

Лекція

Тема «Геометризація родовищ корисних копалин»

Геометризація родовищ корисних копалин – це сукупність спостережень, вимірювань, обчислювальних і графічних робіт з метою створення геометричного вираження форми, властивостей корисних копалин, умов їх залягання і процесів, які протікають в надрах.

Геометризація родовищ корисних копалин є *практичною частиною геометрії надр*.

В процесі геологічних і маркшейдерських робіт, починаючи з розвідки родовища до його розкриття і експлуатації, накопичується багато фактичного матеріалу, який характеризує ті чи інші кількісні або якісні властивості корисної копалини і вміщуючих порід в окремих точках.

Геометризувати родовище – це зібрати, систематизувати, методами статистики опрацювати, встановити генетичні зв'язки між окремими властивостями родовища та наочно графічно зобразити фактичний геолого-маркшейдерський матеріал.

Родовища твердих корисних копалин характеризуються не одним, а багатьма різними показниками, знання яких уможливорює повніше визначати умови розробки і подальшої переробки мінеральної сировини. Ці показники характеризують умови залягання, розмір, форму, будову покладів, речовинний склад корисних копалин, гірничо-геологічні умови розробки. При цьому дуже важливою є характеристика розміщення названих показників в надрах. Кількісна оцінка показників і їх просторове розміщення становлять основний зміст геометризації родовищ корисних копалин.

Існує *геометризація форми* і *геометризація якісних властивостей родовища*. *Геометризація форми* галузь науки, що вивчає структурно-морфологічні особливості родовищ, умови їх залягання і тектоніку. *Геометризація властивостей* – займається вивченням якісних властивостей корисних копалин (вміст корисних і шкідливих компонентів та вміщуючих порід), а також їх просторовим розподілом. Обидві геометризації пов'язані між собою і окремо одна від одної не виконуються.

Результати вивчення і геометризація наближено відображають показники родовища корисної копалини і є його моделлю, яка може бути представлена в геометричній або математичній (аналітичній або цифровій) формі.

Отже, методика геометризації родовищ корисних копалин в значній мірі є методикою геометричного і математичного їх моделювання.

Створюючи таку модель, тобто здійснюючи геометризацію родовищ, використовують такі *основні методи*:

- метод геологічних розрізів (перерізів) і профілів;
- метод ізоліній;
- метод об'ємних наочних графіків;
- метод моделювання, в тому числі з використанням обчислювальних машин;
- метод циклографічних проекцій.

Останні три методи використовуються переважно для геометризації складних в структурному і якісному відношенні покладів.

Кожний з наведених методів застосовують самостійно або найчастіше спільно з іншими.

Залежно від того, яку сторону надр переважно вивчають, розрізняють наступні *види геометризації надр*:

- геометризацію форми покладів корисних копалин і умов їх залягання;
- геометризацію розміщення фізико-хімічних і технологічних властивостей покладів і вміщуючих порід;
- геометризацію процесів, які відбувалися і відбуваються в надрах.

Процес геометризації складається з таких етапів:

- проведення спостережень, збирання інформації під час розвідки і розробки корисних копалин і документування цих робіт;
- систематизація і попереднє опрацювання спостережень і матеріалів, а також оцінка точності вихідної інформації;
- опрацювання інформації математичними і описовими методами;
- складання (побудова) геолого-геометричної або математичної моделі родовища і оцінка її точності;
- використання одержаної моделі при розв'язуванні низки гірничих задач.

Залежно від реальних умов, етапу вивчення родовища, характеру вихідної геолого-маркшейдерської інформації і конкретних задач, які висуває промисловість, геометризація поділяється на: *регіональну, детально-розвідувальну і експлуатаційну*.

Регіональна геометризація виконується з метою складання структурно-геометричних карт окремого регіону в масштабах 1:50 000–÷1:500 000 для виявлення загальних питань структури цього регіону. Структурно-геометричні карти дають можливість робити широкі узагальнення, будувати наукові гіпотези, визначати райони, перспективні для подальшого розвідування родовищ, виділяти в регіоні структури, сприятливі для деталізації пошуків і розвідки.

Детально-розвідувальну геометризацию проводять в масштабах від 1:5000 до 1:50000 на основі даних детальної розвідки, геологічної, структурно-геологічної і геофізичної зйомок. На цій стадії складають різні гірничо-геометричні графіки форми, умов залягання покладу, розміщення в ньому компонентів тощо. Матеріали геометризації використовують для оцінки родовища, підрахунку запасів, проектування гірничих підприємств.

Експлуатаційна геометризація є основою для правильного проведення підготовчих і видобувних робіт з метою ефективною дорозвідки і відпрацювання родовища корисної копалини. Цей вид геометризації проводиться безпосередньо при розкритті, підготовці і відпрацюванні його. Вихідними даними для експлуатаційної геометризації є обширна геолого-маркшейдерська інформація, одержана при розвідці, підготовці і відпрацюванні родовища.

Гірничо-геометрична експлуатаційна модель родовища відрізняється від попередніх видів геометризації різноманітністю зображуваних елементів досліджуваного родовища, оскільки вона детально відображає на графіках поряд з макроособливостями – мікроособливості форми і умов залягання покладу, просторового розміщення корисних (шкідливих) компонентів. Можливості експлуатаційної геометризації практично невичерпні: від планування напряму капітальних розкри-вальних виробок до планування системи розробки, послідовності відбивання руди в блоці, та випуску її з блоку.

Гірничо-геометрична модель при експлуатаційній геометризації дає можливість правильно оцінити підрахувати запаси руди за категоріями, врахувати сортність руди, вирішити питання усереднення при збагаченні руд.

Регіональна, детально-розвідувальна і експлуатаційна геометризації являють собою етапи послідовного вивчення і пізнання родовища, починаючи від його відкриття і до повного відпрацювання.

Геометризація родовищ корисних копалин є однією з методик геологорозвідувальних і маркшейдерських робіт і являє собою поступовий і послідовний процес вивчення і пізнання родовища в цілому. Геометризація є науковою математичною базою комплексного вивчення надр.

Розрізняють *загальну методика геометризації родовищ корисних копалин і частинні – конкретні.*

В *загальній методиці геометризації* розглядають питання техніки і методики виявлення та зображення форм і властивостей родовищ, їх умови залягання і процесів, які відбуваються в надрах.

В *частинних, конкретних методиках геометризації* розглядають особливості геометризації окремих типів родовищ – вугільних, залізорудних, кольорових металів, нафтохімічних, гірничохімічної сировини, будівельних матеріалів тощо, з врахуванням схеми розкриття і системи розробки.

Об'єктами аналізу надр як науки за висловлюванням її основоположника П. К. Соболевського є три основні моменти життя Землі: *форма, властивості і процеси*. Тобто, якщо говорити конкретніше, об'єктами геометризації є: *показники форми, якості і процесів*, пов'язаних єдністю свого походження і які характеризують поклад.

Показником або ознакою об'єкта надр називають будь-яку фізичну, хімічну, геологічну, геометричну та іншу властивість покладу або вмещуючої породи, яку можна безпосередньо або непрямо виміряти, визначити і виразити числом. Наприклад: потужність, об'ємна маса, процентний вміст корисних і шкідливих компонентів, елементи залягання, глибина, вологість, пористість, тріщинуватість тощо.

Всі показники умовно поділяють на *структурні* та *якісні*. Перші характеризують умови залягання і форму родовищ, другі – якість мінеральної сировини і умови її переробки.

Показники одержують під час розвідки родовища і уточнюють в процесі його експлуатації. Геометризацію проводять після закінчення кожного етапу розвідки і освоєння родовища. При цьому кожний наступний етап розвідки обов'язково базується на результатах геометризації попереднього.

Поняття і умовності, які вживаються при геометризації

Про характер розміщення показників

Практично всі геологічні показники покладу мають свою функцію просторового розміщення. Ми ж вивчаємо просторове розміщення показників за окремими випадковими значеннями, тобто в розвідувальних точках чи точках зйомки.

Значення функції розміщення показника між точками вимірювання, зазвичай, нам невідомі. Це зумовило в процесі проведення геометризації керуватися такими припущеннями:

- зміну показника між сусідніми точками вимірювання вважають прямолінійною;
- значення показника, визначеного лише в одній із суміжних точок, поширюється на середнину відстані між точками вимірювання.

При такому припущенні, крім технічних похибок визначення показників, ми допустили також так звану *похибку аналогії*. Вона є наслідком поширення значень виміряних величин показника на неосвітлену розвідкою частину покладу, яка знаходиться між точками вимірювання. Величина цих похибок залежить від багатьох чинників, про які мова йтиме далі.

Функції розміщення показників

Будь-яка властивість P корисної копалини і гірських порід з точки зору розміщення її в надрах являє собою неявну функцію координат точки

$$P = f(x, y, z).$$

Вказане положення не буде загальним, якщо його не пов'язати з часом t , оскільки реально ми маємо справу з процесом безперервних змін матерії з часом. Проте ці зміни для більшості родовищ настільки повільні, що їх можна не враховувати.

Уявити неявну функцію через складні умови і безліч чинників, які зумовлюють її характер (вигляд) не просто. Тому залишається єдиний вихід – зобразити дану функцію графічно за допомогою ізоліній, скориставшись окремими значеннями показника.

Використання методу ізоліній для вивчення і графічного зображення функцій типу (6.1) можливе в тому випадку, коли вона задовольняє умовам, відзначеним П.К. Соболевським: скінченності, однозначності, неперервності, плавності.

Умова скінченності означає, що для будь-якої точки значення z скінченне, тобто не може бути нескінченно великого значення z ні додатного, ні від'ємного.

Умова однозначності означає, що для заданих x і y третя координата має лише одне значення. Впливає це із основної властивості топографічної поверхні: перетинатися з прямою лінією або лінією, нормальною до площини проєкцій, лише в одній точці.

Умова неперервності вимагає, щоб нескінченно малому переміщенню точки в горизонтальній площині (приросту координат x і y) відповідав нескінченно малий приріст функції (координати z).

Умова плавності означає, що криві різних плоских перерізів поверхні (горизонталі, профільні лінії) мають бути плавними.

Перші дві умови очевидні і не потребують пояснень. Третю умову слід розуміти не як наявність суцільності показника у всіх точках. Наприклад, на розсіпних родовищах золота, по суті, немає неперервності в розподілі металу, оскільки немає суцільного зливка, і частинки металу розпилені в усій масі золотовмісного піску.

Плавність функції є менш визначеним поняттям, ніж неперервність. При графічному зображенні функції плавність характеризується кривизною лінії, яка поступово змінюється, або поступовою зміною її ординат. Якщо сукупність спостережень дає можливість побудувати за ними в тому чи іншому інтервалі плавну криву, яка зображає досліджувану функцію, то спостереження можна вважати достатніми. Отже, велике практичне значення умови плавності полягає в тому, що вона визначає достатність спостережень.

Оскільки аналітичний вигляд функції $P = f(x, y, z)$ невідомий, то при вивченні родовищ графічне зображення функції (показника) за її частинними значеннями є найзручнішим і, головне, наочним способом її характеристики.

При цьому до графічного зображення пред'являються такі дві основні вимоги:

- можливість визначення функції за заданими її аргументами безпосередньо за кресленням (зручність вимірювання);
- наочне зображення зміни функції (наочність).

В окремих випадках функція P може набувати вигляду:

- однієї незалежної змінної $y = f(x)$;
- двох незалежних змінних $z = f(x, y)$;
- трьох незалежних змінних $P = f(x, y, z)$.

Для зображення функції $y = f(x)$ в прямокутній системі координат будують ряд точок, які відповідають окремим значенням функції, і з'єднують їх плавною кривою. Одержують графічне зображення заданої функції.

Кривими такого типу зображуються: профіль вертикального перерізу поверхні по деякій лінії, лінія горизонтального перерізу поверхні, крива зміни показника в заданому напрямі.

Отже, функція однієї незалежної змінної зображається однією кривою лінією.

Функція двох незалежних змінних $z = f(x, y)$ характеризує поверхню тіл: форму покладів, зміну якісних показників у плоскому перерізі.

Якщо задатися рядом окремих значень функції z , що дорівнюють $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, то одержимо вирази:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= f_1(x, y), \\ a_2 &= f_2(x, y), \\ &\dots\dots\dots \\ a_n &= f_n(x, y), \end{aligned} \right\}$$

які можна переписати таким чином:

$$\left. \begin{aligned} y &= \varphi_1(x, a_1), \\ y &= \varphi_2(x, a_2), \\ &\dots\dots\dots \\ y &= \varphi_n(x, a_n). \end{aligned} \right\}$$

Останні вирази являють собою сукупність функцій однієї незалежної змінної, кожна з яких графічно зобразиться однією кривою. Їх особливістю є те, що в усіх точках кожної кривої z дорівнює одному й тому ж значенню.

Графічне зображення функції трьох незалежних змінних $P = f(x, y, z)$ зводиться до одержання з неї низки функцій двох незалежних змінних, кожна з яких по аналогії з вищезазначеним зображається у вигляді топографічної поверхні.

П. К. Соболевський, розробляючи методику геометризації родовищ, звернув увагу ще на одну важливу обставину: з функціями вигляду $y = f(x)$, $z = f(x,y)$ і $P = f(x, y, z)$, можна виконувати будь-які математичні дії і від цього їх основні властивості (скінченність, однозначність, неперервність і плавність) не змінюються. Отже, після проведення з функціями тих або інших математичних дій їх знову можна графічно зображувати у вигляді кривих ліній або топографічних поверхонь. *Тобто, після проведення математичних дій з топографічними*