

АЛГОРИТМ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕЖ ОБЛАСТІ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Відпрацювання родовищ корисних копалин – специфічний процес, ефективність якого визначається не тільки економічними показниками, але і технологічними, соціальними, екологічними чинниками, а запаси таких родовищ оцінюються з геологічної, економічної, технологічної, екологічної сторони. При цьому, об'єктивність оцінки визначається прийня-тим критерієм. Критерії можуть бути різними, як то ступінь техногенного навантаження у регіоні де ведеться видобуток, економічна ефективність, яка може виражатись собівартістю готової продукції, економічною надійністю, «гнучкістю» виробництва, виробничою функцією, показниками якості видобутої сировини. І це лише перший етап, коли приймається рішення в загальному виразі, при цьому не йдеться мова про проектування циклу освоєння родовищ. Можна виділити декілька проблем, які формують актуальність та новизну наведеного дослідження:

1) Вибір інструменту прийняття рішень. На сьогодні, лише в гірництві, на практиці застосовується понад 100 інструментів прийняття рішень. Варто відзначити, що кожний підхід задовольняє окремій меті, тобто рішення може бути вірним з економічної точки зору, коли буде досягнуто зменшення собівартості продукції, проте не враховано еко-логічні наслідки або, рішення надасть загальні рекомендації, щодо розміщення підприємства, меж відпрацювання родовища, проте не враховуються технологічні аспекти, щодо циклу з отримання кінцевої продукції. Також, із класифікації методів прийняття рішень слідує, що моделі можуть бути інформаційними, коли пошук рішення дає «якісну» відповідь, оптимізаційними – «кількісну» відповідь. Але, сумісне урахування якісних і кількісних показників представляється складним. Саме тому, постала проблема у розробці нових інструментів прийняття рішень, щодо відпрацювання родовищ корисних копалин.

2) Комплексність. При виборі інструменту необхідно врахування економічних, екологічних, технологічних, соціальних, законодавчих, регіональних аспектів. Отримане рішення повинно бути економічно доцільним, екологічно переважним, враховувати зв'язки між підприємствами, а також регіональні особливості, окрім цього, задовольняти вимогам чинного законодавства. Із вище наведеного слідує, що рішення потребує узгодження між «невзасмопов'язаним» (взаємовиключним) – економікою і екологією, технологією і можливостями виробництва, регіональними аспектами і соціальними потребами. Саме тому, постала проблема розробки нового підходу, який враховує економічні та екологічні аспекти відпрацювання родовищ корисних копалин.

3) Технологічні аспекти фізики процесів відпрацювання родовищ корисних копалин. При відпрацюванні родовищ на технологію здійснює вплив параметри масиву, гірничо-геологічні характеристики – саме вони визначають заходи, щодо підвищення стійкості масиву гірських порід, технології вилучення корисної копалини, додаткові заходи по боротьбі із водоприпливами, водопритоками та ін., тобто, на стадії проектування технологічного процесу спорудження виробки, вилучення, транспортування корисної копалини та ін. критерієм прийняття рішень виступає не тільки «надійність», яка забезпечується додатковими заходами, але і економічна доцільність, яка впливає на вибір технології. Таким чином, під час проектування технологічного процесу, який супроводжує відпрацювання родовищ корисних копалин враховуються не тільки параметри родовища, із яких впливає наявність заходів та технологій, але і економічні чинники, які визначають доцільність застосування технології. Отже, технологію відпрацювання родовищ визначають гірничо-геологічні умови, кількісні та якісні показники родовища, так і навпаки –технологія відпрацювання та пов'язані з нею економічні показники, визначають якість видобутої корисної копалини, а також надійність технології. Таким чином, процеси відпрацювання родовищ входять до задач фізики гірничих процесів та можуть бути вирішені на основі апробованих інструментів.

4) Багатоманіття різних за природою факторів, які визначають ефективність процесу. На ефективність процесу відпрацювання родовищ здійснює вплив ряд факторів, які: по-перше, різні за своєю природою; по-друге, мають різний ступінь впливу на ефективність процесу у різний відтинок часу; по-третє, можуть бути взаємовиключними; по-четверте, кількість цих факторів може коливатись від десятків до сотень. Якщо, це один фактор, то це задача лінійного програмування, два – це двовимірна поверхня, якщо три і понад – гіперповерхня. Навіть сьогодні, коли розвинуті комп'ютерні технології одночасно можна врахувати не більше шести параметрів, саме тому, існує потреба у застосуванні декомпозиційного підходу.

5) Область застосування запропонованого рішення. Із окреслених вище проблем слідує, що отримане рішення буде оптимальним лише в окремо визначеній області, саме тому і сформована проблема дослідження, яка полягає в обґрунтуванні меж області раціонального проектування для ефективного та безпечного відпрацювання родовищ корисних копалин. Прийняте рішення буде оптимальним, але в межах області раціонального застосування за-пропонованого рішення. Межі цієї області визначаються гірничо-геологічними характеристиками родовища, технологією, показниками вилучення, якості корисної копалини.

6) Обсяги вилучення корисної копалини із надр. Одна із центральних проблем, коли на стадії проектування виробництва слід визначити який обсяг корисної копалини слід вилучи-ти із надр, при якій ціні виробництво є економічно обґрунтованим. І тут теж на перший план виходять задачі, які пов'язані або зі збільшенням видобутку або мінімізацією збитків. Застосування класичних економічних інструментів дозволяє вирішувати задачу визначення раціонального обсягу вилучення корисної копалини незалежно від її типу, будь то золото, вугілля та ін.

Таким чином, із окреслених вище, шести проблем слідує, що для ефективного та безпечного відпрацювання родовищ корисних копалин слід:

- 1) Запропонувати інструмент прийняття рішень, який враховує багатоманіття та різновпливовість параметрів.
- 2) Визначити область застосування запропонованого рішення.
- 3) Враховувати кількісні і якісні показники видобутої сировини.
- 4) Запропоноване рішення повинно бути не тільки надійним, з точки зору гірничої технології, але і економічно обґрунтованим.
- 5) Процес прийняття рішень повинен бути швидким, а кількість витрачених обчислювальних ресурсів – мінімальна.
- 6) Методологія повинна бути адекватною, апробованою, не залежати від типу корисної копалини, а також стадії процесу.

Процедура обґрунтування меж області раціонального проектування процесу відпрацювання родовищ корисних копалин передбачає певний алгоритм, який включає вибір та оцінку параметрів. У табл. 1 наведено алгоритм обґрунтування.

Алгоритм обґрунтування меж області раціонального проєктування для ефективного та безпечного відпрацювання родовищ корисних копалин

№ кроку	Назва процедури	Опис процедури
1.	Визначення критерію оптимальності при розробці родовищ корисних копалин	У залежності від корисної копалини якістю може бути зольність вугілля, ступінь зuboжіння руди, ступінь негативного впливу на навколишнє середовище (для родовищ рідкісних та благородних металів). У рамках цієї процедури встановлюються гранично допустимі значення вказаного критерію.
2.	Визначення обсягу вилучення корисної копалини	У залежності від показників якості корисної копалини та даних про родовище (гірничо-геологічні характеристики, вміст металу у рудному тілі) визначається обсяг вилучення корисної копалини, який дозволяє відтворити безбитковий рівень видобутку.
3.	Проєктування технологічного циклу з отримання кінцевої продукції.	Визначаються взаємозв'язки між підприємствами у системі генерації кінцевої продукції (кокс, метал, електрична енергія). У результаті виконання процедури буде знайдено оптимальне співвідношення між підприємствами з видобутку (шахта, кар'єр, розріз, рудник), збагачувальними фабриками, замикаючими підприємствами (електричні станції, металургійні комбінати).
4.	Побудова економічної та екологічної стратегій відпрацювання родовища корисної копалини	Життєвий цикл родовища представляється у вигляді декомпозиційної схеми, у вигляді мережевої моделі, у якій представлено основні етапи з отримання продукції. Кожному етапу відповідає певне рішення, яке впливає на ефективність процесу. Етапи пов'язані між собою. Кожен наступний етап є похідним від попереднього. Демонструються можливі зв'язки, які відповідають реальним технологічним рішенням. На основі побудови економічної та екологічної стратегії визначається собівартість отримання одиниці кінцевої продукції.
5.	Корегування економічної стратегії відпрацювання родовища корисної копалини (за необхідністю)	Порівнюється між собою найбільш економічно переважна стратегія отримання одиниці кінцевої продукції з найбільш безпечною з екологічної точки зору. Ступінь екологічної безпеки визначається на основі даних екологів та рангується за ступенем негативного впливу на навколишнє середовище. У разі, якщо економічно переважна стратегія не співпадає з екологічно переважною, то в економічно переважній стратегії вводяться нові (додаткові) етапи направлені на додаткове збагачення корисної копалини.
6.	Оптимізація параметрів розробки родовищ	Визначається структура технологічного циклу з отримання кінцевої продукції. Відбувається знаходження оптимальної структури кожного циклу на етапах з отримання кінцевої продукції. Визначаються найбільш оптимальні цикли з видобутку, транспортування, збагачення, управління станом масиву та ін. Для цього застосовуються методи дискретної математики та динамічного програмування.

В результаті реалізації алгоритму, наведеного у таблиці 1, можна отримати «Паспорт відпрацювання родовища корисної копалини». В цьому паспорті будуть зазначені параметри, які дозволять інтенсифікувати процес видобутку корисної копалини з мінімальною собівартістю видобутку та найменшим ступенем негативного впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, під час проєктування технологічного процесу, який супроводжує відпрацювання родовищ корисних копалин враховуються не тільки параметри родовища, із яких випливає наявність заходів та технологій, але і економічні чинники, які визначають доцільність застосування технології. Отже, технологію відпрацювання родовищ визначають гірничо-геологічні умови, кількісні та якісні показники родовища, так і навпаки – технологія відпрацювання та пов'язані з нею економічні показники, визначають якість видобутої корисної копалини, а також надійність технології. Таким чином, процеси відпрацювання родовищ входять до задач фізики гірничих процесів та можуть бути вирішені на основі апробованих інструментів, які представлені у вказаному дослідженні.

Базою для реалізації шляхом створення сучасних технологій інтенсифікації видобутку корисних копалин є новітні інструменти та підходи, які відповідають потребам держави, а також узгоджується зі світовими трендами у проєктуванні процесів освоєння родовищ. Все це дозволило в результаті виконання проєкту створити новий підхід до вирішення багатопараметричних задач, які супроводжують процеси, пов'язані з освоєнням родовищ корисних копалин.