

© Б.Ю. Собко¹, О.В. Ложніков¹¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ВСТАНОВЛЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОЗРОБКИ ОБВОДНЕНИХ ТИТАН-ЦИРКОНІЄВИХ РОДОВИЩ

© B. Sobko¹, O. Lozhnikov¹¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

INVESTIGATION INFLUENCING FACTORS ON THE TECHNOLOGICAL CHART CHOOSING AT THE SURFACE MINING OF FLOODED TITANIUM ZIRCONIUM DEPOSITS

Мета. Встановлення факторів впливу на вибір технологічних схем відпрацювання титан-цирконієвих родовищ і їх систематизація для розробки комплексної методики вибору ресурсозберігаючої технології.

Методика дослідження. Для вибору і систематизації факторів впливу на вибір технологічної схеми розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ використані методи аналізу і систематизації. Для встановлення взаємозв'язку факторів впливу на вибір технологічної схеми розробки та критеріїв оцінки їх ефективності використано аналітичний метод.

Результати досліджень. Виконані дослідження дозволили встановити, що фактори, які впливають на розробку обводненого титан-цирконієвого родовища, умовно можна розділити на дві групи: керовані та некеровані. Також встановлено, що некеровані фактори можна поділити на природні, які включають умови і місце розташування ділянки, а також керовані – створення проекту розробки і прийняття рішень.

Наукова новизна. Вперше виконана розширена систематизація факторів, що впливають на вибір технологічної схеми розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ. Відмінність цієї класифікації від відомих полягає в тому, що встановлені фактори розділені на дві групи некерованих і керованих, між якими встановлено взаємозв'язок.

Практичне значення. Результати виконаних досліджень дозволяють зробити висновок, що на сьогодні вибір технологічної схеми розробки родовища проводиться на підставі оцінки техніко-економічних показників і майже не враховує показники ресурсозбереження та охорони навколишнього середовища, що в подальшому призводить до природоохоронних проблем під час експлуатації кар'єру.

Ключові слова: відкрита розробка, фактори впливу, систематизація, обводнені родовища, технологічні схеми.

1. Постановка проблеми. Вибір оптимальної технологічної схеми розробки обводнених родовищ корисних копалин супроводжується вирішенням значної кількості завдань, від вірного вирішення яких залежить ефективність роботи гірничодобувного підприємства. Як відомо з ускладненням гірничо-геологічних умов розробки кар'єру зростає кількість інженерних завдань, які необхідно вирішити проектувальникам і гірничим інженерам. У свою чергу, складність завдань,

при розробці обводнених родовищ корисних копалин, багато в чому залежить від гідрогеологічних умов залягання родовищ.

Однак не тільки гірничо- і гідрогеологічні фактори мають домінуючий вплив на вибір технологічної схеми розробки, оскільки кожне родовище має унікальну геометрію, наявність супутніх корисних копалин, розташування родовища відносно населених пунктів, водойм і джерел енергії.

Питання вибору ефективних параметрів технологічних схем розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ на сьогодні недостатньо вивчені в науково-дослідних роботах, оскільки дотепер основні титан-цирконієві родовища в Україні розроблялися механізованим способом з використанням екскаваторів. Це пояснюється тим, що раніше перевага віддавалася родовищам з великими запасами й відносно простими гідрогеологічними умовами залягання. Однак натеper запаси цих родовищ практично вичерпані, що викликає необхідність залучати в розробку нові поклади з підвищеним обводненням та більш складними гірничо-геологічними умовами залягання.

У цьому зв'язку виникає необхідність подальших досліджень з вибору ефективних технологічних схем розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ. Виконання цих досліджень повинне базуватися на врахуванні систематизації факторів, що впливають на роботу гірничодобувного підприємства при розробці родовищ даного типу.

2. Аналіз основних досліджень по темі роботи. Виконаний аналіз науково-дослідних робіт за темою систематизації факторів, що впливають на вибір технологічних схем відкритої розробки, дозволив встановити, що дані фактори раніше розглядалися без єдиної системи і не враховували взаємний вплив.

В роботі [1] наведена систематизація родовищ нерудних корисних копалин з урахуванням їх впливу на вибір технологічної схеми розробки. Однак ці дослідження в основному стосуються розробки кар'єрів нерудних матеріалів, отже, ці результати не є коректними до застосування під час розробки титан-цирконієвих руд.

Систематизація людських чинників, що впливають на експлуатацію виймально-навантажувального і транспортного устаткування, приведена в роботі [2]. Використання цієї класифікації дозволяє частково описати фактори, що впливають на вибір технологічної схеми розробки титан-цирконієвих родовищ, за умови додаткових уточнень.

Взаємозв'язок зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на параметри технологічної схеми розробки родовища відкритим способом, наведений в роботі [3]. Недоліком роботи є узагальнення встановлених факторів без прив'язки до конкретних типів родовищ, що не дозволяє застосовувати дану систематизацію при розробці обводнених титан-цирконієвих родовищ.

3. Встановлення невирішених проблем. Виконаний аналіз науково-дослідних робіт вказує на те, що недостатньо вивчені питання систематизації факторів, які впливають на прийняття технологічних рішень при відпрацюванні обводнених титан-цирконієвих родовищ. При цьому встановлені фактори не розділені за ступенем впливу на прийняття рішень, а також на категорії керованості

[4]. Тому, у даній роботі основна увага приділяється встановленню керованості факторів, що впливають на роботу кар'єру при розробці обводнених титан-цирконієвих родовищ.

4. Постановка задач. Для встановлення факторів, що впливають на вибір технологічної схеми розробки обводнених родовищ необхідно: виконати аналіз вихідної інформації про родовище; встановити фактори, що впливають на прийняття рішень при розробці проекту відпрацьовування родовища і систематизувати їх по керованості при виборі технологічної схеми; визначити вплив установлених факторів на критерії вибору ефективної технологічної схеми розробки кар'єру.

5. Виклад основного матеріалу. Аналіз науково-дослідних робіт на тему встановлення факторів, що впливають на вибір технологічної схеми розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ показує, що їх можна поділити на дві великі групи: некеровані й керовані. До першої групи, як правило, відносяться природні й регіональні фактори, зміна яких не є можливою. До другої групи відносяться інженерно-вишукувальні та дослідницькі роботи, які виконуються проектувальниками з обов'язковим врахуванням некерованих факторів. Детальний аналіз кожної групи факторів дозволить систематизувати їх і застосовувати в подальших дослідженнях під час вибору оптимальних технологічних схем розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ.

До *некерованих факторів* у проведених дослідженнях відносяться всі основні показники, які впливають на вибір технологічної схеми розробки родовища, але в той же час не залежать від проектувальників. Дану групу факторів пропонується розділити на дві підгрупи: *природні умови й місце розташування ділянки*.

Природні умови – це створені природою геологічне середовище, географічні, кліматичні умови розробки ділянки та ін.

Геологічна будова товщі розкривних порід і корисної копалини найбільш важливі фактори при виборі технологічних схем розробки титан-цирконієвих родовищ. При розробці одного типу родовищ корисних копалин можливе застосування кардинально різного виймально-навантажувального устаткування, залежно від потужності шарів розкривних порід і корисної копалини, а також їх фізико-механічних властивостей. Оскільки кожне родовище є унікальним, більше того, різні ділянки одного родовища можуть мати значні відмінності, необхідний індивідуальний підхід у виборі й оцінюванні ефективності роботи виймально-навантажувального й транспортного устаткування.

До геологічних факторів також відносяться фізико-механічні властивості розкривних порід і корисної копалини. При розробці обводнених титан-цирконієвих родовищ вони досить схожі з родовищами даного типу, у яких водоносний горизонт знаходиться нижче рудного шару. Дана умова підтверджує можливість використання на верхніх розкривних уступах обводнених родовищ – механічних, гідравлічних і роторних екскаваторів, аналогічних тим, які вже надійно зарекомендували себе на практиці при розробці титан-цирконієвих родовищ України з меншим ступенем обводнення.

До природних факторів також відносяться гідрогеологічні умови в районі залягання родовища. Цей фактор, як і геологічна будова, має високий ступінь впливу на ухвалення рішення при виборі технологічної схеми розробки. Як встановлено раніше, розробка обводнених титан-цирконієвих родовищ має певну особливість, яка полягає в розташуванні водоносного горизонту в межах надрудного шару. Таке розташування водоносного горизонту особливо проявляється при будівництві розрізної траншеї, розкритті рудного шару й видобутку корисної копалини, оскільки ґрунтові води потрапляють у вибій з корисною копалиною, чим ускладнюють процес розробки.

У випадку розробки обводненого титан-цирконієвого родовища виникають проблеми з екскавацією корисної копалини механічними засобами виїмки. Тому, цей фактор є одним з найвпливовіших при виборі виймально-навантажувального устаткування, а, отже, і технологічної схеми розробки родовища.

Фактор, що враховує геометрію покладу при розробці обводнених титан-цирконієвих родовищ є досить прогнозованим, оскільки даний тип родовищ відноситься до горизонтального (пологоспадного) з відносно витриманим заляганням шару корисної копалини. Оскільки розсіпні родовища уздовж і поперек можуть перетинати балки, потужність розкривних порід буде значно змінюватися на певних етапах розробки.

Вплив фактору географічного розташування титан-цирконієвого родовища в умовах України також має певне значення, оскільки даний фактор враховує місце розташування ділянки й топографію поверхні родовища. У випадку значних перепадів топографічних відміток на ділянці родовища виникнуть складності з розвитком транспортної інфраструктури й організацією виймально-навантажувальних робіт. Також цей фактор враховує розташування родовища відносно відмітки рівня моря. Оскільки основні розсіпні родовища даного типу в Україні не є нагорними, отже, вони будуть мати приблизно однакові параметри. До цього фактору також варто віднести наявність річок, водойм і видів рослинності (дерев, лісу) на території родовища.

Останнім фактором у підгрупі природних умов є кліматичні показники, які впливають на розробку титан-цирконієвих родовищ України. Основний вплив на розробку родовища полягає в тому, що для транспортування рудних пісків застосовується гідравлічний транспорт. Для цього корисна копалина гідромоніторами розмивається на спеціально відведених майданчиках у кар'єрі, після чого в пульпоподібному стані за допомогою насосів переміщується трубами на збагачувальну фабрику. Отже, при низьких температурах у зимові місяці робота комплексу припиняється з технічних причин.

Другою підгрупою в групі **некерованих факторів** є місце розташування ділянки. Ця підгрупа описує фактори впливу на вибір технологічної схеми розробки, які не відносяться до гідрогеологічних, однак також не залежать від роботи підприємства.

Найбільш важливим фактором даної підгрупи є розташування ринку збуту продукції. У випадку розробки титан-цирконієвих руд товарна продукція поста-

вляється на експорт, оскільки попит на сировину даної групи обмежений на внутрішньому ринку. Отже, товарна продукція може поставлятися залізничним або автомобільним транспортом, а наявність залізничної станції поблизу нового кар'єру є досить сприятливим фактором для зниження транспортних витрат підприємства.

Місце розташування ділянки також може впливати на успішність реалізації продукції з позиції потреби ринку в сировину. У випадку наявності локального споживача істотно скорочуються витрати на логістичні операції й перевезення сировини. Однак варто враховувати, що розробка мінералів титан-цирконієвої групи в Україні в основному здійснюється з метою подальшого експорту. Отже, для успішної конкуренції на світовому ринку собівартість видобутку, переробки й логістичних витрат з доставки до споживача, у сумі не повинні перевищувати світової ціни на цю групу товарів.

Значимим фактором впливу на ефективність виробництва гірничих робіт при розробці нового родовища є доступ до енергоносіїв. Особливо важливим є наявність магістральних ліній електропередач для забезпечення роботи потужної виймально-навантажувальної техніки, оснащеної електродвигунами. У випадку розробки титан-цирконієвих руд, істотне споживання електроенергії також знадобиться для роботи збагачувальної фабрики при вилученні важких мінералів з рудних пісків. Отже, при відсутності ліній електропередач, робота підприємства може здійснюватися із застосуванням машин із двигунами внутрішнього згоряння, а також встановленням дизельних генераторів, що призводить до істотного підвищення собівартості товарної продукції.

У випадку розробки кар'єрів з невеликою виробничою потужністю важливим фактором є можливість оренди гірничо-транспортного устаткування, оскільки деякі процеси виконуються підрядними організаціями й придбання коштовного обладнання не передбачається. У випадку розробки титан-цирконієвих родовищ з тривалим терміном експлуатації кар'єру, як правило, здійснюється придбання виймально-навантажувального устаткування. Отже, питання доступності устаткування має розглядатися у взаємозв'язку з термінами на поставку нової техніки заводом виробником.

Залежно від власності землі, на якій перебуває родовище корисних копалин, також змінюється процедура одержання ділянки в користування гірничим підприємством. У випадку, коли родовище перебуває на землях сільськогосподарського призначення, передбачена певна процедура переведення земель із одного призначення в інше. У той же час, якщо землі перебувають у лісогосподарському використанні або на їх території розташовані балки, передбачена інша процедура передачі в гірничопромислове використання.

При виборі технологічної схеми розробки родовища необхідно враховувати фактор обмеженості земельних ресурсів. У випадку розробки титан-цирконієвих родовищ даний фактор впливає на можливість розміщення порід зовнішнього відвала й хвостосховища за межами кар'єрного поля. Якщо родовище знаходиться поблизу населених пунктів, або інших важливих інфраструктурних об'єктів, розміщення розкривних порід у зовнішніх відвалах, а відходів збагачення –

у хвостосховищах, може зіштовхнутися зі значними труднощами через відсутність вільних територій. У результаті це призведе до необхідності внесення коректувань у проект розробки родовища.

Наявність водних ресурсів для забезпечення підприємства технічною водою також є досить важливим фактором при розробці титан-цирконієвих родовищ. Оскільки основним транспортом для переміщення рудних пісків з кар'єру на збагачувальну фабрику є гідравлічний, то наявність достатніх обсягів технічної води вкрай необхідна. У випадку розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ ця проблема вирішується за допомогою використання ґрунтових вод, що потрапляють у нижню частину розрізної траншеї, де видобувається корисна копалина. Основною умовою для залучення ґрунтових вод у розробку рудного шару є застосування земснарядів у якості виймально-навантажувального устаткування.

Розташування родовища відносно населених пунктів також має значення з позиції залучення на роботу технічного й допоміжного персоналу. Гірничовидобувні підприємства, які перебувають на значному видаленні від населених пунктів, відчувають на собі дефіцит висококваліфікованих працівників, а в деяких випадках і кадрів робочих професій, через логістичні причини. Особливий дефіцит відчувають нові гірничопромислові підприємства, які тільки розпочали роботу і формують кадровий склад, оскільки відбувається постійна зміна кадрів.

Останнім некерованим фактором з боку гірничопромислового підприємства в підгрупі «*місце розташування ділянки*» є законодавство й податки. Розробка однотипних родовищ у різних країнах або регіонах із окремим законодавством і податковою службою, буде мати різні економічні показники, а отже, по-різному оцінюватися з позиції доцільності інвестування. Якщо мова йде про розробку титан-цирконієвих родовищ України, розрахунок економічних показників й інвестиційної привабливості здійснюється за однаковою методикою. Також перед початком розробки родовища, доцільно виконати аналіз економічних параметрів уже працюючих гірничопромислових підприємств даної групи корисних копалин.

Після завершення аналізу впливу **некерованих факторів** на розробку титан-цирконієвих родовищ і встановлення їх параметрів, формується система вихідних даних для виконання науково-дослідних і проектних робіт. Фактори, які будуть супроводжувати дану частину проектних робіт прийнято вважати керованими. У свою чергу групу **керованих факторів** пропонується розділити на дві підгрупи: *створення проекту розробки й прийняття рішень*. Ці дві підгрупи факторів взаємозалежні між собою й дозволяють послідовно прийти до вибору оптимальної технологічної схеми розробки родовища.

У підгрупі *створення проекту розробки* одним з важливих факторів є ступінь вивченості родовища, яка залежить від якості геологорозвідувальних робіт. Аналіз цих показників важливий при будь-якому обводненні титан-цирконієвого родовища, а результати аналізу є вихідними даними при проектуванні гірничих робіт.

Вихідним етапом початку проектування є аналіз гірничо-геологічних даних розвідки родовища. Від якості проведеного аналізу залежить майбутнє встановлення граничних контурів кар'єру й визначення балансових запасів родовища. Незважаючи на те, що залягання рудного шару титан-цирконієвого родовища є відносно витриманим, при розробці рудних родовищ інших типів, фактор встановлення балансових запасів є досить вагомим і має безпосередній вплив на граничні контури кар'єру.

Після встановлення зазначених факторів починається робота з вибору технологічної схеми розробки родовища. Під час аналізу можливих до застосування технологічних схем розробки родовища, приймається максимальна кількість припустимих варіантів. Розробка технологічних схем родовища припускає вибір виймально-навантажувального й транспортного устаткування, а також визначення параметрів елементів системи розробки кар'єру.

На підставі встановлених параметрів елементів системи розробки приймаються рішення щодо організації роботи кар'єру й вибору графіка режиму роботи. Даний фактор безпосередньо залежить від потреби ринку в сировині й можливості технологічної схеми забезпечувати задану виробничу потужність кар'єру.

Установлення перерахованих вище вихідних даних дозволяє виконати укрупнені розрахунки з визначення необхідних інвестицій і зробити пошук потенційних інвесторів проекту. Розробка родовища може здійснюватися організаціями різних форм власності із залученням внутрішніх або зовнішніх інвесторів. Попереднє встановлення інвестиційної привабливості проекту дозволяє ще на етапі проектування експлуатації кар'єру визначити доцільність залучення родовища в розробку, або відкласти цю процедуру на певний період.

Якщо результати всіх попередніх пунктів указують на доцільність залучення родовища в розробку, встановлюється режим роботи кар'єру із заданою змінною, добовою, місячною й річною продуктивністю. При складанні календарного плану розробки титан-цирконієвих родовищ, необхідно враховувати кліматичні умови. Оскільки основні родовища цього типу в Україні перебувають у помірно-континентальному поясі, робота гідротранспорту обмежена в зимовий період. Отже, для досягнення виробничої потужності кар'єру продуктивність видобувного устаткування в теплі місяці повинна збільшуватися щодо середньорічного показника.

Завершальним етапом підготовки інженерної документації для введення кар'єру в експлуатацію є розробка проекту рекультивації земель, порушених гірничими роботами. Проект рекультивації відрізняється у випадку застосування різних технологічних схем розробки родовища, особливо в тому випадку, коли в альтернативних варіантах передбачається наявність або відсутність хвостосховища, або відмінних від інших схем техногенних порушень.

Для вибору оптимального проекту розробки, створюється кілька варіантів технологічних схем. Як правило, за основу приймаються технологічні схеми, які раніше позитивно себе зарекомендували на інших родовищах аналогічного типу. Також до цих технологічних схем додаються нові, які враховують сучасні дося-

гнення в області машинобудування й передовий світовий досвід в області розробки родовищ корисних копалин цього типу. Після виконання детального розрахунку параметрів всіх технологічних схем і визначення кількості одиниць гірничотранспортного устаткування встановлюється друга підгрупа факторів під назвою *прийняття рішень*.

До цієї підгрупи факторів відносяться техніко-економічні показники, прийнятих до розгляду технологічних схем розробки титан-цирконієвого родовища. До цього фактору відноситься встановлення капітальних й експлуатаційних витрат по кожній із запропонованих технологічних схем. Результати даних досліджень надалі приймаються у вигляді вихідних даних для встановлення інвестиційної привабливості проекту, що є другим фактором при прийнятті рішень.

Визначення інвестиційної привабливості кожного з можливих проектів дозволяє порівняти ефективність їх технологічних схем з урахуванням фактору часу й розміру чистої наведеної вартості проекту (NPV). Результати встановлених параметрів, як правило, є підсумком робіт з визначення найбільш ефективної технологічної схеми.

Після того, як відомі показники інвестиційної привабливості для всіх розглянутих технологічних схем виконується їх порівняння та обирається найбільш ефективний проект розробки титан-цирконієвого родовища. Даний проект погоджується у відповідності до законодавчої бази країни, після чого починається розробка кар'єру (рис. 1).

Як видно із систематизації, представленої на рис. 1, група некерованих факторів має прямий вплив на керовані, при цьому підгрупи цих факторів практично не пов'язані між собою. У той же час підгрупи керованих повністю взаємозалежні між собою під час розрахунку параметрів розглянутих проектів розробки й вибору оптимальної технологічної схеми.

Встановлення перелічених критеріїв дозволяє виконати вибір найбільш прибуткових технологічних схем з мінімальним терміном окупності. Такий вибір є досить розповсюдженою практикою в області розробки родовищ, однак він не враховує соціальні й природоохоронні показники роботи гірничовидобувного підприємства, які також мають важливий вплив на його роботу.

У цьому зв'язку виникає необхідність збільшення кількості критеріїв для оцінки технологічних схем розробки обводнених титан-цирконієвих родовищ із метою обліку не тільки техніко-економічних факторів при прийнятті рішень. Слід відзначити, що при виборі додаткових критеріїв оцінки ефективності технологічних схем необхідно враховувати надійність технології, а також такі показники ресурсозбереження як: рівень утворення відходів, негативний вплив на навколишнє середовище, залучення супутніх копалин у використання, складування супутніх копалин у техногенному родовищі.



Рис. 1. Систематизація керованості факторів, що впливають на розробку обводненого титан-цирконієвого родовища

Оцінка цих критеріїв є досить складним завданням, оскільки економічна доля цих показників у масштабах роботи великого гірничопромислового підприємства становить менше 1 %, а, отже, не може бути вагомим аргументом на користь технології з поліпшеними показниками ресурсозбереження й охорони навколишнього середовища.

Тому розробка нових методологічних підходів до комплексної оцінки ресурсозберігаючих технологічних схем відпрацювання обводнених титан-цирконієвих родовищ є актуальним науково-практичним завданням, рішення якого дозволить обрати оптимальну технологію з урахуванням економічних, ресурсозберігаючих і природоохоронних критеріїв.

Висновки. Результати виконаних досліджень дозволяють встановити, що всі фактори впливу на розробку обводненого титан-цирконієвого родовища умовно можна розділити на дві групи: керовані й некеровані. У першу чергу некеровані фактори діляться на дві підгрупи: природні умови й місце розташування ді-

лянки. Дослідження факторів цих двох підгруп дозволяє сформулювати базу вихідних даних, необхідних для подальшого проектування та розробки родовища. Також встановлено, що підгрупи керованих факторів: створення проекту розробки й прийняття рішень, взаємозалежні між собою й змінюються під час проектування до того моменту поки не буде прийняте остаточне рішення щодо переваги певної технологічної схеми розробки кар'єру.

Перелік посилань

1. Cherniaiev, O.V. (2017). Systematization of the hard rock non-metallic mineral deposits for improvement of their mining technologies. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5, 11–17.
2. Papic, L., & Kovacevic, S. (2016). Human Factor in Mining Machines Maintenance Operations. *2016 Second International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science and Operations Management (SMRLO)*, 456–465.
<https://doi.org/10.1109/SMRLO.2016.80>
3. Bukeikhanov, D.G., Lerman, B.D., Gabdullin, T.G., Galiyev, S.Z., & Siedin, V.F. (2018). Investigation of interrelationship of internal and external factors and parameters of 'opencast' system. In *Mine Planning and Equipment Selection 2000* (pp. 33–38). Routledge.
<https://doi.org/10.1201/9780203747124-6>
4. Kennedy, B.A. (Ed.). (1990). *Surface Mining, 2nd Edition. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration* (2nd ed.). Inc. Littleton, Colorado, USA.

АННОТАЦИЯ

Цель. Установление факторов, влияющих на выбор технологической схемы отработки титано-циркониевых месторождений и их систематизация для разработки комплексной методики выбора ресурсосберегающей технологии.

Методика исследований. Для выбора и систематизации факторов влияния на выбор технологической схемы разработки обводненных титано-циркониевых месторождений использованы методы анализа и систематизации. Для установления взаимосвязи факторов влияния на выбор технологических схем разработки и критериев оценки их эффективности использован аналитический метод.

Результаты исследований. Выполненные исследования позволили установить, что факторы, влияющие на разработку обводненного титано-циркониевого месторождения, условно можно разделить на две группы: управляемые и неуправляемые. Также установлено, что неуправляемые факторы делятся на природные условия и местоположение участка, а управляемые – создание проекта разработки и принятие решений.

Научная новизна. Впервые выполнена систематизация факторов влияющих на выбор технологических схем разработки обводненных титано-циркониевых месторождений полезных ископаемых. Отличие данной систематизации от известных заключается в том, что все установленные факторы разделены на группы неуправляемых и управляемых, между которыми определена взаимосвязь.

Практическое значение. Результаты выполненных работ позволяют прийти к выводу, что в настоящее время выбор технологической схемы разработки титан-циркониевого месторождения производится на основании оценки технико-экономических показателей и не учитывает

показатели ресурсосбережения и охраны окружающей среды, что приводит к возникновению природоохранных проблем во время эксплуатации карьера.

Ключевые слова: *открытая разработка, факторы влияния, систематизация, обводненные месторождения, технологические схемы.*

ABSTRACT

Purpose. Determination of the influence factors on the choice of technological schemes for mining titanium-zirconium deposits and their systematization for development of a complex choosing methodology of resource-saving technology.

Research methodology. For the selection and systematization of influence factors on the choice of a technological scheme at the mining of flooded titanium-zirconium deposits, analysis and systematization methods were used. To establish the influence connection between factors on the choice of technological mining schemes and criteria for evaluating their effectiveness, the analytical method was used.

Results. The carry out researches allow to establish that the factors affecting on the development of flooded titanium-zirconium deposit can conditionally be divided into two groups: managed and uncontrolled. It is also established that uncontrolled factors divided on natural conditions and the location of the pit site, and managed – on the creation of a development project and decision-making.

Scientific novelty. For the first time, a systematization of factors influencing on the choice of technological schemes for the development of flooded titanium-zirconium mineral deposits has been performed. The difference between proposed systematization and the known ones is that all factors were divided into groups of managed and uncontrolled with establishing relationship between them.

Practical value. The results of the carry out researches allow to conclude that today the selection of the technological scheme for the development of the flooded titanium and zirconium deposits is based on the assessment of technical and economic indexes and does not take into account the indicators of resource conservation and environmental protection. It also established that subgroups of managed factors: project development and decision-making are interdependent and change during design project until a final decision when determined the benefits of a certain technological scheme of pit mining.

Key words: *surface mining, influence factors, systematization, flooded deposits, mining technology.*