

5. ГЕОЛОГІЧНЕ КАРТУВАННЯ ОСАДОЧНИХ ПОРІД

Під час геологічної зйомки товщ осадочних порід доводиться вирішувати широкий спектр проблем. Знання методів досліджень осадочних утворень дозволять не лише виконувати їх картування, але і екстраполювати ці методики при їх відповідній адаптації на вивчення вулканогенних і метаморфічних комплексів.

У результаті вивчення даного розділу студенти повинні

Знати:

- ❖ перелік основних завдань, які повинні вирішувати під час геологічної зйомки осадочних товщ;
- ❖ чому складання зведеного розрізу складає базис у побудові геологічної карти;
- ❖ чим відрізняються методи складання розрізів порід в умовах їх горизонтального, похилого та складчастого залягання;
- ❖ які основні характеристики осадочних порід повинні вивчатися під час їх картування;
- ❖ які методи можуть бути задіяні при розчленуванні розрізу осадочних товщ;
- ❖ як здійснюється кореляція геологічних тіл;

Уміти:

- ❖ пояснювати послідовність вивчення та опису розрізів осадочних товщ;
- ❖ відрізняти особливості складання розрізів в умовах різного рельєфу та умов залягання шарів гірських порід;
- ❖ пояснювати типи забарвлення осадочних порід;
- ❖ знаходити ознаки розчленування розрізу осадочних товщ в різних умовах;
- ❖ здійснювати вибір методів кореляції в залежності від наявних обставин.

Вивчення осадочних товщ в процесі геокартування дозволяє забезпечити рішення наступних головних завдань:

- встановити стратиграфічний розріз;
- виявити історію осадконакопичення і хронологію магматизма;
- отримати характеристику тектонічної будови району і тектонічного плану по структурних поверхах;
- виявити закономірності локалізації і зробити обрахунок корисних копалин, приурочених до осадочних товщ.

5.1. Вивчення стратиграфічного розрізу

Зведений стратиграфічний розріз району є стержньовим елементом геокартування, без його складання неможлива побудова геологічної карти. Складання розрізу у більшості випадків багатоступінчастий процес. Він розпочинається з робочої стратиграфічної схеми, яка удосконалюється по мірі накопичення інформації. Методи складання розрізів визначаються умовами залягання порід, умовами їх відслоненості, складом і генетичними чинниками.

Польове вивчення і опис розрізів осадної товщі за природними виходами або за керном бурових свердловин передбачає:

- попередній огляд усієї або великого інтервалу розкритої товщі;
- систематичний пошаровий опис розрізу, замальовки, фотографування;
- встановлення характеру дислокацій і виміри елементів залягання порід;
- підсумкова узагальнювальна характеристика розрізу, його особливості і зіставлення з іншими розрізами району;
- збір залишків фауни і флори, відбір типових зразків і випробування.

При горизонтальному і слабкопохилому заляганні товщ на процес складання розрізів істотно впливає рельєф. При плоскому, вирівняному рельєфі найбільш інформативне дослідження по вертикальним буровим свердловинам. При розчленованому рельєфі в умовах хорошої відслоненості дуже результативне вивчення природних відслонень на схилах. Якщо природних відслонень недостатньо, використовуються дані по спеціально пройдених канавах і шурфах. У відслоненнях і гірничих виробках вивчення розрізу здійснюється від нижніх шарів до верхніх, починаючи від найнижчої точки рельєфу (русла річок, борти ярів і балок).

Під час складання стратиграфічного розрізу в умовах окремих розрізних відслоненнях на схилі, фіксуються абсолютні відмітки граничних поверхонь стратиграфічних горизонтів. При цьому у відслоненні вищого рівня мають бути присутніми шари, простежені у верхній частині попереднього відслонення. У подальшому усі дані про склад і потужності порід зводять у стратиграфічну колонку. За відсутності даних по будь-якому інтервалу проводять додаткові дослідження в спеціально пройдених виробках (розчищеннях, канавах, шурфах). Якщо неможливо отримати прямі спостереження, то положення контактів може бути встановлене орієнтовно методом інтерполяції спостережень в найближчих пунктах (рис. 5.1). На стратиграфічній колонці вказують місця відбору проб і зразків.

При похилому заляганні порід ($8-10^\circ$) в умовах вирівняного рельєфу і добрій відслоненості, лінію розрізу орієнтують вхрест простягання порід. Видима потужність вимірюється у відслоненнях, а істинна знаходиться аналітичним, або графічним шляхом.

При розрізних відслоненнях або слабкій відслоненості та вирівняному рельєфі для встановлення стратиграфічного розрізу використовують гірничі виробки (свердловини, шурфи). Система зіставлення гірничих виробок повинна забезпечувати повноту інформації (рис. 5.2). Істинні потужності шарів в розрізі визначаються з урахуванням кута падіння пласта, кута нахилу рельєфу місцевості і орієнтування лінії розрізу до простягання товщі.

При розчленованому рельєфі різні частини стратиграфічного розрізу вивчаються на протилежних схилах ерозійної форми (рис. 5.3). Спочатку описується розріз на одному зі схилів долини (А) від точки *a* до точки *b* і визначається істинна потужність шарів. Потім описується розріз на іншому схилі (Б) від точки *v* до точки *г*. Далі викреслюється профіль долини, на якому вказується положення точок *a*, *b*, *v*, *г*. Потужність частини шарів, що знаходяться в смузі, перекритій четвертинними відкладеннями, обчислюють графічно (відстань між точками *v* і *д*). Ділянки А і Б повинні знаходитися на лінії, орієнтованій вхрест простягання товщі.

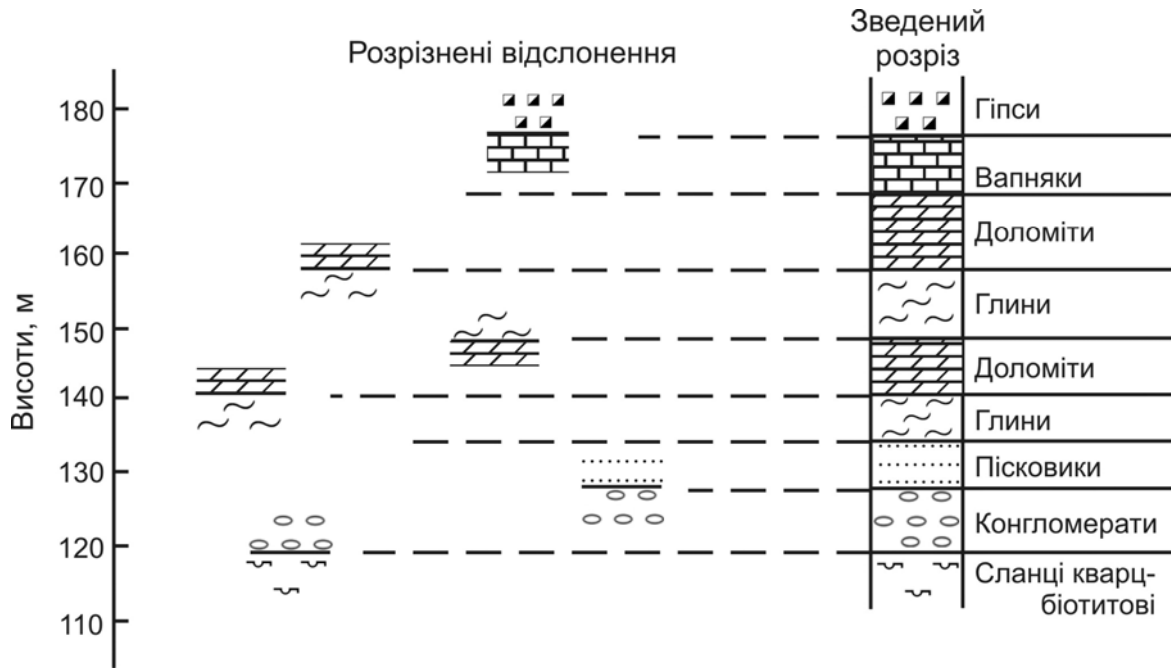


Рисунок 5.1. Складання нормального розрізу горизонтально залеглих шарів за окремими розрізненими відслоненнями на гірських схилах

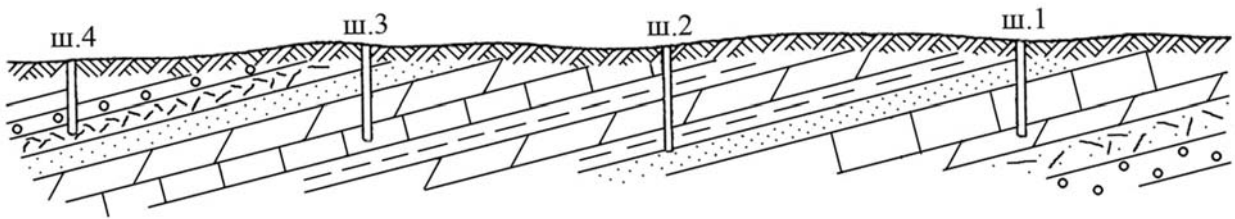


Рисунок 5.2. Вивчення стратиграфічного розрізу за допомогою шурфів. Кожен наступний шурф розкриває більш високу пачку шарів

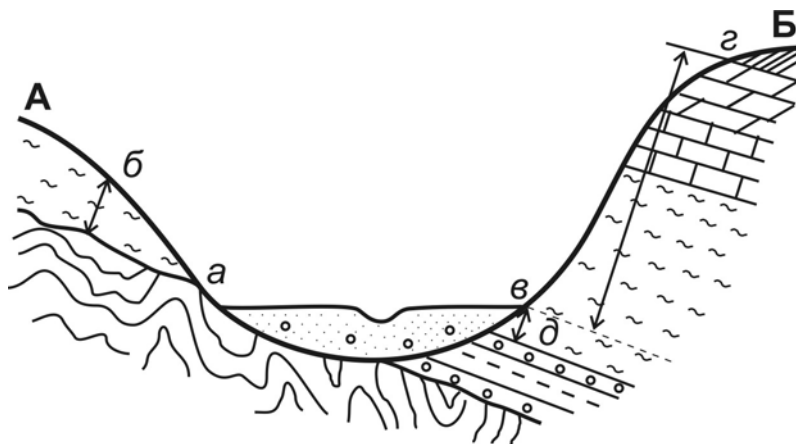
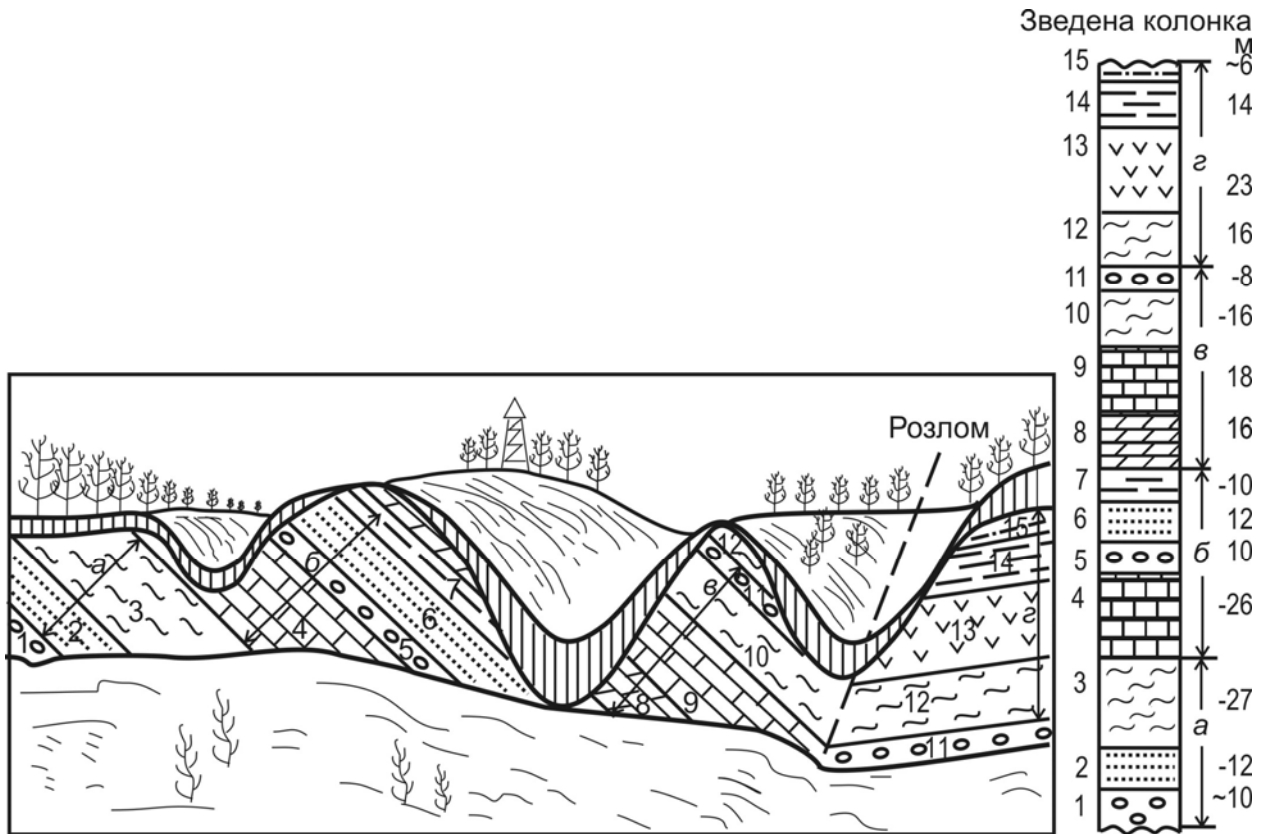
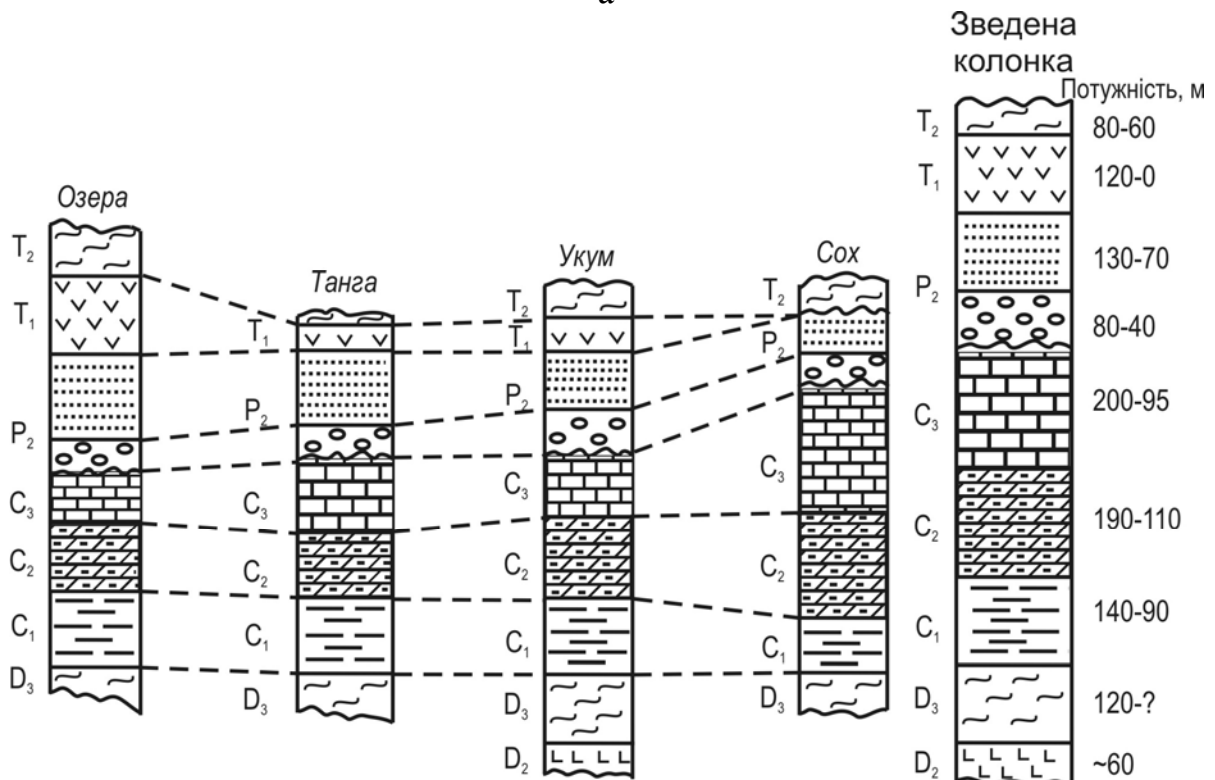


Рисунок 5.3. Складання вертикального розрізу на схилах яру при похилому заляганні

Зрештою на основі узагальнення отриманої інформації складається зведена колонка по окремій ділянці (рис. 5.4,а) і по району в цілому (рис. 5.4,б).



а



б

Рисунок 5.4. Зведені колонки, складені за окремими частинами геологічного розрізу (а) і по колонкам району (б)

В умовах складчастого залягання порід складання розрізів ускладнюється. Для вирішення завдання необхідно мати геологічну карту (зазвичай більш дрібномасштабну), яка правильно відбиває тектоніку ділянки. По карті або аерофотознімку встановлюють місце розташування базальних шарів того стратиграфічного комплексу, розріз якого складається. Опис ведеться від базальних шарів у напрямку перпендикулярному до простягання порід (вгору по розрізу). Зазвичай ділянки з виходами базальних шарів розташовані на крилах синкліналей. Описується послідовно розріз від крил до ядер складок, нарощуючи його вгору. Нерідко для опису одного стратиграфічного комплексу доводиться вивчати декілька складок (рис. 5.5). В цьому випадку велике значення має виділення маркувальних шарів і опорних поверхонь, за якими однозначно можуть бути встановлені ділянки, де було закінчено опис розрізу в суміжній складці.

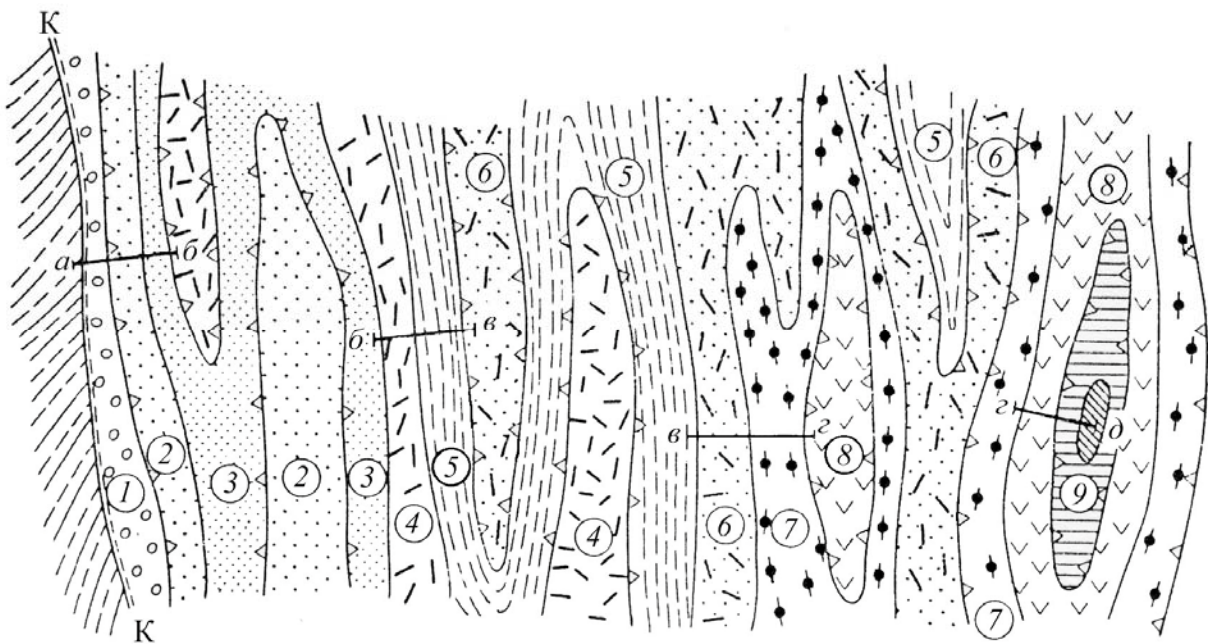


Рисунок 5.5. Схема послідовності опису шарів при складанні стратиграфічного розрізу в складчастій структурі (зображення в плані): цифри у кружечках – шари від древніх до молодих; КК – поверхня незгоди; а-б, б-в, в-г, г-д – ділянки описів розрізів

Під час складання розрізів в межах складчастих структур велика увага приділяється урахуванню тектонічних порушень (розриви, перевернене залягання). При складанні розрізів на крилах перевернених складок за набором ознак виявляється нормальна стратиграфічна послідовність нашарування порід. До таких ознак відносяться: характер гієрогліфів, будова флішових ритмів, поверхні сингенетичного розмиву і будова лінз грубоуламкових порід, текстурні особливості косої шаруватості, характер тріщинуватості і проникнення речовини з вищерозміщеного шару у той, що залягає нижче, кора вивітрювання, скупчення бульбашок газу в застиглих лавах та ін.

За підсумками вивчення стратиграфічного розрізу складається стратиграфічна колонка описаної ділянки. У колонці наводиться короткий опис порід, вказуються їх потужності, положення зразків і проб, відібраних для різних цілей.

5.2. Дослідження порід, що складають осадові товщі

При вивченні порід, що складають шари, пласти, товщі визначають їх речовинний склад, ведуть спостереження над текстурами і структурами. При цьому встановлюється приналежність породи до тієї або іншої генетичної групи (уламкові, глинисті, хомогенні та органігенні), визначають мінеральний склад її основних компонентів, показні ознаки, залежні від фаціальної приналежності і речовинного складу, порода заздалегідь оцінюється на наявність в ній корисних копалин.

Перелік і методику необхідних при геокартуванні досліджень осадових порід різних генетичних груп визначають існуючі загальні методичні вказівки [3] і численні спеціальні методики. В той же час цілий ряд позицій у дослідженні осадових порід має загальне значення незалежно від генетичної їх приналежності.

Спостереження над забарвленням порід – цей дуже інформативний напрям в дослідженнях. З одного боку колір породи і його відтінок набуває кореляційного значення, оскільки колірна характеристика одна з вирішальних при першому візуальному огляді і порівнянні порід. З іншого боку, колір породи зазвичай має певний генетичний сенс і у ряді випадків є індикатором геохімічних фацій.

Забарвлення буває іноді досить надійною пошуково-оціночною ознакою деяких видів корисних копалин. До них відносяться, наприклад, білі каолінові глини і світлі піски. Для глин білий колір – показник досконалого винесення технологічно шкідливих елементів групи марганцю-заліза, а також кальцію. Для пісків – білий колір свідчить про відсутність темнокольорових компонентів, також шкідливих в технології. Навпаки, чорні і темно-сірі піски хвилеприбійних фацій бувають збагачені магнетитом або ільменітом і можуть бути рудами розсипного типу.

Вивчаючи кольори порід необхідно розрізняти наступні *забарвлення*:

- успадковане – обумовлене особливостями мінерального складу джерел зносу;
- сингенетичне – виникло в ході накопичення осаду і його раннього діагенезу, воно відбиває фаціально-геохімічну обстановку часу осадконакопичення і зазвичай витримане в межах шару;
- вторинне – зобов'язане своїм виникненням накладеним процесам, в результаті яких первинний колір порушується й видозмінюється, таке забарвлення часто перетинає поверхні нашарування.

Вивчення текстурних особливостей. Під текстурами осадових порід розуміють безпосередньо видимий склад породи в цілому – сукупність ознак, обумовлених відносним розташуванням її макроскопічних складових частин. Сюди входять: шаруватість, розподіл в породі конкреційних утворень, наяв-

ність на поверхні нашарування різних знаків, біогенних і абіогенних, пов'язаних з накопиченням осаду і його перетворенням.

Під час детальної геологічної зйомки цінну інформацію дають знаки брижів і знаки течії, знаки прибою і струмків, тріщини усихання і текстури згортання мулових кірочок, сліди дощових крапель, кільця Лізеганга* і сліди катагенетичного розчинення вапнякових гальок в конгломератах.

Окрім свого кореляційного значення більшість названих текстурних ознак важлива як показники середовища осадконакопичення, вони свідчать про фаціальну приналежність порід, а іноді і про клімат. Деякі текстури на поверхні нашарування вказують на положення покрівлі шарів, коли воно не цілком ясне у складнодислокованих товщах.

При вивченні відслонень або керн свердловин вказані текстурні особливості описують, замальовують і фотографують, відбирають зразки, роблять глиняні або гіпсові орієнтовані відбитки – зліпки.

Включення і конкреції в осадочних товщах. Під включеннями розуміють алохтонні (від грец. слів «інший» і «земля», тобто має походження з іншої місцевості) тіла, привнесені до первинного осаду і поховані у ньому. Це можуть бути брили і тільки в глинисто-алевритових тонкошарових відкладеннях, поодинокі стовпи дерев, бурштин, метеорити. Деформація осаду під великими включеннями вказує на потужність шару донного мулу і його консистенцію.

Включення, якщо вони не поодинокі, можуть мати кореляційне значення, а їх аналіз вносить деякі деталі в уявлення про палеогеографічну обстановку в ході осадконакопичення.

Конкреції – аутигенні мінеральні відособлення в породі. У більшості випадків вони формуються у фазу діагенезу шляхом дифузії розчинів крізь товщу осаду, випадання і нарощування речовини – конкрецеутворювача навколо первинного центру. Форми конкрецій зазвичай округлі. Розміри їх варіюють від 1-2 мм у мікроконкрецій і сферолітів до 20-30 м у поперечнику і 2-3 м завтовшки у мегаконкрецій і конкреційних лінз, що нерідко цементують піски.

За складом конкреції бувають карбонатні, сульфатні, сульфідні, окисні. Своїм складом конкреції відбивають геохімічні фації.

Конкреції в осадочних породах – одна з важливих кореляційних ознак. Шари з характерними за морфологією і складом конкреціями за цією ознакою можуть бути хорошими маркувальними горизонтами. У низці випадків конкреції вказують на продуктивність фацій відносно корисних копалин, або самі є формою рудонакопичення (конкреційні руди заліза, марганцю, фосфору і сірки).

Спостереження над органічними залишками. Відомості про склад залишків викопних організмів дозволяють судити про фаціальну природу відкладень. Систематичні спостереження і пошарові збори органічних залишків дають повноцінний матеріал для біостратиграфічних методів кореляції під час ув'язки окремих розрізів і складанні зведеної стратиграфічної колонки.

*Сліди ритмічних реакцій, що виникають при дифузії розчинів у пористих середовищах або гелях. Мають вигляд неправильних концентричних смуг різного забарвлення. Зазвичай січуть шаруватість і розташовуються навколо якогось центру.

Під час характеристики залишків рослинного і тваринного походження вказується наступна інформація:

- ступінь різноманітності форм за їх систематичною приналежністю;
- еколого-морфологічні особливості організмів (ознаки, що розкривають специфічність середовища);
- ступінь збереження залишків, що вказує на умови перенесення і поховання;
- форма збереження органічних залишків, яка може вказувати не лише на умови поховання, але і на геохімічний режим осадконакопичення (окислювальні, відновні фації);
- спосіб розміщення і орієнтування органічних залишків в породі (можуть вказати на обстановку поховання).

5.3. Розчленування розрізу осадочних товщ

Суть завдання розчленування полягає у виділенні в зведеному розрізі геологічних тіл різних рангів, що підлягають відображенню на карті (ярусів, світ, підсвіт, пачок, маркувальних і продуктивних горизонтів).

Для виділення геологічних тіл застосовують наступні основні вимоги:

- однорідність морфології порід, їх речовинного складу, геохімії, ритмо-стратиграфії, петрофізичних характеристик (кривих каротажу);
- наявність у стратиграфічних підрозділів, що виділяються, границь, які виразно встановлюються в польових умовах;
- обґрунтування віку палеонтологічними даними, визначеннями абсолютного віку або за положенням у розрізі.

При розчленуванні розрізів осадочних товщ використовуються такі основні методи:

- палеонтологічний;
- літолого-петрографічний;
- геофізичні;
- тектонічний (за незгідностями);
- фаціально-циклічний.

У самому процесі вивчення осадочних порід дуже інформативним і важливим є аналіз шаруватості. Шаруватість – текстурна ознака, пов'язана з періодичними коливаннями умов осадконакопичення. Вона є показником обстановок осадконакопичення та їх істотної зміни. Відсутність шаруватості (лес, морена, біогерми) також показник особливих умов осадконакопичення.

Вивчення шаруватості – невід'ємний компонент фаціально-циклічного розчленування розрізу, кореляції і обґрунтуванні границь стратиграфічних підрозділів в осадочних товщах.

Характеристиці морфологічних і фаціальних типів шаруватості осадочних порід і її інтерпретації присвячена велика кількість геологічної літератури. У польовій обстановці зазвичай використовують зображення різних типів і різновидів шаруватості з "Атласу текстур і структур" [4].

Під час вивчення відслонення або поверхні керна для опису шаруватості найбільш інформативними є її проекції на дві взаємно перпендикулярні площини.

Генетичну інтерпретацію шаруватості під час геологознімальних робіт виконують шляхом порівняння з розрізами порід відомого походження або з графічною документацією в атласах, де приведений генетичний опис шаруватості різних типів.

Ритмічність будови розрізів – це багатократне повторення закономірного поєднання – набору з двох-трьох порід, що змінюють одна одну на короткому інтервалі розрізу. Ритмічність будови розрізу відбиває просту форму періодичності осадконакопичення, коли фації змінюються в невеликому діапазоні, а породи, що складають ритм, представлені малим набором типів.

Типовим прикладом ритмічності може служити фліш таврійської серії Криму. Ритми теригенного флішу тріасу мають двоелементний склад: в них чергуються шари уламкових (гравеліт, піщаник, алевроліт) і глинистих (глина, аргіліт) порід. Потужність таких ритмів в середньому складає близько 0,4 м при приблизно однаковому розвитку обох елементів ритму.

Під час опису аналогічно побудованих ритмічних товщ детально вивчають склад і будову декількох типових для різних частин розрізу ритмів. Крім того, підраховують кількість ритмів по розрізу і визначають середню потужність ритму, яка разом з детальним описом декількох ритмів характеризуватиме тип ритмічності. При спеціальному вивченні ритмічно побудованих товщ для них складають ритмограми, виділяючи ритми різних порядків. Метод ритмограм з кількісною характеристикою ритмів різних порядків використовують для кореляції розрізів.

Циклічний аналіз розрізів осадочних товщ. Ритмічність будови розрізу відбиває просту форму періодичності осадконакопичення. У складних фаціальних і тектонічних обстановках седиментації відкладаються товщі, побудовані в розрізі циклічно. Циклічність розрізу відбиває складну форму періодичності осадконакопичення, коли зміна фацій відбувається у великому діапазоні, а відповідно і набір порід в кожному циклі представлений багатьма літогенетичними типами.

Типовим прикладом циклічно побудованих товщ може служити донецька вугленосна формація. Елементарний цикл (інтервал розрізу, де спостерігається одноразове чергування набору типів порід) вугленосних формацій має набір від 5-6 до 7-12 літогенетичних типів порід і потужність до 25 м. Кожен елементарний цикл відбиває хід диференціальних коливальних рухів площі осадконакопичення. У елементарному циклі розрізняють три фази: нижню, в якій переважає вплив імпульсу окремого підняття; середню – момент стабілізації (час формування торфовищ у вугленосних товщах); верхню, в якій за рахунок слабких спадних (негативних) рухів утворюються тонкозернисті або хемогенні осадки. Наступні по розрізу елементарні осадочні цикли виникають у зв'язку з окремими підняттям на тлі загального занурення, з накопиченням при цьому ряду послідовних наборів порід, схожих на перший. Методика проведення фаціально-циклічного аналізу викладена в [5].

Матеріали циклічного розчленування осадових товщ можуть бути при зйомці використані для ув'язки розрізів і для виділення світ (підсвіт)

Виділення маркувальних горизонтів. Маркувальні або опорні горизонти розрізу – це стратиграфічно витримані на значній площі і легко розпізнавані в полі геологічні утворення. В якості маркувальних горизонтів можуть бути використані:

- шари з характерним візуально визначуваним в полі речовинним складом (туфи, бентоніт, кремені та ін.);
- шари з характерним типом нашарування порід;
- шари з характерними конкреціями (фосфорити та ін.), іншими аутигенними утвореннями (залізистість, марганцевистість) або включеннями (деревина, бурштин);
- шари з численною фауною або флорою – біогоризонти;
- шари без фауни серед товщі багаті фауністичними залишками.

Іноді ролі маркувального горизонту набувають поверхні незгідностей, поверхні древніх ґрунтів або кір вивітрювання і поверхні нашарування з характерними текстурами.

Прикладом маркувальних горизонтів в умовах Донбасу є прошарки морських вапняків з фауною в розрізі вугленосної формації.

5.4. Дослідження і стратиграфічна кореляція геологічних тіл

Стратиграфічні одиниці (світи, підсвіти, пачки, маркувальні горизонти) в процесі зйомки простежуються по простяганню. Для ув'язки розрізів використовуються такі методи кореляції.

1. Пряме дослідження кожної світи або горизонту за зовнішніми ознаками, керном бурових свердловин. Часто застосовуються аеровізуальні спостереження і дешифрування аерофотознімків.

2. Стратиграфічна кореляція за допомогою палеонтологічних методів.

3. Кореляція розрізів за їх геофізичними показниками. При цьому використовують каротажні діаграми і метод зіставлення геолого-геофізичних колонок за розрізами бурових свердловин. В деяких випадках ефективна кореляція розрізів за графіками зміни геофізичних полів (магнітного, гравітаційного, сейсмічного) по геофізичним профілям (магнітометричним, гравіметричним, сейсмічним), складених за наземними, або аеромаршрутами, заданих вхрест простягання товщ, метод вивчення палеомагнетизму порід.

4. Кореляція розрізів літологічними (літостратиграфічними) методами. Серед них виділяють:

- методи, засновані на польовому візуальному дослідженні маркувальних горизонтів, які добре розпізнаються в розрізі за типовими для них літологічними ознаками [6];

- методи кореляції, засновані на порівнянні петрографічних асоціацій уламкових порід, типоморфних відмінностей уламкових мінералів і особливостей складу глин;

- методи кореляції, засновані на зіставленні особливостей будови розрізів (ритмічність, циклічність);
- кореляція розрізів, заснована на геохімічних особливостях осадових товщ (малі елементи і хемогенні відособлення – конкреції).

Питання для самоконтролю

1. На підставі яких даних складають зведений розріз при горизонтальному заляганні шарів?
2. У чому особливості складання розрізу похилозалеглих товщ при вирівняному і розчленованому рельєфі?
3. Що таке базальні шари стратиграфічного комплексу?
4. Як отримують зведений розріз при складчастому заляганні шарів?
5. Які геологічні тіла зазвичай виділяють у зведеному розрізі та яка їх ієрархія (ранги)?
6. Як здійснюється кореляція стратиграфічних одиниць осадових товщ?