кам'яної солі (до 30-35%) використовуються в боротьбі зі зледенінням автомобільних доріг. Більше 50% виробленої натрієвої солі використовується в харчовій промисловості, і близько 40% - у технічних цілях; інша частина припадає на так звану кормову сіль. За способом виготовлення сіль підрозділяється на виварну, мелену (кам'яну і осадову), немелену йодовану (грудкову і зернову).

За способом утворення і нагромадження промисловими типами галогенної формації є відклади лагун (Австрія), морських заток (Україна), крайових частин епіконтинентальних та внутрішньо-континентальних морів (Австрія), внутрішньо-континентальних сольових басейнів морського типу (Німеччина й ін.).

Поклади натрієвої солі представлені в країнах світу наступними геолого-промисловими типами:

- родовища природних розсолів, приурочених до водоносних горизонтів нижньомоласової і, рідше, верхньомоласової галогенних формацій;

- соленосні товщі верхньоярської галогенної формації (конгазької світи кімериджу) складені сіллю з тонкими прошарками ангідриту;
- озерні басейни самосадної повареної солі і розчинена в ропі озер маса хлориду натрію.

Світові ресурси „континентальної“ натрієвої солі складають не менше $(3,5-4,0) \cdot 10^{15}$ т, а у світовому океані в кожному м³ води міститься близько 27,2 кг NaCl. Узагальнені відомості про світові запаси натрієвої солі відсутні і Геологічною службою США вони оцінюються як величезні („Large“).

Магнієві солі в природі зустрічаються разом з калійними солями і практично представлені тими ж мінералами. Магнезіально-калійні солі є головними рудами магнію. Внаслідок вилуговування магнезіальних солей підземними водами утворюються викопні природні розсоли і соляні джерела. Сучасні соляні джерела (розсоли й осадки) виникають у замкнутих затоках морів (Кара-Богаз-Гол) і в басейнах внутрішньоматерикових западин (озеро Баскунчак і Ельтон, Велике Солоне озеро в США). Як джерело магнію невинно зростає також роль морської води (4 % магнію в сухому залишку) з її стабільними ресурсами.

Крім різноманітних калій-магнієвих солей, описаних вище, у природі відомі великі родовища бішофіту, що набувають усе більшого значення в наш час. Порівняно недавно бішофіт ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) вважався рідкісним мінералом (Лукин, Гожик, Загороднж і ін., 2000).

Магній, як і калій, необхідний для росту багатьох сільськогосподарських культур, тому його використовують у виробництві мінеральних добрив. Але найважливішим є отримання з магнієвих солей магніймістячих хімікатів і металевого магнію, що широко використовується у виробництві різних сплавів для авіаційної, автомобільної, електро-радіотехнічної і інших галузей промисловості. Широко застосовують магній у металотермічних процесах при отриманні важко відновлюваних і рідкісних елементів (Ti, Zr, Hf, U і ін.). Використовують магній для розкислення і десульфурації металів і сплавів. Суміші порошку магнію з окиснювачами служать як освітлювальні і запальні речовини. Широке застосування знаходять сполуки магнію.

Області застосування бішофіту дуже різноманітні. Він є найбільш придатною, у технологічному, економічному й екологічному відношеннях, сировиною для виробництва металевого магнію. Зокрема, він найбільш вигідний у технологічному і економічному відношеннях для виробництва периклазу (MgO). Є відомості про застосування бішофіту при термообробці металів, безфлюсовому зварюванні, виробництві абразивних матеріалів, присадок до палива, антипірієнів та ін.

Важливе значення має екологічна чистота бішофітової сировини, що дозволяє використовувати бішофіт у великих кількостях при ліквідації природних катастроф - лісових і торф'яних пожеж і т. п.

Особливе значення мають медико-біологічні аспекти застосування

бішофіту. На його основі виготовляються лікувальні мазі, креми, зубні пасти, а, головне, він входить до складу бальнеологічних грязей і вод, що застосовуються для лікування захворювань опорно-рухового апарату. Загальновідоме широке використання препаратів магнію в медицині (Лукин, Гожик-Загороднюк и др., 2000). Джерелом біологічно чистих солей магнію може стати дніпровсько-донецький бішофіт - біхмалін.

Світові ресурси бішофіту зосереджені, переважно, у двох районах - Приволзькому в Росії і Дніпровсько-Донецькому в Україні. Шари бішофіту потужністю до 1-2 м і більше відомі на деяких родовищах калійних солей у Німеччині, Нідерландах, Габоні, Бразилії, Конго, Мароко (Хрущов і ін., 2002, Лукин и др., 2000).

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків мінеральних солей різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Що таке мінеральні солі?
2. Де і в яких умовах утворюються мінеральні солі?
3. Надайте загальну характеристику кам'яній солі і галузям її використання.
4. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу кам'яної солі України.
5. Що ви знаєте про давсоніт?
6. Назвіть основні мінерали калійної солі.
7. Де використовується калійна сіль?
8. Чи є родовища калійної солі в Україні?
9. Чим цікавий бішофіт?
10. Чи є в Україні прояви бішофіту?

Практична робота № 9

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ МІНЕРАЛЬНИХ ПІГМЕНТІВ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ мінеральних пігментів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати:

- різновиди мінеральних пігментів,
- типоморфні текстури і структури мінеральних пігментів,
- фізичні та хімічні властивості мінеральних пігментів,
- вимоги промисловості до якості мінеральних пігментів,
- головні промислові типи родовищ мінеральних пігментів,
- кондиції та сорти мінеральних пігментів.

Завдання - вивчити колекцію зразків мінеральних пігментів. Виконати опис зразків промислових типів родовищ мінеральних пігментів.

Найважливіші теоретичні положення

До природних мінеральних пігментів (мінеральних фарб) належать гірські породи і мінерали (загалом більше 20), що надають поверхням стійке забарвлення. Показниками можливості використання мінерального пігменту є колір, структурні особливості, хімічний і мінеральний склад, ступінь дисперсності, здатність до фарбування, здатність покриття, маслоємність, світло- і атмосферостійкість.

Мінеральні фарби надають матеріалам, що фарбуються, захисні, декоративні і деякі інші властивості і застосовуються, головним чином, як пігмент для виробництва фарб (більше 70%), кольорового наповнювача (20-22%) і сировини для виробництва порошкових і штучних пігментів (6-8%).

Виділяється сім типів мінеральних пігментів:

- 1) залізооксидні і марганцево-залізооксидні (вохра залізооксидна, сієна, мумія залізооксидна, сурик залізний);
- 2) глинисті (вохра глиниста, мумія глиниста, умбра);
- 3) карбонатні (крейда, вапняк, вохра карбонатна, малахіт, азурит);
- 4) вуглисті (сажа природна; касельська земля, що додає фарбі коричневого кольору);
- 5) кремнеземисті (глауконіт, волконськоїт, лазурит, туфи, сланці, пісковики);
- 6) сульфатні (гіпс, ангідрит, барит, ярозит);
- 7) фосфорнокислі (вівіаніт).

Крім перерахованих типів природних барвників, зустрічається природна пігментна сировина перехідних типів: глинисто-залізо-оксидна, глинисто-карбонатна, карбонатно-залізо-оксидна й ін.

До мінеральних пігментів, що не належать до перерахованих типів, відносять графіт, асфальт, кіновар і піролюзит (Виноградов та інші, 2003).

Основною пігментною фракцією природних барвників вважається

фракція з частками розміром до 40 мікронів, що складає 75-90% високоякісних залізо-оксидних глинистих пігментів.

Промисловістю виготовляються пігменти в різноманітному асортименті. Найбільш поширені крейда, вохра, сієна, мумія, сурик, умбра, природна сажа, глауконіт.

Крейда, головним чином, застосовується в будівництві як самостійний білий барвник або як розріджувач фарб при фарбуванні. Застосовується вона винятково з клейовою складовою.

Вохра глиниста і залізо-оксидна застосовується у всіх галузях промисловості - лакофарбовій, цементній, гумовій, паперовій, у виробництві пластмас і т. д.

Карбонатна вохра особливо широко використовується при фарбуванні в жовтий колір цементу й азбоцементу, а також у силікатних фарбах.

Сієна застосовується для виготовлення художніх фарб, у поліграфії, літографії, у виробництві кольорових олівців і пастелі. Застосовується також у лакофарбовій промисловості й будівельній техніці.

Мумія, як глиниста, так і залізо-оксидна, широко застосовується на залізничному транспорті для фарбування товарних вагонів, а також у цементній і азбоцементній промисловості. Бокситова мумія застосовується в будівельній техніці й інших областях виробництва.

Сурик - окислена залізна руда, забарвлена гематитом у червоний колір. Застосовується у всіх галузях промисловості.

Умбра натуральна - це глина, у якій алюміній заміщений залізом. Вона широко застосовується при виготовленні шпалер й у паперовій промисловості, у літографії і кольоровій поліграфії.

Сажа природна використовується як чорний пігмент у літографії, гумовій промисловості, для виготовлення лінолеуму і клейонки, для фарбування шкір, у будівництві.

Глауконіт є не тільки природним зеленим барвником, але також використовується в сільському господарстві як калійне мінеральне добриво й у вигляді мінеральної добавки при виробництві кормів у тваринництві. У промисловості можливе використання його для очищення промислових вод, що містять токсичні солі металів, радіоактивних елементів і для пом'якшення жорсткості води.

Світові дані про ресурси і запаси усіх видів корисних копалин, що використовуються як природні пігменти, відсутні. Загальний світовий видобуток мінеральних фарб складає більше 450 тис. т на рік, потреба в них постійно збільшується на 4-6 %. Найбільший обсяг видобутку припадає на Індію - 150 тис. т на рік. До числа інших великих виробників належать (тис. т): Росія - 65-70; США - 40; Іспанія - 26; Франція - 15. В інших країнах, що використовують природні мінеральні пігменти, рівень щорічного видобутку складає від 0,5-1,0 до 10 тис. т.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків мінеральних пігментів різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які речовини відносяться до мінеральних пігментів?
2. Що визначає фарбувальні можливості і якість сировини для мінеральних фарб?
3. Які існують головні різновиди мінеральних пігментів?
4. Як можуть утворюватися мінеральні пігменти?
5. Які родовища мінеральних пігментів відомі в Україні?

Практична робота №10

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ КЕРАМІЧНОЇ СИРОВИНИ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ керамічної сировини.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати:

- різновиди родовищ керамічної сировини,
- фізичні та хімічні властивості різновидів керамічної сировини,
- вимоги промисловості до якості керамічної сировини,
- головні промислові типи родовищ керамічної сировини.

Завдання - вивчити колекцію зразків керамічної сировини. Виконати опис зразків промислових типів родовищ керамічної сировини.

Найважливіші теоретичні положення

Керамічну сировину представляють декілька груп мінералів, серед яких виділяються:

1. Калієві і натрово-калієві польові шпати: $KAlSi_3O_8$ - мікроклін, ортоклаз, санідин, а також анортотлаз - $(Na, K)AlSi_3O_5$. Їх склад (%): Na_2O - 0-2,9; K_2O - 12,7-6,9; Al_2O_3 - 18,4-18,7; SiO_2 - 64,7-67,7. Домішки: Ba, Ca, Fe, Rb, Cs та ін. Польові шпати присутні в магматичних і метаморфічних (у тому числі метасоматичних) породах кислого ряду (гранітах, пегматитах, аплітах, гнейсах). Вони розвинуті також в польовошпатових пісках і, як реліктові - в лужних каолінах.

2. Плагіоклази (вапняно-натрієві польові шпати), які представляють ізоморфний ряд альбіт - анортит; альбіт - $NaAlSi_3O_8$, його склад (%): Na_2O - 10,76; Al_2O_3 - 19,40; SiO_2 - 68,81; анортит - $CaAl_2Si_2O_8$, із складом (%): CaO - 20,1; Al_2O_3 - 36,62; SiO_2 - 43,28. Склад плагіоклазів залежить від співвідношення в них мінералів альбіту і анортиту. Плагіоклази формуються в магматичних і метаморфічних породах (гранітах, діоритах, гнейсах, кристалічних сланцях, габро, анортозитах і ін.), причому в основних породах плагіоклази основні (лабрадор - анортит № 50-100), в кислих породах плагіоклази кислі (альбіт - андезин № 0-50).

3. Фельдшпатоїди - недосичені кремнекислотою алюмосилікати: нефелін, лейцит, содаліт, нозеан, гаюїн. Найбільш поширений з них - нефелін $(Na, K)AlSiO_4$ із складом (%): SiO_2 - 44; Al_2O_3 - 33; Na_2O - 16; K_2O - 5. Домішки: Ca, Mg, Ge, Be, Fe і ін., а також лейцит $KAlSi_2O_6$ із складом (%): K_2O - 21,6; Al_2O_3 - 23,5; SiO_2 - 55,0 і домішки: Na, Ca, Fe та ін. Фельдшпатоїди розвинуті в різноманітних магматичних лужних породах (сієніти і т. п.), а також в лужних високотемпературних метасоматитах. Тут нефелін звичайно асоціює з Na-K польовими шпатами.

4. Воластоніт - силікат ланцюжкової будови з гранулами піроксеноїдів, $Ca_3(Si_3O_9)$. Типовий метаморфічний мінерал. Сингонія триклінна. Густина 2,78-2,91. Твердість 5-5,5. Колір білий. Блиск скляний. Мінерал належить до групи піроксеноїдів з формулою $CaSiO_3$. У

природному воластоніті часто виявляється домішка FeO до 9%, і в невеликих кількостях всі основні породоформуєчі мінерали. Мінерали таблитчатої, шестоватої та радіально-променистої форми.

Польовошпатова (кварцу менше 10%) і кварц-польовошпатова сировина є найважливішим компонентом шихти для виробництва основних сортів скла (близько 7% всього видобутого польового шпату), що обумовлено введенням його як глиноземистого і лужного компонентів, що додає склу термічну і хімічну стійкість, а також в'язкість та інші корисні властивості.

Друга сфера реалізації польового шпату - керамічна промисловість (близько 25-30% всього польового шпату, що видобувається): лужно-глинозем-кременистий компонент шихти для фарфорових виробів (у шихті він складає близько 30%); для виробництва глазурі (він складає 20-52%); вогнестійкої емалі (12-35%); керамічних плиток, кахлю, спеціальної (звичайно промислової) кераміки. Тонко мелені польові шпати, нефелінові (лейкократові) сієніти, нефелін використовуються як наповнювачі у виробництві певних сортів гуми, пластмас і паперу.

Крім того, при виготовленні абразивних виробів (звичайно корундових) польовий шпат додається як керамічна зв'язка. Невеликі кількості польових шпатів використовуються в парфумерії, стоматології, при виготовленні спеціальних в'язучих матеріалів і т. д.

Деякі різновиди польових шпатів іноді використовуються як виробне каміння або напівкоштовне (іризуючі плагіоклази, амазоніт, сонячний і місячний камінь, авантюрин і т. п.).

Таким чином, польовошпатова (кварц-польовошпатова) сировина відноситься до категорії гірничотехнічної у складі двох груп: 1 - керамічна (фарфоро-фаянсова та ін.); 2 - скляна сировина; а також до категорії виробного каміння і напівкоштовного (каменебарвна і ювелірна сировина).

Головною вимогою промисловості до польовошпатової сировини є її склад: 7-12% лугів; 11,5-20% Al_2O_3 , мінімум заліза, лужноземельних елементів та інших шкідливих домішок.

Звичайно використовується польовошпатова сировина з масовими долями SiO_2 , - 45-90% і Al_2O_3 - 5-25%. Характерні коливання лугів: K_2O від 0,8% в, гідротермальних утвореннях натрієвого складу до 19% в псевдолейцитових сієнітах і кальсиліт-псевдолейцитових породах (синеритах); Na_2O - від 0,8% в псевдолейцитових сієнітах до 12,8% в нефелінових сієнітах. Масова частка шкідливих оксидів в незбагаченій сировині досягає 1,7% (в середньому 0,5%); в нефелінових сієнітах вона іноді досягає 4%. Для високоякісного чистого скла вміст заліза не повинен перевищувати 0,05%, а для сильно-забарвленого - 0,3%.

Найякіснішими і цінними є калішпатові руди (мікроклін, ортоклаз, мікроклиновий пегматит), що видобуваються шляхом ручного рудорозбору і сортування сировини, вилученої з пегматитових диференційованих жил.

Найбільше промислове значення для виробництва польовошпатової сировини мають: гранітні пегматити, особливо грубозернисті, керамічні, лейкократові, що містять мікроклин-пертит; лейкократові мікроклин-альбітові граніти і нефелінові сієніти, калішпат-вміщуючі аркозові піски, пісковики і лужні каоліни, польовошпатові відходи при збагаченні лужних первинних каолінів і т. п. Рідше використовуються породи, що містять натрієві польові шпати (альбіт-олігоклази) і фельдшпатоїди: альбітити, анортозити, лабрадорити, нефелініти, сієніти і т. п.

За масштабами запасів (млн. т) родовища польовошпатової сировини підрозділяються на: унікальні >12; крупні 8-12; середні 4-8; дрібні - до 4; дуже дрібні - менше 4.

Головні промислові типи родовищ польовошпатової сировини відносяться до двох класів: 1 - ендегенні - магматичні, метаморфічні (у тому числі метасоматичні), пневматолітові. Це гранітні пегматити, граніти, нефелінові сієніти, польовошпатові інтрузивні і метасоматичні породи, грануліти і т. п.; 2 - екзогенні - каолінова кора вивітрювання (гіпергенні) і осадові (кластогенні) породи. Це польовошпат-вміщуючі первинні лужні каоліни; польовошпатові (аркозові) піски та ін.

Польовошпатові сировина, що має в цілому багатоцільове призначення і виражена безліччю різноманітних речовинно-генетичних утворень, представлена в країнах світу, у тому числі в Україні, вельми значним числом родовищ наступних основних геолого-промислових типів і їх речовинно-генетичних різновидів (Пилипчук, 2005 та ін.):

1. Гранітні пегматити, серед яких розрізняються керамічні недиференційовані, диференційовані, мусковітові і мусковіт-польовошпатові, рідкіснометалічно-мусковітові, рідкіснометалічні, кришталеносні.

2. Гранітоїди, у тому числі граніти лейкократові, аляскітові граніти і граніт-апліти, граніти рапаківі, граніти рідкіснометалічні (апограніти), лужні граніти і граносієніти, нормальні граніти, альбітити, калієві мігматити і гранітогнейси, пегматоїдні граніти, граніт-порфіри.

3. Нефелінові і лужні сієніти, в тому числі власне нефелінові сієніти, апатит-нефелінові сієніти, міаскити, агпаїтові сієніти, лужні пегматити, псевдолейцитові сієніти, синерити.

4. Вулканічні і субвулканічні утворення, іноді метасоматично змінені, у тому числі ріоліти, нефелінові і лейцитові фоноліти, трахіти, фарфорове каміння (аргілізити, вторинні кварцити, кварц-польовошпатові метасоматити).

5. Продукти залишкової кори вивітрювання, у тому числі каолінізовані гранітоїди, каолінізовані сієніти і монцоніти.

6. Каолінова кора вивітрювання, первинні лужні каоліни.

7. Польовошпатові піски і пісковики, у тому числі піски з натрієвими польовими шпатами, піски з калієвими польовими шпатами, аркозові піски і пісковики, рудоносні піски.

Воластоніт утворюється на контакті вапняків з виверженими породами, де асоціює з кальцитом, діопсидом, андрадитом, везувіаном, сфеном, епідотом.

Генетичні типи родовищ воластоніту:

1) контактово-метасоматичні (скарнові), і контактово-метаморфічні (скарноїдні), родовища виникли на контакті гранітоїдних масивів і карбонатних порід. Вміст воластоніта 10-30%.

2) метаморфогенні родовища воластоніта утворюються серед кристалічних сланців і перекристалізованих вапняків поблизу ультраосновних і лужних порід.

Потреби в польовошпатовій сировині, - як одному з провідних видів сировини в прогресуючих кількісно і якісно керамічному, фарфоро-фаянсовому і інших виробництвах, все більш зростають. Через це стає актуальним разом з експлуатацією і пошуками вищеперерахованих, вже традиційних геолого-промислових родовищ - виявлення нетрадиційних (нових) речовинно-генетичних видів і джерел польовошпатової сировини. До числа останніх можна віднести анортозити, деякі види лейкократових грубозернистих гнейсів і гранулітів, ріолітів, трахітів, порфірів і т. п., а також хвости гірничорудних підприємств, які добувають руди кольорових, благородних і рідкісних металів.

Воластоніт — перспективна сировина для електрокераміки, стенових плит, облицювальної цегли і плитки, кахлів, спеціальних цементів, білил, фарб, лаків тощо. Крім того він застосовується для виготовлення мінеральної вати, спеціальних фільтрів, компонент цементациі абразивних кіл, наповнювач паперу, теплоізолятор, білий пігмент, мінеральне добриво.

Найбільше родовище воластоніту у світі — Уїлсборо (гори Адірондак, США) з достовірними запасами 5,4 млн. т руди пов'язане з регіональним метаморфізмом. Загальні геологічні запаси унікального родовища воластоніту в Чаткальській долині, Киргизстан оцінюються приблизно в 50 млн. т. В Україні є в межах Українського щита.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків керамічної сировини різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Що слугує сировиною для фарфоро-фаянсової та склоробної промисловості?
2. Чим відрізняються первинні і вторинні каоліни?
3. Надайте приклади родовищ первинних і вторинних каолінів в Україні.
4. Що належить до кварцової сировини?
5. Чи є родовища кварцової сировини в Україні?

Практична робота № 11

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ КАРБОНАТНИХ ПОРІД

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ карбонатних порід.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати:

- різновиди карбонатних порід,
- типоморфні текстури і структури карбонатних порід,
- фізичні та хімічні властивості карбонатних порід,
- вимоги промисловості до якості карбонатних порід,
- головні промислові типи родовищ карбонатних порід.

Завдання - вивчити колекцію зразків різновидів карбонатних порід. Виконати опис зразків промислових типів родовищ карбонатних порід.

Найважливіші теоретичні положення

У цю групу входять породи різного походження, у складі яких переважають мінерали класу карбонатів - кальциту, доломіту, магнезиту. Основні карбонатні породи, які служать в якості будівельних матеріалів, або є сировиною для їх виробництва, це **вапняки, крейда, магнезит, доломіт і мармури**.

Вапняком називається осадова гірська порода, що складається з кальциту і деякої кількості різних мінеральних домішок. Найбільш частими домішками у вапняках є: доломіт, родохрозит, опал, халцедон, кварц, мінерали групи глин, оксиди і гідроксиди заліза та марганцю, пірит, марказит, глауконіт, фосфати, гіпс, органічна речовина та ін. При значній кількості мінеральних домішок в залежності від їх складу вапняки отримують додаткове найменування: доломітизовані, залізисті, мергелісті, окварцовані, піщанисті, глауконітові, бітумінозні і т. д.

Хімічний склад чистих вапняків наближається до теоретичного складу мінералу кальциту CaCO_3 (56,0% CaO і 44,0% - CO_2). Карбонатні породи з домішкою глинистих часток називають глинистими вапняками (95-75% CaCO_3 і 5-25% глини) або мергелями (75-50% CaCO_3 і 25-50% глини).

Літологічними типами вапняків, по структурним ознакам, є кристалічні, органогенні, уламкові та зі змішаною структурою.

За зовнішнім виглядом вапняки - порода білого або світло-сірого кольору, часто з жовтим або бурим відтінком. При наявності мінеральних і органічних домішок вапняки набувають темно-сіру, чорну, буру, червону і зелену забарвлення.

Одним з різновидів вапняку є природна **крейда**, що складається на 96-99% з CaCO_3 . В якості сторонніх домішок в основному відзначаються окисли алюмінію і заліза. У складі карбонатної частини крейди розрізняють органічні залишки (рослинні та тваринні) та кальцит. За зовнішнім виглядом і фізичним властивостям крейда це біла, слабо зцементована, тонкозерниста порода, при зіткненні з іншими предметами залишає білий слід. Характерними особливостями крейди є м'якість,

землистий злам, відсутність кристалізації і виразною шаруватості. Крейда являє собою перехідну різновидність від органогенних вапняків до вапняків хімічного походження.

Доломітом називається осадова карбонатна гірська порода, що складається в основному з мінералу доломіту. Групу карбонатних порід, що відрізняються підвищеним вмістом доломітової складової - доломіту, об'єднують іноді під більш загальною назвою доломітові породи. Чистий доломіт складається на 95-100% з мінералу доломіту $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$; доломітовий вапняк, наприклад, складається з 50-75% кальциту і 50-25% доломіту. Крім кальциту найбільш частими домішками в доломітах є: магнезит, сидерит, брейнерит, анкерит, родохрозит, опал, халцедон, кварц, мінерали групи глини, оксиди і гідроксиди заліза, альбіт, гіпс, ангідрит, целестин, галіт та ін.

У природі доломіт зустрічається в крупно-, дрібно- і прихованокристалічних агрегатах, іноді борошнистих. Рідше спостерігаються оолітові, ниркоподібні, комірчасті і інші агрегати. Крупнокристалічні агрегати доломіту зустрічаються зазвичай в гідротермальних утвореннях, а також серед карбонатних товщ, що піддалися істотній перекристалізації і метаморфізму. У породах осадового походження, що містять головні маси доломіту, мінерал доломіт буває представлений дрібно- і прихованокристалічними різновидами.

За літологічними ознаками доломіт поділяються на такі основні типи: кристалічні, оолітові, доломіт з реліктовими структурами заміщення, органогенні, уламкові та доломітове борошно.

Магнезит представляє вуглекислу сіль магнію MgCO_3 , має домішки Fe, Ca, Mn, може бути представлений кристалічної та аморфної формою.

Теоретично він складається з 47,8% MgO і 52,2% CO_2 , будучи крайнім членом двох ізоморфних рядів: з сидеритом (FeCO_3) і кальцитом (CaCO_3). Практично в ньому завжди в різній кількості містяться оксиди заліза, кальцію, марганцю, алюмінію і кремнію. Виділяється два природних різновиди магнезиту: кристалічна і аморфна. Іноді в асоціації з магнезитом виявляється також гідромагнезит $\text{Mg}[(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_4]4\text{H}_2\text{O}$.

Кристалічний магнезит утворює зернисті агрегати, складені витягнутими кристалами від часток мм до 1 см. Білий або жовтуватий, а від домішок вуглистої речовини - світло- або темно-сірий до чорного. Текстури агрегату: смугасті, радіально-променисті, масивні. Твердість 3,5-4, щільність 3,02 г/см³.

Аморфний магнезит зазвичай має білий колір і фарфоровидний вигляд. Він утворює натічні форми, володіє раковистим зламом. Залежно від домішок може приймати кремовий, жовтуватий, бурий або сірий відтінок. На відміну від кристалічного володіє твердістю (3,5-5) і меншою щільністю (2,9-3 г / см³).

Генетичні типи промислових родовищ магнезиту:

1) гідротермальні середньо-температурні метасоматичні родовища по

доломіту і вапняку (Халиловське родовище на Південному Уралі, родовища Закавказзя та Казахстану).

2) інфільтраційні (кори вивітрювання) (утворюється аморфний магнезит, пов'язаний з ультра-основними породами) утворилися під впливом латерального вивітрювання. Саткинська група родовищ (Урал), Савинське родовище кристалічного магнезиту.

Мармуром називається метаморфічна гірська порода, що складається в основному із зерен кальциту або доломіту або з тих і інших разом. Крім кальциту і доломіту в мармурах майже завжди містяться домішки інших мінералів, присутність яких залежить від початкового складу вихідних карбонатних порід і фізико-хімічних умов їх метаморфізму. З таких домішок зустрічаються: кварц, халцедон, графіт, гематит, пірит, лимоніт, хлорит, брусит, тремоліт, флогопіт, польовий шпат, рутил, гранат, турмалін та інші, а також органічні сполуки. Іноді деякі з них містяться в значній кількості і визначають ряд найважливіших фізико-механічних і технічних властивостей мармуру. Домішки по різному впливають на якість мармуру. Деякі з них, наприклад, лимоніт і гетит, в одних випадках підвищують декоративні якості мармуру, в інших - знижують їх, будучи шкідливими домішками. Інші домішки, наприклад кварц, халцедон, креміль, не впливають на колір і малюнок мармуру, але, будучи присутніми у значній кількості, сильно ускладнюють видобуток і технологічну обробку мармуру. Крім того, в цьому випадку мармур непридатний для електротехнічних щитів. Пірит і інші сульфідні зазвичай не роблять впливу на колір і малюнок мармуру, а також на процеси його видобутку і технологічної обробки, але при великому вмісті вони є шкідливими домішками для мармуру, призначеного для електротехнічних цілей. Крім того, сульфідні вважаються шкідливою домішкою і в облицювальному мармурі, оскільки, окислюючись, вони утворюють жовті і бурі плями.

Серед мармурів спостерігається виключна різноманітність забарвлення, і малюнка, яке може задовольнити майже будь-яку вимогу архітектора і будівельника. Здатність пропускати світло на деяку глибину, дуже різко підвищує декоративні якості мармуру. Основними властивостями, що визначають застосування мармуру в електротехніці, є його діелектричні показники, а з фізико-механічних - тимчасовий опір вигину і водонасичуваність.

Родовища мармурів діляться на два основних генетичних типи:

1. Мармури, що утворилися внаслідок перекристалізації вапняків в умовах регіонального метаморфізму.

2. Мармури, що утворилися в процесі перекристалізації вапняків в умовах контактово-термальних метаморфізму.

Основними споживачами **карбонатних порід** є промислове, житлове і дорожнє будівництво, металургія, виробництво в'язучих речовин і хімічна промисловість. У менших кількостях вони йдуть в скляну, харчову,

паперову, гумову, поліграфічну та інші галузі промисловості, а також в сільське господарство.

У металургії застосовуються вапняки і доломіт. Вапняк в доменному процесі служить флюсом, застосовуваним з метою переведення в шлак непотрібних і шкідливих компонентів шихти. Доломіт застосовується в якості сировини для виробництва вогнетривкої цегли і заправного матеріалу для влаштування та ремонту окремих частин мартенівських печей і томасівських конверторів. З доломіту отримують також метал магній.

У промисловості в'язучих речовин карбонатні породи є основним видом сировини для виробництва цементу, повітряного і гідравлічного вапна. Силікатний цемент, інакше званий портландцементом, найбільш широко застосовується в будівництві. Для його виробництва служать вапняки і мергелі, що змішуються в певних дозах з глинистими породами.

Крейда, так само як вапняк і доломіт, широко застосовується в багатьох галузях промисловості: цементної, скляної, цукрової, гумовій, паперовій, металургійної та хімічній. В очищеному вигляді крейда використовується в медицині, парфумерній промисловості (зубні порошки, пасти) та ін.

У будівельній справі карбонатні породи застосовуються в їх природному вигляді або після деякої механічної обробки, як будівельне каміння. Сюди відносять бут, щебінь, крихту, камінь для кладки стін, облицювальна і декоративний камінь, тротуарні плити і т. п. В якості таких каменів придатні вапняки, доломіт і мармур. Найважливіші вимоги до них визначаються необхідністю отримання блоків і плит належних розмірів і форми, здатних витримати те чи інше механічне навантаження, стійких в атмосферних умовах і при необхідності легко піддаються обтісуванню, розпилюванню, шліфуванню та поліруванню.

Магнезит застосовують в промисловості для виробництва чистого магнію, каустичного магнезиту, для наварки поду і стінок мартенівських печей, для виготовлення вогнетривких цеглин, що використовуються в сталеливарному, сірчаноокислотному і портланд-цементному виробництвах, для виробництва цементу, у будівництві, у виробництві термоізоляційних матеріалів. Магnezійний цемент застосовується для виробництва абразивних жорен, вогнестійких фарб, при виробництві цукру, тканин, віскози і т.д.

У невеликих кількостях оксид магнію використовується для отримання магнію в хімічній промисловості, для виготовлення різних лікувальних препаратів у фармацевтичній промисловості (палена магнезія), для різних цілей в гумовій, паперовій, цукрової та керамічній галузях.

Завдяки міцності, здатності приймати поліровку, красивим малюнкам і тонам забарвлення мармур здавна застосовується в архітектурі і скульптурі. Він вживається як матеріал для облицювання будівель і

інтер'єрів , для виконання архітектурних деталей (колони, карнизи, капітелі і решітки), творів декоративного мистецтва та художньої промисловості (вази, фонтани, лави, стільниці і т. д.). Застосовуються також різьблення по мармуру, мармурова мозаїка - складальні зображення з плиток, різних за формою і кольором.

У хімічній промисловості застосовується карбонатна сировина, до якої належать **вапняки, крейда і доломіти**. Основними галузями хімічної промисловості у яких застосовується карбонатна сировина, є: виробництво кальцинованої соди, карбїду кальцію, використання як наповнювачів у гумовій і лакофарбовій промисловостях, виробництво мінеральних добрив, окису магнію, використання у фармацевтичній промисловості.

У харчовій промисловості вапняки і отримані з них вапно і вуглекислий газ йдуть, наприклад, для очищення бурякового соку при варінні цукру.

Тонкомелений доломіт використовується як наповнювач для додання твердості каучуковим виробам і як прискорювач процесу вулканізації каучуку. Крейда є наповнювачем, білим пігментом або розріджувачем інших кольорових барвників у лакофарбовій промисловості і безпосередньо в малярських роботах.

У виробництві мінеральних добрив карбонатна сировина використовується в технологічному процесі як наповнювач, що додає продукту властивості незлежуваності. Вапняк і вапно застосовуються у виробництві кальцієвої і вапняно-аміачної селітри, преципітату, різних тукових сумішей.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків карбонатних порід різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Дайте характеристику карбонатної сировини для хімічної промисловості.
2. Які якості вапняків обумовлюють їх застосування як флюсової сировини?
3. Надайте загальну характеристику магнезіальній сировині.
4. Яка природна сировина використовується для виготовлення в'язучих матеріалів?
5. Які якості карбонатних порід забезпечують їх використання як в'язучої сировини?
6. Які країни більш за все виготовляють цементу і вапна?
7. Які родовища вапняків, доломітів, мергелів, що використовуються для в'язучої сировини, ви знаєте?
8. Де можуть використовуватися карбонатні породи?
9. Які якості карбонатних порід обумовлюють можливості їх застосування у сільському господарстві?

Практична робота № 12

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ГЛИН ТА КАОЛІНІВ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ глин та каолінів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати головні промислові типи родовищ, типоморфні текстури і структури глин та каолінів і вимоги промисловості до їх кількості і якості.

Завдання - вивчити колекцію зразків глин та каолінів. Виконати опис зразків промислових типів родовищ глин та каолінів згідно пропонованій схемі.

Найважливіші теоретичні положення

До **глин** прийнято відносити тонкодисперсні гірські породи з переважаючим пелітовим (до 1 мкм) розміром частинок, які складені переважно різними глинистими мінералами з підлеглою кількістю уламків гірських порід, кварцу, польових шпатів, амфіболів, піроксенів, слюд та інших мінералів, а також органічної речовини і аутигенних зерен карбонатного, сульфатного, фосфатного складу та ін.

Глини розрізняють як велико-, середньо- і тонкозернисті за розмірами частинок переважно фракцій 5-1, 1-0,2 і менше 0,2 мкм.

Глинисті мінерали, що складають основну масу породи, являють собою відносно стабільні водні силікати алюмінію, заліза і магнію шаруватої, шарувато-стрічкової і змішано-шаруватої структур. Все різноманіття глин та їх властивості визначаються складом глинистих мінералів, прямо пов'язаних з ним хімічним складом, а також розміром частинок. За кристалічною структурою і складом виділяють наступні групи глинистих мінералів: аллофанову, каолінітову, монтморілонітову, гідрослюдисті, хлоритові, полігорскітову.

Серед чималого класу глин - незцементованих, але зв'язаних осадових гірських порід, складених в основному глинистими мінералами, - виділяються **глини вогнетривкі**, що витримують температури вище 1580 °С. В їх складі переважають такі глинисті мінерали як каолініт, монотерміт, іліт, рідше - діаспор. Підвищення вмісту в глинах іліту знижує їх вогнетривкість, а каолініту - підвищує. За мінеральним складом розрізняються каолініт-гідрослюдисті, гідрослюдиристо-каолінітові, каолінітові і полімінеральні різновиди вогнетривких глин.

Каолін — гірська порода, що складається переважно з каолініту, білого кольору. Від назви місцевості Каолін у Китаї. Формула: $H_4Al_2Si_2O_9$, або $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$; головна складова частина звичайної глини. Значно частіше каолін містить різні домішки — кварцовий пісок, карбонати кальцію та магнію і звичайно буває забарвлений оксидами заліза в жовтий колір (жовта глина).

Каолініт – мінерал класу силікатів, основний силікат алюмінію шаруватої будови. Основна складова частина глин, особливо каоліну.

Склад: $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$. Містить (%): Al_2O_3 — 39,56; SiO_2 — 46,5; H_2O — 13,94. Ізоморфні домішки Fe^{3+} , Cr, Ti, Fe^{2+} , Mg, Ca, Na, K. Відомі конкреції, ооліти, жовна, борошністі і земляні пухкі скупчення. Сингонія переважно триклінна. Густина 2,58-2,61. Твердість 2-3.

Каолініт білого з різними відтінками кольору, щільний, жирний на дотик. Блиск перламутровий, матовий. У чистому вигляді білий, іноді з голубуватим або бурим відтінком. Механічні домішки забарвлюють каолініт в червоний, чорний, яскраво-зелений колір. Каолініт легко розмокає у воді, набуває пластичності і диспергується з утворенням суспензій. Зустрічається у приховано-кристалічних скупчених, пухких тонкозернистих агрегатах. Переважні розміри частинок 1-3мм (0,001-0,003 мм); нездатний приєднувати та утримувати значну кількість води; при сушінні порівняно вільно віддає приєднану воду.

Група каолініту включає каолініт, діккіт, накрит і гідратовану форму - галлуазит. Загальна формула $Al_4 [Si_4O_{10}](OH)_8$. Група монтмориллоніту об'єднує власне монтмориллоніт, нонтроніт, бейделліт та інші мінерали. До групи гідролюд належать гідромусковіт, гідрофлогопіт і гідробіотит і глауконіти ін.

Вміст основних хімічних компонентів глин варіює в широких межах: SiO_2 30-70%; Al_2O_3 10-40%; H_2O 5-15%; підлеглими компонентами є TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO, MgO, CaO, H_2O , Na_2O , SO_3 , CO_2 , P_2O_5 , S, C та ін. Крім хімічного складу (основного показника при вирішенні питання про придатність глин в якості цементної сировини) до числа найголовніших властивостей, що визначають промислову цінність глин, відносяться їх пластичність, зв'язність. Такі властивості глин як: здатність до набухання, повітряна усадка, вогнева усадка (при випалюванні), вогнетривкість, спікаємість, адсорбційна здатність і гігроскопічність, здатність до іонного обміну що визначаються за спеціально розробленими методиками, дозволяють класифікувати глинисту сировину з урахуванням можливих областей її використання.

В якості глинистої сировини для цементної промисловості крім найбільш вигідних глинисто-карбонатних порід - мергелів - найбільш істотні родовища морських легкоплавких глин, глинистих мулів, аргілітів і глинистих сланців.

Вогнетривкі глини використовуються для виробництва вогнетривких виробів, що використовуються в чорній металургії (футеровка вагранок, доменних печей, кауперів), в машинобудуванні, хімічній, нафтопереробній та інших галузях промисловості (для виробництва спеціальної цегли, тиглів, цементу ливарних пісків і ін.).

Чистий каолін йде на виготовлення фарфорових і фаянсових виробів, які обпалюють при 1300-1400°C. Каолін застосовують як наповнювач у паперовій промисловості. Каолін використовують як сировину для керамічної, електротехнічної (ізолятори), паперової, кабельної, гумотехнічної, пластмасової, хімічної і парфумерної виробництв.

Каолініт використовують для виробництва паперу (наповнювач і покриття), гуми, порцеляни, фаянсу, вогнетривких матеріалів, також при виготовленні плівок, лінолеуму, олівців, фарб і інш. Каолініт - потенційне джерело отримання алюмінію.

Формування глинистих порід різноманітно. Серед них присутні як гіпогенні (гідротермальні), так і гіпергенні (осадові, інфільтраційні, залишкові, уламкові та ін.) продукти. Особливе місце займають інфільтраційні і метаморфізовані глинисті осади - аргіліти і глинисті сланці, в яких глинисті мінерали здебільшого перетворені в слюди і хлорити.

Велика частина широко поширених легкоплавких глин є продуктом осадження в морських і озерних умовах, а також делювіального і моренного походження. Бентонітові глини в одних випадках представляють результат підводного розкладання вулканічних туфів, в інших - перевідкладення продуктів вивітрювання гірських порід; відзначені випадки їх утворення шляхом відкладення з гідротермальних розчинів і метасоматичні заміщенням вулканічного попелу з участю підземних вод.

Вивітрювання головним чином силікатних порід (гранітів, гнейсів, кристалічних сланців та ін.) призводило до утворення каолінів, широко розвинених серед продуктів стародавніх лінійних і площадних кор вивітрювання; при цьому елювіальні поклади прийнято називати первинними, а перевідкладені делювіальні і алювіальні - вторинними..

У специфічних умовах седиментації (озерно-болотних, дельтових, лагунних, карстових порожнинах) за рахунок розмиву і перевідкладення каолінових кор вивітрювання відбувалося накопичення вогнетривких і тугоплавких глин.

Статистично узагальнена інформація про світові ресурси, запаси, видобуток і споживання вогнетривких глин відсутня. Відомо, що вони відносяться до достатньо широко поширеного виду мінеральної сировини і виявлені на всіх континентах.

Каолініт – поширений вторинний мінерал. Утворюється в корах вивітрювання при гідролізі алюмосилікатних, головним чином полевошпатових гірських порід.

Родовища чистого каоліну (білої глини) зустрічаються порівняно рідко. Утворюються внаслідок вивітрювання або гідротермальної зміни слюдисто-полевошпатових порід (гранітоїдів, гнейсів, сланців), пов'язаної з вулканізмом. Розрізняють каолін залишковий (первинний), що залягає на місці свого утворення, і осадовий, перевідкладений (вторинний). Великі родовища залишкового каоліну приурочені до нижньомезозойської кори вивітрювання. Перевідкладений каолін залягає лінзами і пластами серед пісків. Значними запасами каоліну володіють Чехія, Болгарія, Україна, Румунія, Польща, Угорщина, Узбекистан, США, Великобританія. На

території України є у Вінницькій, Дніпропетровській, Запорізькій, Сумській (Полошки), Черкаській і Донецькій областях.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків глин та каолінів різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які вимоги існують до вогнетривких глин?
2. Які родовища вогнетривких глин ви знаєте в Україні?
3. З чого виготовляється цегельно-черепична сировина?
4. Дайте загальну характеристику глинистих порід.
5. Які властивості глин є найважливішими для їх використання в будівництві?
6. Які існують генетичні типи родовищ глин?
7. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу цегельно-черепичної сировини України.
8. Порівняйте палеогенові і четвертинні родовища глин України.

Практична робота № 13

ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ПІСКУ І ГРАВІЮ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ піску і гравію.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати: головні промислові типи родовищ, мінеральний склад, фізико-хімічні та технологічні властивості піску і гравію, а також вимоги промисловості до кількості і якості покладів корисної копалини.

Завдання - вивчити колекцію зразків піску і гравію. Виконати опис зразків промислових типів родовищ піску і гравію згідно запропонованій схемі.

Найважливіші теоретичні положення

Пісок і гравій відносяться до рихлих і сипучих геологічних утворень, що складаються з незцементованих дрібних уламків і зерен різних мінералів і гірських порід. При геологічних роботах враховують, що в пісках розміри зерен змінюються від 0,01 до 2 мм, в гравії от 1-2 до 10 мм. Внаслідок недосконалого сортування матеріалу за крупністю пісок і гравій ніколи не бувають однорідними, і поділ їх на групи проводиться за розмірами переважаючої фракції. Піски з переважною величиною зерен від 0,01 до 0,25 мм вважаються дрібнозернистими, 0,25-0,5 мм - середньозернистими, 0,5-1 мм - грубозернистими.

Гравій поділяють на крупний (5-10 мм), середній (2-5 мм) і дрібний (1-2,5 мм). Чітких меж між пісками і гравієм немає, іноді дрібний гравій називають грубим піском. За формою зерна бувають як гострокутними, так і різною мірою окатаними.

За мінеральним складом піски можуть бути мономінеральними, але зазвичай вони змішані і складаються з двох або декількох мінералів. Найчастіше переважає кварц, у підпорядкованих кількостях і у вигляді домішок присутні польові шпати, слюди, глинисті, вапнякові і залісті частки, уламки гірських порід, іноді скелети організмів. Близькими до мономінеральних є кварцові піски, в яких вміст кварцу становить не менше 80%, а сумарний вміст кремнезему - не менше 90%; зрідка зустрічаються нефелінові, полевошпатові, епідотові та інші піски. Колір найбільш поширених пісків зазвичай червонувато- або буро-жовтий і землястий; він обумовлений наявністю домішок, найчастіше оксидів заліза; кварцові піски володіють сірою забарвленням.

Гравій в природі майже завжди утворює суміш з піском у вигляді піщано-гравійного або гравійно-галькового матеріалу, в якому вміст піску варіює від 10 до 90%; часто в цьому матеріалі містяться також великі уламки і валуни різних гірських порід, чисті гравійні формування, вільні від піску, зустрічаються вкрай рідко.

За мінеральним і петрографічним складом гравій, як правило, також неоднорідний і найчастіше складається з уламків граніту, гнейсу, діабазу,

кварциту, кременю, кварцу та інших твердих гірських порід та мінералів.

Застосування пісків і гравію в народному господарстві ґрунтується на різних фізичних і хімічних властивостях цих уламкових порід.

1. Піски і гравій застосовуються у виробництві ряду будівельних матеріалів і сумішей, що використовуються безпосередньо у будівництві (виробництво будівельної цегли, наповнювачі в бетоні, в'язучих розчинах, штукатурних і асфальтових масах, дорожньо-будівельні матеріали).

2. Застосування пісків як сировини для хімічної переробки з метою отримання нових продуктів - скла, карборунда, рідкого скла, феросиліцію.

3. Піски використовуються як абразивний матеріал для розпилювання, очищення, шліфування й полірування каменя і для очищення металевих виливків (піски для дуття).

4. У ливарній справі піски застосовуються для виготовлення форм і стрижнів, тобто сердечників, що вставляються в форму для утворення в литві порожнини.

5. Гравій і піски при виготовленні штучного каменя мають дуже велике значення: вони зменшують усадку каменя при твердінні і скорочують витрату в'язучих речовин, знижуючи вартість споруд. В бетонній суміші, наприклад, наповнювачі та вода складають 85-90% її ваги, цементу ж витрачається лише близько 10-15%.

В залежності від призначення готових продуктів вимоги до наповнювачів різні. При отриманні важких бетонів як наповнювачі застосовуються щебінь, гравій і піски; щебенем в цьому випадку називають продукт дроблення твердих і щільних гірських порід різного походження. Щебінь і гравій повинні мати об'ємну вагу не менше 2 г/см^3 , розмірність зерен від 3 до 70мм, достатній вміст дрібних фракцій, що заповнюють простір між великими уламками.

Для легких бетонів, що володіють малою теплопровідністю і об'ємним вагою менше 1800 кг/м^3 , потрібні інші наповнювачі - щебінь і пісок з пемзи, вулканічний шлак, вулканічний і вапняний туф, пористий вапняк, вапняк-черепашник, діатреми, трепели, опоки.

У дорожньому будівництві пісок і гравій поряд зі щебенем використовуються для баластування залізничних колій. При будівництві автомобільних доріг для підстилаючого шару застосовуються однорідні піски різної крупності, досить добре фільтруючі, в піску допускається до 50% зерен гравію розміром до 40 мм. Для асфальтових та бетонних сумішей для дорожніх покриттів йде крупнозернистий пісок без сторонніх домішок з вмістом глинистих часток не більше 2-3%.

Для кладок і штукатурних розчинів застосовуються такі ж піски, як і для важкого бетону, але з великими допусками відносно ряду показників.

У виробництві будівельної цегли пісок служить добавкою для жирних глин, а при виготовленні силікатної цегли є головним компонентом, що становить 90-95% сировинної суміші.

У ливарній справі піски застосовуються для виготовлення форм і

стрижнів, тобто сердечників, що вставляються в форму для утворення в литві порожнини. Таке застосування пісків засноване на їх високій вогнетривності, тобто здатності витримувати без розм'якшення температури, що перевищують 1500°C. Формовочні піски повинні володіти також пластичністю, міцністю і газопроникністю. Глиниста речовина надає формі необхідну міцність. За змістом глинистої речовини формувальні піски діляться на кілька класів - кварцові, худі, жирні, дуже жирні; застосовуються також кварц-полевошпатові піски. У дуже жирних пісках вміст глинистої складової може коливатися від 30 до 50%, тоді як в кварцових пісках повинно бути не більше 2% при вмісті кремнезему 90-97% і вище. Допустимий вміст шкідливих домішок становить: сірка сульфідна - від 0 до 0,025%, луги 0,5-2%, окис заліза 0,75-1,5%.

У скляному виробництві кварцові піски застосовуються в якості одного з головних компонентів скляної шихти. За гранулометричним складом потрібні однорідні піски, кращі сорти яких повинні містити не менше 90% зерен з розмірами від 0,10 до 0,30-0,50 мм з мінімальною кількістю крупніших зерен. Найбільш шкідливими домішками в скляних пісках є окиси заліза і хрому, що викликають забарвлення скла в жовтий і зелений кольори.

Піски як абразивний матеріал повинні містити не менше 98% кварцу і мати гострокутну форму зерен, а для фільтрування води повинні містити кремнезему не менше 96%, мати крупність зерна від 0,3 до 1,0 мм.

За генетичною класифікацією промислові родовища піску і гравію відносяться до екзогенних (уламкових і осадових) і поділяються на елювіальні, делювіальні, пролювіальні, сучасні і древні алювіальні, льодовикові і флювіогляціальні, еолові, морські та озерні.

1. Елювіальні формування розвинені зазвичай у вигляді нерівного шару непостійної потужності, складеного несорттованим матеріалом і пов'язаного поступовими переходами з підстилаючими корінними породами.

2. Делювіальні відкладення утворені гострокутними і несорттованими продуктами вивітрювання різної крупності.

3. Пролувіальні відкладення, область поширення яких обмежується гірськими районами, також утворені невідсортованим і необробленим матеріалом.

4. Алювіальні відкладення, утворені в результаті діяльності річок, широко поширені.

5. Власне льодовикові, або моренні відкладення виникають при таненні льодовиків за рахунок накопичення уламкового матеріалу.

6. Флювіогляціальні (водно-льодовикові) відклади просторово і генетично пов'язані з моренними і утворюються в результаті діяльності потоків талих льодовикових вод.

7. Родовища еолового походження представлені дюнами і барханами, рідше лінзоподібними покладами, складеними пісками.

8. Уламкові гірські породи морського і озерного походження широко поширені серед древніх осадових відкладень, проте в практичному відношенні велике значення мають переважно четвертинні утворення, поширені в прибережних зонах.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків піску і гравію різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які піски відповідають вимогам формувальних пісків?
2. Що належить до кварцової сировини?
3. Чи є родовища кварцової сировини в Україні?
4. Де використовуються пісок і гравій?
5. Як виникають родовища піску і гравію?
6. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу піщано-гравійної сировини України.

Практична робота № 14 ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ ПІСКОВИКІВ ТА КВАРЦИТІВ

Мета - вивчення геологічних умов утворення та речовинного складу всіх промислових типів родовищ пісковиків та кварцитів.

Внаслідок виконання практичної роботи студенти повинні знати: головні промислові типи родовищ, мінеральний склад, фізико-хімічні та технологічні властивості пісковиків та кварцитів, а також вимоги промисловості до кількості і якості покладів корисної копалини.

Завдання - вивчити колекцію зразків пісковиків та кварцитів. Виконати опис зразків промислових типів родовищ пісковиків та кварцитів.

Найважливіші теоретичні положення

Пісковики відносяться до осадових гірських порід, що складається з гострокутних або округлих зерен різних мінералів, уламків гірських порід і іноді скелетів різних організмів крупністю від 0,1 до 2 мм, зцементованих якою-небудь сполучною речовиною; їх можна назвати також зцементованими пісками.

Цементовані зерна в пісковиках зазвичай представлені кварцом, поряд з яким можуть бути присутніми також польові шпати, слюди, каолінит (аркозові пісковики) та інші мінерали. Цементуюча речовина може бути утворена глинистими або слюдяними мінералами, кремнеземом (кварцом, халцедоном і опалом), оксидами заліза, карбонатами та іншими мінералами. Залежно від наявності одного, двох, трьох або більше цементованих мінералів виділяють відповідно мономіктові, олігоміктові і поліміктові пісковики, а за складом переважаючих мінералів - кварцові, кварц-полевошпатові, кварц-глауконітові та ін.; за складом цементу пісковики називають глинистими, вапняковими, крем'янистими, залізистими, змішаними.

За величиною зерна, як і серед пісків, виділяють грубозернисті (2,0-1,0 мм), крупнозернисті (1,0-0,5 мм), середньозернисті (0,5-0,25 мм) і дрібнозернисті (0,25-0,01 мм) пісковики.

Кварцитами називають дрібнозернисті кварцові або крем'янисті пісковики, в яких і цементована речовина, і цемент представлені мінералами кремнезему, макроскопічно нерозрізненними між собою і злиті в суцільну щільну масу з скалкуватим або раковистим зламом. Утворення таких кварцитів пов'язано з перекристалізацією осадових пісковиків у процесі регіонального метаморфізму.

До кварцитів відносять також деякі крем'янисті породи, що є продуктами метасоматичного заміщення кремнеземом вапняків та інших карбонатних порід. Відрізняють також гідротермально-метасоматичні вторинні кварцити, що не містять цементу і складаються з щільно прилеглих один до одного зерен переважаючого кварцу і постійно

присутніх в різних кількостях серициту, алуніту, пірофіліту, каолініту, андалузиту і діаспору, а також другорядних мінералів і мінералів-домішок у вигляді зерен корунду, топазу, рутилу, піриту, гематиту та інших.

Кварцові і кварцитовидні пісковики та кварцити характеризуються великим вмістом SiO_2 , що досягає 95-99%, важливою властивістю їх є висока вогнетривкість - до 1710-1770°C. Механічна міцність пісковиків варіює в дуже широких межах (100-3710-кг/см²), у кварцитів вона більш постійна - 1000-4550 кг/см². Головне застосування вони мають у виробництві динасу, служать сировиною для отримання силікосплавів і елементарного кремнію, а також застосовуються в якості флюсу. У великих кількостях пісковики та кварцити йдуть для будівництва, крім того, з них отримують дефібрерні камені і жорна, точильні камені і бруски, кислототривкий матеріал для хімічної промисловості. Вільні від домішок слабо зцементовані кварцові пісковики застосовуються як сировина для варіння скла. Динас - кислий вогнетрив, що витримує під навантаженням температуру до 1550-1650°C без деформацій. Він виготовляється з кварцитів і кварцових пісковиків, що містять не менше 95-97% SiO_2 на вапняній, вапняно-залізистій чи іншій зв'язці. Шкідливими в сировині є оксиди заліза, глинозем і вапно, що утворюють при випалюванні легкоплавкі з'єднання; допустимий вміст Al_2O_3 - до 2%, CaO - до 1,5%.

До складу силікосплавів входять феросиліцій, карбід кремнію і силуміни (легкі ливарні сплави алюмінію з кремнієм і іншими металами), для виробництва яких необхідні кварцити з мінімальним вмістом глинозему і вапна (не більше 1-2% кожного компонента). Ще більш жорсткі вимоги пред'являються до сировини для виробництва кристалічного кремнію, в якому загальний вміст всіх домішок повинен бути не більше 1-2%. Як флюси кварцити використовуються при плавці мідних і нікелевих концентратів з метою переведення в шлак заліза. Залежно від способу плавки кварцити повинні містити не менше 85% кремнезему, шкідливими домішками є глини, оксиди заліза (допустимо вміст $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ до 1-5%), вапно і магнезія.

У будівельній справі кварцити і пісковики застосовуються в якості стінового каменю, буту, щебеню та бруківки, а кварцити з красивим забарвленням - для облицювання будівель і як декоративний камінь. Вимоги до якості каменю аналогічні вимогам до інших видів природних кам'яних матеріалів. Пісковики для нефібрерних каменів, застосовуваних у паперовій промисловості, повинні мати високу міцність і складатися з гострокутих зерен кварцу з кварцовим же цементом. Для отримання точильних каменів і брусків кращими є дрібно- і тонкозернисті пісковики з м'яким (карбонатно-глинистим або мергелистим) цементом. Бруски та бруски для правки і точіння тонких інструментів отримують з особливо тонкозернистих і щільних кварцитів.

Кварцити, які застосовуються як кислототривких матеріалів для спорудження кислотних башт, сховищ для мінеральних кислот і

внутрішнього облицювання приміщень на хімічних заводах повинні володіти високою кислототривкістю, великою механічною міцністю та малою пористістю. Такі властивості характерні для дрібнозернистих і щільних кварцитів без домішок.

За умовами утворення всі родовища пісковиків, у тому числі родовища кварцитовидних пісковиків і третинних кварцитів, відносяться до осадових, а родовища власне кварцитів і вторинних кварцитів - до метаморфогенних формувань.

1. Осадові родовища пісковиків утворюються в результаті цементації пухкого уламкового матеріалу (піску). Умови цементації, проте, різні, і цемент може бути первинним і вторинним.

Пісковики з первинним цементом залягають у вигляді шарів, шаро- і лінзоподібних тіл, за формою відповідають покладам пісків, що накопичилися в аналогічних фаціальних умовах. Серед них найбільш поширені пластові родовища морських пісковиків, що володіють відносно постійними якісними показниками і витриманими потужностями. Для покладів пісковиків із вторинним цементом характерні складні лінзовидні форми з химерними обрисами і частими переходами до пухких пісків і піщаників з первинним цементом.

2. Метаморфогенні родовища кварцитів відомі трьох підтипів. Найбільш широко поширені родовища кварцитів, що виникли на низькому ступені регіонального метаморфізму древніх осадових пісковиків. Метаморфічними є родовища метасоматичних кварцитів - окременних вапняків і новакулітів. До третього підтипу відносяться родовища вторинних кварцитів, які утворюються внаслідок гідротермально-метасоматичних перетворень кислих і середніх ефузивних порід і їх туфів, рідше - кислих інтрузивних порід.

Методика виконання практичної роботи

Для виконання роботи відводиться 3 години, з них 2 години аудиторних занять та 1 година - самостійної роботи. Звітним матеріалом є звіт з практичної роботи з описом зразків пісковиків та кварцитів різних промислових типів згідно запропонованій схемі на сторінці 8.

Питання для підготовки до захисту практичної роботи:

1. Які види мінеральної сировини застосовуються для виробництва вогнетривких матеріалів?
2. Які існують вимоги до кварцитів і кварцових пісковиків як сировини для вогнетривких матеріалів?
3. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу кварцитів і кварцових пісковиків України.
4. Які вимоги існують до природного каміння, яке використовується для облицювання будівель?
5. Що належить до кварцової сировини?

Список рекомендованої літератури

1. Корисні копалини/ Фізичні та хімічні основи галузевого виробництва: Навчальний посібник. / Смирнов В.О., Білецький В.С. – «Новий Світ-2000», ФОП Піча С.В., 2022. – 148 с.
2. Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України. Львів : Простір М, 2013. 683 с.
3. Геологія корисних копалин: підручник для студ. вищ. навч. закл. Ч. 1 : Рудогенез / Ю. В. Ляхов, М. М. Павлунь, С. І. Ціхонь. — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2012. — 286 с. — ISBN 978-966-613-963-7
4. Геологія корисних копалин. Ч. 2. Екзогенні та метаморфогенні процеси рудоутворення: підручник / М. М. Павлунь, О. В. Гайовський. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 170 с.
5. Білецький В.С. Корисні копалини. / У кн.. «Україна. 30 років незалежності». Стислий довідник / За ред. д. і. н., проф. Киридон А. М. Київ : Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво», 2021. 536 с. С. 175 - 178.
6. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

Інформаційні ресурси

7. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
8. Державна служба геології та надр України / URL: <http://www.geo.gov.ua>
9. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року / URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17#n14>

Жильцова Ірина Вікторівна
Рузіна Марина Вікторівна
Сливна Олена Василівна

**ПРОМИСЛОВІ ТИПИ РОДОВИЩ НЕМЕТАЛЕВИХ
КОРИСНИХ КОПАЛИН**

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 103 Науки про Землю

Видано у редакції авторів

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19