

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ТОЛКАЧ Олександр Миколайович

УДК 622.1 : 622.2 : 553.67

**ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ РОДОВИЩ ПІРОФІЛІТОВОЇ СИРОВИНИ
НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ВРАХУВАННЯ ЯКІСНИХ
ПОКАЗНИКІВ ПОКЛАДУ**

Спеціальність: 05.15.01 –“Маркшейдерія”

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Дніпропетровськ – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
СОБОЛЕВСЬКИЙ Руслан Вадимович,
заступник завідувача кафедри маркшейдерії
Житомирського державного технологічного
університету Міністерства освіти і науки України.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
ЗЕЛЕНСЬКИЙ Олександр Семенович,
завідувач кафедри інформатики та
інформаційних технологій Державного вищого
навчального закладу «Криворізький
національний університет» Міністерства освіти
і науки України;

кандидат технічних наук, доцент,
ФЛАТОВА Ірина Вікторівна,
доцент кафедри маркшейдерської справи
Державного вищого навчального закладу
«Донецький національний технічний
університет» Міністерства освіти і науки
України.

Захист відбудеться “26” червня 2013 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.04 з захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19).

Автореферат розісланий “ ” травня 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради



О.В. Солодянкін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Україна володіє рідкісними запасами пірофілітових сланців, які за своїми фізико-хімічними властивостями є унікальною сировиною. На даний момент у зв'язку із обмеженими напрямками використання, передбаченими існуючими технічними умовами, спостерігаються мінімальні обсяги видобування цієї високоякісної сировини.

Аналіз вітчизняних та закордонних джерел показує можливість використання пірофілітових сланців у багатьох галузях народного господарства. Вивчення перспективності даної сировини дозволяє виділити понад 30 різних напрямків використання, що в поєднанні з прогнозом економічної ефективності зумовлює широку диференціацію вимог до якості сировини. Пірофілітові сланці є багатокомпонентною сировиною, основними критеріями якості яких для більшості напрямків використання є вміст SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO , втрати при гартуванні (ВПГ), що вимагає багатофакторної оцінки якості покладу.

Тому розробка методики геометризації покладів пірофілітових сланців на основі комплексного врахування вимог до їх якості є актуальним науково-практичним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до плану держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України в рамках науково-дослідної теми "Розробка методики геометризації покладів пірофілітових сланців із урахуванням різновекторності проведення гірничих робіт", 2012 р., № ДР 0111U005927.

Метою дисертаційної роботи є розробка методики геометризації покладів пірофілітових сланців, заснованої на комплексному врахуванні всіх показників якості для забезпечення раціональної та комплексної розробки родовищ пірофілітової сировини.

Ідея роботи полягає у використанні геометричних закономірностей просторового розміщення показників якості покладів пірофілітових сланців для створення гірничо-геометричної моделі родовища пірофілітової сировини з метою оптимального планування гірничих робіт.

Для досягнення мети в дисертаційній роботі поставлені такі **завдання**:

- обґрунтування основних критеріїв геометризації покладів пірофілітових сланців з урахуванням перспективності напрямків використання та встановлення закономірностей мінливості якісних показників;
- обґрунтування оптимального методу інтерполяції при побудові карт ізовмісту показників якості;
- розробка методики багатофакторної геометризації родовищ пірофілітових сланців;

– розв’язання задач стабілізації якості пірофілітових сланців за даними багатofакторної геометризації.

Об’єкт досліджень – процес геометризації показників якості покладів пірофілітових сланців.

Предмет досліджень – параметри якості покладу пірофілітових сланців.

Методи досліджень. Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі застосовувався комплексний метод досліджень, який включає в себе збір, обробку та узагальнення даних опробовування розвідувальних свердловин та гірничих виробок родовища пірофілітових сланців із використанням методів та засобів математичної статистики, геометрії та кваліметрії надр; математичного та комп’ютерного моделювання.

Основні наукові положення.

1. Показники якості пірофілітових сланців мають кореляційні зв’язки, які описуються поліномами першого та другого ступенів, що дозволяє розробити структуру комплексного показника якості та здійснити на його основі багатofакторну геометризацію родовища.

2. Просторова мінливість основних показників якості пірофілітових сланців характеризується близькими значеннями коефіцієнту варіації за падінням і простяганням покладу для Al_2O_3 , Na_2O+K_2O , ВПГ та його збільшенням за падінням в 1,41–1,75 разів для Fe_2O_3 , TiO_2 , вологості, пористості, що дозволяє оцінювати мінливість показників якості при плануванні видобувних робіт.

Новизна отриманих результатів.

1. Вперше встановлені основні типи взаємозв’язків між показниками якості пірофілітових сланців.

2. Вперше встановлено залежність мінливості якості пірофілітових сланців від параметрів залягання покладу.

3. На основі графічно-статистичного аналізу обґрунтований раціональний метод інтерполяції нерівномірно розміщених вихідних геологорозвідувальних даних для умов західної частини Кур’янівського родовища.

4. На основі комплексного аналізу просторової мінливості основних показників якості встановлена закономірність розміщення технологічних типів пірофілітової сировини в межах ділянки родовища.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Розроблені методики багатofакторної геометризації пірофілітових сланців за комплексним показником якості та пріоритетністю розробки технологічних зон на основі комплексного врахування показників якості, яка забезпечує вирішення багатьох гірничих задач, зокрема календарного планування.

2. Встановлено перспективну зону для отримання максимального економічного ефекту, сировина в якій придатна для використання в багатьох різних галузях. Результати розробленої методики дали можливість виділити технологічні типи пірофілітових сланців на ділянці родовища, а саме:

пірофілітові сланці для наповнювачів (ПСН), пірофілітові сланці для кераміки (ПСК) та пірофілітові сланці для вогнетривів (ПСВ).

3. Обґрунтована стратегія управління якістю пірофілітових сланців за даними багатофакторної геометризації на основі аналітичного та графічного аналізу. Використання даної стратегії дасть можливість зменшити вплив похибки геометризації, забезпечити не тільки видачу пірофілітової сировини певної якості в середньому за календарні строки, але і забезпечити стабільність її якості в технологічному потоці.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень підтверджується теоретичним узгалянням сучасних уявлень про геометризацію пластових родовищ; коректним застосуванням методів планування експериментів та математичної обробки даних; результати наукових досліджень були сформовані на основі великої кількості статистичних даних; дані досліджень співпадають з описаними закономірностями, які виникають при експлуатаційній розвідці родовища з досягненням надійності прогнозу не менше 80 %.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно сформульовані мета, ідея, задачі досліджень, основні наукові положення, висновки та рекомендації; встановлено характер взаємозв'язків між показниками якості пірофілітових сланців та отримано модель множинної регресії; встановлено закономірності мінливості показників якості пірофілітових сланців; запропоновано новий показник родовища; розроблено графічні моделі.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи та окремі її результати доповідалися та обговорювалися на науково-технічних конференціях, семінарах та нарадах, а саме: на IV міжвузівській конференції студентів, магістрів та аспірантів "Сучасні проблеми екології" (м. Житомир, 2007 р.), VI Міжнародному форумі-конкурсі "Проблеми надрокористування" (м. Санкт-Петербург, 2011 р.), VIII Всеукраїнській науковій конференції студентів, магістрів та аспірантів "Сучасні проблеми екології та геотехнологій" (м. Житомир, 2011 р.), III і IV Міжнародних науково-практичних конференціях студентів, аспірантів та молодих учених "Енергетика. Екологія. Людина" (м. Київ, 2011, 2012 р.), науково-практичних міжвузівських конференціях, присвячених Дню науки (м. Житомир, 2011, 2012 р.), IV Всеукраїнській науково-краєзнавчій конференції "Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання" (сmt. Володарськ-Волинський, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Видобування, обробка та застосування природного каменю" (м. Магнітогорськ, Росія, 2012 р.), III Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених (м. Дніпропетровськ, 2012 р.), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, студентів та представників виробництва "Маркшейдерське забезпечення геотехнологій" (м. Дніпропетровськ, 2012 р.), VII Міжнародній Краківській конференції молодих учених (м. Краків, 2012 р.).

Публікації. За результатами виконаних дисертаційних досліджень здобувачем опубліковано 19 друкованих праць, з них 7 – у спеціалізованих фахових виданнях, 12 – у матеріалах і тезах виступів на наукових конференціях.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 122 найменувань на 12 сторінках та 8 додатків на 18 сторінках. Основний текст дисертації викладений на 148 сторінках машинописного тексту, які містять 50 рисунків та 21 таблицю. Загальний обсяг дисертації – 178 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації і необхідність проведення досліджень, сформульовані мета, ідея і задачі досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведені наукові положення, що виносяться на захист, а також дані щодо апробації і публікацій.

У **першому розділі** виконано аналіз літературних джерел, систематизовано перспективні напрямки використання пірофілітової сировини (рис. 1), обґрунтовано критерії якості пірофілітових сланців, а також проаналізовано ефективність використання при геометризації родовищ пірофілітової сировини спеціалізованих геоінформаційних систем.

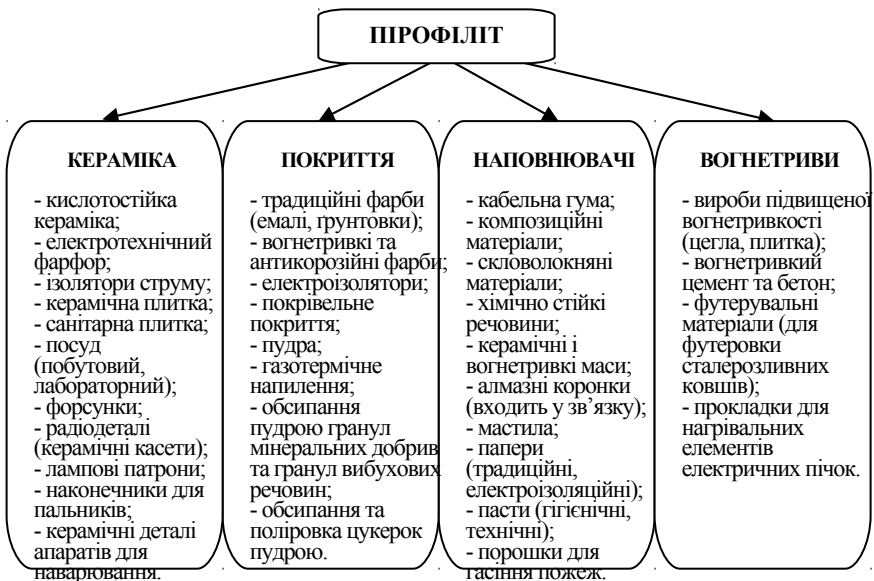


Рис. 1. Основні напрямки використання пірофілітових сланців

Геометризацією якісних показників покладів корисних копалин займався ряд вчених, зокрема П.К. Соболевський, П.О. Рижов, І.М. Ушаков, В.О. Букринський, В.М. Гудков, Д.І. Вілесов, О.О. Трофімов, К.Ф. Єрмолаєв, В.І. Кузьмін, В.М. Калініченко, О.С. Зеленський, Г.В. Бруй, І.В. Філатова та ін. Наукові праці цих учених в основному присвячені геометризації родовищ за окремими показниками – структурними та якісними для малокомпонентних гірських порід.

На основі аналізу наукової літератури та теоретичних узагальнень було сформульовано вищевказані мету і завдання досліджень.

У **другому розділі** було проаналізовано основні гірничо-геологічні параметри Кур'янівського родовища пірофілітових сланців та методи оцінки і оптимізації геологорозвідувальних даних, проведено дослідження закономірностей мінливості показників якості на основі комплексного статистичного аналізу.

На першому етапі статистичного аналізу було проведено дослідження характеру розподілу основних показників якості. Було встановлено, що значна частина вибірок є неоднорідною, що говорить про можливу наявність у межах родовища різних технологічних сортів пірофілітових сланців. У результаті проведеного кластерного аналізу було підтверджено правомірність гіпотези про сортність сировини.

Між показниками якості пірофілітових сланців встановлено кореляційні зв'язки, які описуються поліномами першого ступеня для SiO_2 і Al_2O_3 , Al_2O_3 і TiO_2 (рис. 2, а, б) та другого ступеня для SiO_2 і TiO_2 , SiO_2 і ВПГ (рис. 3, а, б), Al_2O_3 і ВПГ (рис. 4).

Установлені статистичні зв'язки дали можливість отримати модель множинної регресії у вигляді:

$$\text{SiO}_2 = 99,8469 - 0,9187 \times \text{Al}_2\text{O}_3 - 10,0362 \times \text{TiO}_2 - 0,8508 \times \text{ВПГ} \quad (1)$$

На основі виконаного кореляційного аналізу було встановлено, що фактично всі показники якості даного покладу мають слабку залежність від глибини залягання покладу. Даний факт дав підставу стверджувати, що формування пірофілітових сланців відбувалося під рівномірним впливом процесів метаморфізму на поклад первинної породи.

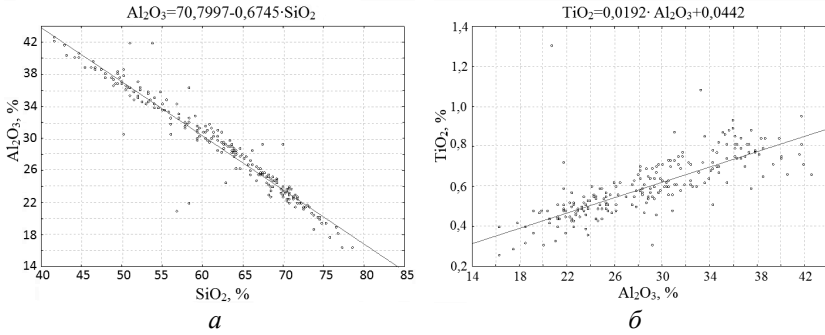


Рис. 2. Регресійні моделі кореляційних пар SiO_2 і Al_2O_3 (а) та Al_2O_3 і TiO_2 (б)

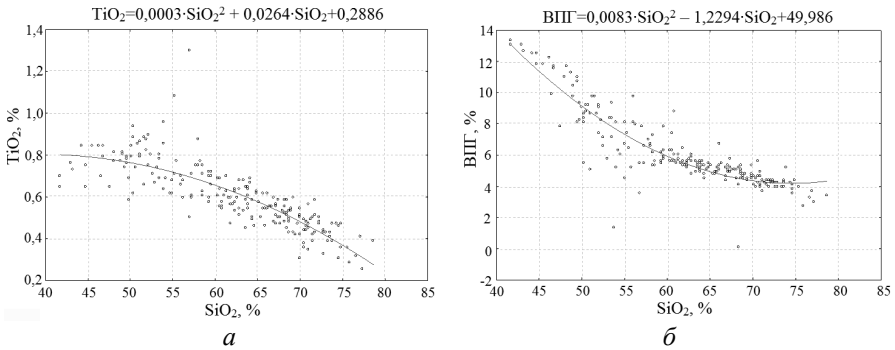


Рис. 3. Регресійні моделі кореляційних пар SiO_2 і TiO_2 (а) та SiO_2 і ВПГ (б)

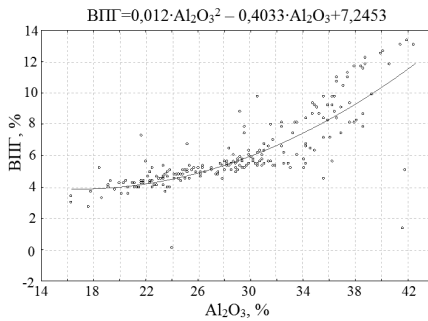


Рис. 4. Регресійна модель кореляційної пари Al_2O_3 і ВПГ

У результаті дослідження характеру просторової мінливості показників якості пірофілітових сланців було отримано варіограмні моделі для показників вмісту Fe_2O_3 (рис. 5), SiO_2 , Na_2O+K_2O , а також для таких фізичних параметрів, як вологість, ВПГ, вогнетривкість, водопоглинання.

Для чисельної характеристики мінливості основних показників якості пірофілітових сланців Кур'янівського родовища було виконано розрахунок параметрів варіації за падінням та простяганням покладу.

Аналіз отриманих даних показав, що просторова мінливість основних показників якості характеризується близькими значеннями для показників Al_2O_3 , Na_2O+K_2O , ВПГ за падінням та простяганням пласта і збільшеними його значеннями за падінням, ніж за простяганням для Fe_2O_3 , TiO_2 ,

вологості для Fe_2O_3 , TiO_2 , вологості та пористості та пористості в 1,45–1,75 разів, що дає можливість проводити оцінювання показників якості при плануванні видобувних робіт.

На основі аналізу варіограмних моделей та значень параметрів варіації рекомендовано згущення геологорозвідувальної сітки під час дорозвідки родовища проводити саме за азимутом падіння пласта, а також при експлуатаційній розвідці - підземні виробки проходити за падінням пласта.

У **третьому розділі** було виконано аналіз методів побудови карт ізоліній показників якості із використанням геоінформаційних систем, обґрунтовано раціональний метод інтерполяції вихідних геологорозвідувальних даних для умов Кур'янівського родовища, визначено основні його властивості, а також виконано оцінку точності визначення основних структурних та якісних показників пірофілітових сланців.

Оптимальний метод інтерполяції визначався шляхом дослідження стійкості методів обернених відстаней, Кріге, мінімальної кривизни, радіальних базових функцій, поліноміальної регресії та інших до зменшення вихідної інформації. Методика даного дослідження полягала в побудові планів ізовмісту оксиду кремнію SiO_2 , за попередньо відібраними методами інтерполяції. При цьому кожним методом було побудовано по чотири плани на основі 100, 82, 65, 53 % від кількості вихідних даних. Порядок зменшення кількості даних був зорієнтований на розрідження геологорозвідувальної сітки. Отримані ізоповірки порівнювались із вихідними, побудованими при 100 % даних, та аналізувались.

Для кількісної оцінки стійкості методів інтерполяції до зменшення об'єму інформації було обраховано середньоквадратичне відхилення інтерполяційного значення (при поступовому зменшенні кількості даних) від еталонного (при 100 % даних). Результати було зведено в табл. 1.

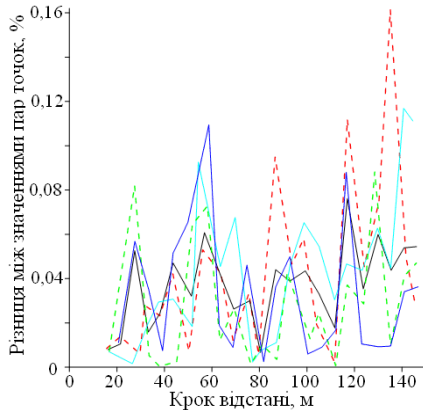


Рис.5. Варіограмна модель вмісту Fe_2O_3 :

— Ізотропна варіограма - - - - За простяганням
 - - - - За падінням — За напрямком А
 — За напрямком В

Зміна середньоквадратичної похибки в залежності від кількості вихідних даних і методу інтерполяції

Об'єм моделі, %	Метод побудови	
	Кріге	Радіальні базові функції
82	1,61	1,63
65	2,74	3,04
53	3,01	3,25

Як показав аналіз даних, наведених на табл. 1, метод Кріге характеризується порівняно меншими значеннями середніх квадратичних похибок і більш рівномірним їх зростанням зі зменшенням кількості вихідних даних, що говорить про стабільність точності інтерполяції методу Кріге порівняно з іншими методами.

Оцінку очікуваної за результатами геометризації точності прогнозу значень показників, що досліджуються в будь-якій точці покладу було виконано за допомогою дельта-критерію розвіданості (рис. 6).

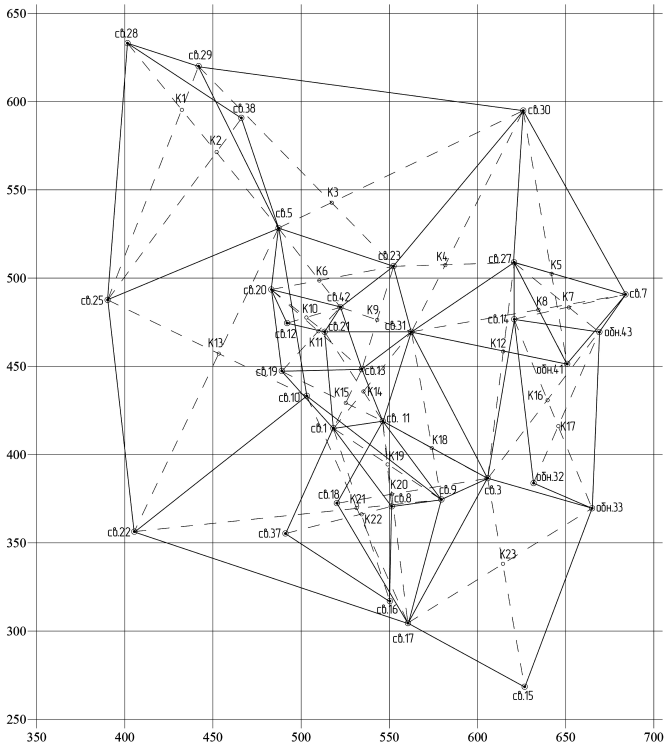


Рис. 6. Побудова системи чотирикутників для визначення абсолютного дельта-критерію розвіданості Кур'янівського родовища пірофілітових сланців

Для кожного чотирикутного блока було обчислено значення абсолютного дельта-критерію розвіданості структурного показника (потужності пласта) та основних якісних показників (вміст SiO_2 , Fe_2O_3 , ВПП) за такою формулою:

$$\Delta = |P_1 + (P_3 - P_1)x - P_2 - (P_4 - P_2)x'|, \quad (2)$$

де P_i – значення досліджуваного показника в точці взяття i -ї проби.

Для співставлення ступеня розвіданості між різними показниками якості покладу абсолютний дельта-критерій було перераховано у відносний показник:

$$\delta = 100 \frac{\Delta}{\bar{P}}, \%, \quad (3)$$

де \bar{P} – середнє значення показника якості в точці перетину діагоналей:

$$P = \frac{P_1 + (P_3 - P_1)x + P_2 + (P_4 - P_2)x'}{2}. \quad (4)$$

Очікувана за результатами геометризації точність прогнозу визначення основних структурних та якісних показників (точність моделі) в будь-якій точці покладу повинна відповідати умові:

$$R_p \leq t\Delta, \quad (5)$$

де t – числовий коефіцієнт, який для різних категорій запасів рівний 1,3 із імовірністю похибки 0,67.

В якості числової характеристики ступеня розбіжності фактичного і очікуваного за матеріалами геометризації положення ізолінії було використано показник середнього значення T відстаней між ними.

Похибка T пов'язана із відстанню між точками вимірювань, точністю прогнозування значення показника якості за допомогою моделі і складністю топофункції його розміщення за таким виразом:

$$T = 0,41 \frac{\bar{L}\Delta}{\sigma}, \text{ м}, \quad (6)$$

де \bar{L} – значення середньоарифметичної відстані між геологорозвідувальними свердловинами, яке застосовується при інтерполюванні в процесі побудови ізолінії; $\bar{\Delta}$ – середньоарифметичне значення дельта-критеріїв розвіданості по оціночним чотирикутним блокам; σ – стандартне середньоквадратичне відхилення показників якості від їх середнього значення.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що для умов Кур'янівського родовища пірофілітових сланців середнє значення очікуваної за результатами геометризації точності планового положення ізолінії основних структурних та якісних показників знаходиться в межах 10 м, а показники умови правомірності інтерполяції не перевищують граничного значення 0,8 з імовірністю 0,68.

У **четвертому розділі** було розроблено методики багатофакторної геометризації родовищ пірофілітових сланців за комплексним показником якості та з використанням методу січних ізоліній, а також обґрунтовано

рішення задач стабілізації якості пірофілітових сланців за даними багатofакторної геометризації.

Для оцінки якості покладу було розроблено методику геометризації якості покладу за вперше запропонованим комплексним показником якості (КПЯ), який дозволяє поєднати велику кількість окремих критеріїв якості з урахуванням їх вагомості, зумовленою конкурентноздатністю одержаної продукції. Комплексна оцінка зумовлена тією її перевагою, що є наявною тільки числова підсумкова оцінка замість декількох за одиничними показниками якості (ОПЯ). Тому попередньо було аналітично встановлено КПЯ.

Зведення відносних значень показників якості в єдиний комплексний виконувалося їх сумуванням із застосуванням коефіцієнтів вагомості окремих властивостей.

На першому етапі побудови комплексного показника якості проводився обґрунтований вибір ОПЯ. У тих галузях, де можливе використання пірофіліту, в основному висуваються вимоги за вмістом шкідливих компонентів (фарбувальних окислів, лугів та значенням ВПГ). Тому для побудови комплексного показника якості запропоновано вибір саме вмісту шкідливих компонентів Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O+K_2O та показника ВПГ.

Запропоновано кожен із шкідливих компонентів перевести у відносний показник якості породи (ВПЯ), який визначається із відношення базового показника до значення показника в пробі (із заданими координатами):

$$k_i = \frac{\bar{P}_\sigma}{\bar{P}_i}, \quad (7)$$

де k_i – відносний показник якості; \bar{P}_σ – базове значення показника; \bar{P}_i – значення показника якості в пробі.

В основі базового показника якості \bar{P}_σ , у залежності від поставлених завдань, може використовуватися середній показник вмісту в цілому по родовищу (при оцінці якості відносно середнього значення по всьому родовищу). У даній роботі в якості базових показників було використано середнє значення показників граничного вмісту шкідливих компонентів з технічних вимог, які для Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O+K_2O та показника ВПГ склали відповідно 1,48, 0,48, 1,2 та 6,5.

На другому етапі визначався КПЯ породи, враховуючи вагомий вплив кожного із ВПЯ, за такою формулою:

$$k_{\kappa.} = \sum_{i=1}^n k_i \lambda_i, \quad (8)$$

де k_i – відносний показник i -го ВПЯ сланцю; λ_i – коефіцієнт вагомості відповідного i -го ВПЯ.

Значення коефіцієнтів вагомості для кожного з вибраних для подальших розрахунків ВПЯ визначалося за таким співвідношенням:

$$\lambda_i = \frac{n_i}{N}, \quad (9)$$

де n_i – це кількість можливих напрямків використання, за якими встановлено вимогу до якості (граничний вміст) i -го показника; N – загальна кількість можливих напрямків використання пірофілітових сланців, де встановлені вимоги до якості.

Було отримано наступні значення коефіцієнтів вагомості для вибраних ВПЯ: Fe_2O_3 (1,0), TiO_2 (0,13), $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (0,33) ВПГ (1,0).

За розробленою методикою була побудована модель Кур'янівського родовища пірофілітових сланців за комплексним показником якості (рис. 7).

Аналіз побудованої моделі показав, що найбільш якісна сировина розміщена в центральній частині родовища. Також якісна сировина встановлена в північно-східній та південно-східній частинах родовища.

Побудована модель дає загальне уявлення про зміну якості сировини та може бути використана при попередній геолого-промисловій оцінці родовища, визначенні місць закладання додаткових розвідувальних виробок та задання їх напрямку.

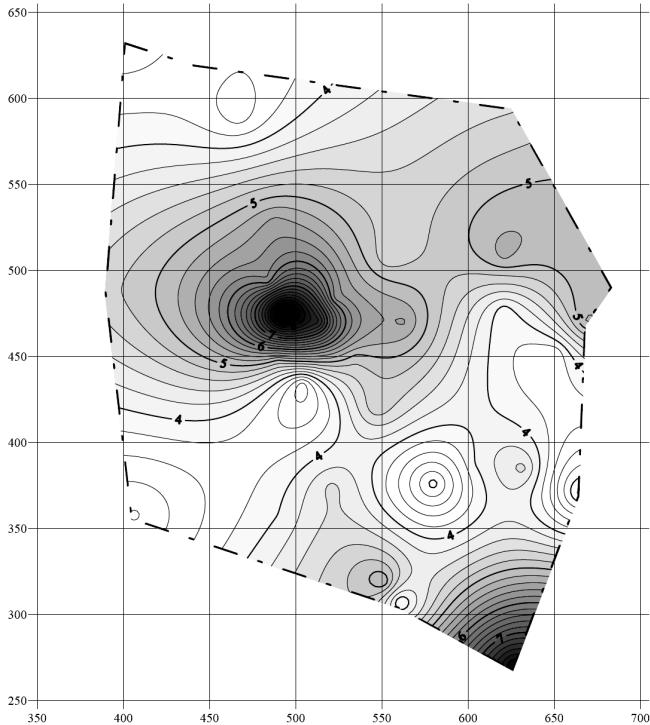


Рис. 7. Модель Кур'янівського родовища пірофілітових сланців за КПЯ

Дана методика є реалізацією найбільш поширеного при багатofакторній геометризації підходу, який полягає у зведенні декількох критеріїв, що характеризуються певними статистичними зв'язками, до єдиного узагальнюючого критерію.

Для вирішення задач ефективного календарного планування видобувних робіт, підвищення точності підрахунку запасів сировини в оконтурених технологічних зонах у роботі вперше розроблено методику багатofакторної геометризації, яка поєднує переваги методів січних ізоліній, середнього кута падіння та ізопотужностей (рис. 8).

Для отримання зведеної карти зі встановленими межами запропоновано виділяти зони за пріоритетністю, основою якої є економічна складова.

Дана методика ґрунтується на комплексному врахуванні пріоритетності розробки технологічних зон з урахуванням поправок на оконтурення та кут падіння пласта, що дає можливість врахувати максимальну кількість критеріїв якості, усуваючи необхідність тісного кореляційного зв'язку між ними.

Рис. 8. Виділення технологічних зон на Кур'янівському родовищі пірофілітових сланців методом січних ізоліній:

1а, 1б, 1в – перспективні зони сировини, придатної для виготовлення паперу електроізоляційного; 2а, 2б, 2в – для кабельної промисловості; 3а, 3б – виробництво пластмаси та гуми; 4а, 4б – кераміка 1 сорту; 4в, 4г, 4д, 4е – кераміка 2 сорту; 5а, 5б, 5в, 5г, 5д, 5е – для виробництва порцеляни; 6а, 6б – вогнетриви 2 сорту; 6в, 6г, 6д, 6е, 6є – вогнетриви 3 сорту

Аналіз оконтурених зон показав, що в зоні 1а знаходиться сировина, придатна для використання в 90% галузях із усіх можливих. Саме в межах цієї ділянки рекомендовано починати видобування сировини, так як вона є перспективною для отримання максимального економічного ефекту, що співпадає із результатами попередньо розробленої методики.

У результаті реалізації даної методики вперше визначені запаси сировини за конкретними технологічними зонами, які в роботі пропонується об'єднати у три основні технологічні типи: пірофілітові сланці для наповнювачів (ПН), пірофілітові сланці для кераміки (ПСК) та пірофілітові сланці для вогнетривів (ПСВ) (рис. 9).

Моделі, отримані шляхом використання розробленої методики, дозволяють виконати оцінку якості родовища з позиції економічної ефективності розробки окремих технологічних зон та підвищити ефективність календарного планування видобувних робіт. Це дозволить вибрати оптимальні напрямки розвитку гірничих робіт та місця закладання підготовчих виробок.

Рис. 9. Оконтурення технологічних типів пірофілітових сланців на Кур'янівському родовищі

3. Установлено, що всі фізико-хімічні показники даного покладу мають слабку залежність від глибини його залягання, що підтверджує гіпотезу про утворення пірофілітових сланців на Кур'янівському родовищі за рахунок рівномірної метаморфізації туфо-каолінового матеріалу.

4. На основі аналізу варіограмних моделей та значень параметрів варіації рекомендовано згущення геологорозвідувальної сітки під час дорозвідки родовища проводити саме за азимутом падіння пласта, а також при експлуатаційній розвідці - підземні виробки проходити за падінням пласта..

5. На основі графічно-статистичного аналізу було встановлено, що оптимальним методом інтерполяції нерівномірно розміщених вихідних геологорозвідувальних даних є крігінг. Висока стійкість даного методу забезпечується такими його властивостями, як умовна незміщеність та ефект згладжування.

6. Дослідженнями основних структурних та якісних показників Кур'янівського родовища пірофілітових сланців з використанням абсолютного дельта-критерію розвіданості було встановлено, що середнє значення очікуваної за результатами геометризації точності планового положення ізолнії основних структурних та якісних показників знаходиться в межах 10 м.

7. Проведені оцінки точності прогнозування якісних показників з урахуванням даних експлуатаційної розвідки для найбільш розвіданої ділянки родовища показали, що середня відносна похибка оцінки прогнозованого значення для Al_2O_3 складе 2,15 %, для Fe_2O_3 – 9,28 %, для ВПГ – 2,19. Значення коефіцієнтів невідповідності для Al_2O_3 , Fe_2O_3 та ВПГ складають відповідно 0,087, 0,197 та 0,102, що підтверджує правильність вибору моделей прогнозування, побудованих на основі методу Кріге.

8. Проведено комплексну оцінку якості сировини по родовищу в цілому на основі побудованої моделі зміни комплексного показника якості (КПЯ) з урахуванням вагомості кожного із якісних показників. Аналіз моделі показав, що найбільш якісна сировина розміщена в північно-західній, північно-східній та південно-східній частинах родовища. Побудову даних моделей рекомендується виконувати при орієнтуванні геологорозвідувальних виробок та визначення раціональних місць їхнього закладання, а також з метою проведення геолого-промислової оцінки родовища.

9. Розроблено методичку багатофакторної геометризації покладів пірофілітових сланців, яка ґрунтується на комплексному врахуванні пріоритетності розробки технологічних зон. Розроблена методика забезпечує можливість ефективного календарного планування гірничих робіт, задання оптимальних напрямків проведення гірничих робіт, а також дає можливість проводити вартісно-цінове структурування запасів пірофілітової сировини.

10. У результаті геометризації встановлено перспективну зону для отримання максимального економічного ефекту, сировина в якій придатна для використання в багатьох різних галузях. Результати розробленої методички дали можливість виділити технологічні типи пірофілітових сланців

на ділянці родовища, а саме: пірофілітові сланці для наповнювачів (ПСН), пірофілітові сланці для кераміки (ПСК) та пірофілітові сланці для вогнетривів (ПСВ).

11. Обґрунтовано стратегію управління якістю пірофілітових сланців за даними багатофакторної геометризації на основі аналітичного та графічного аналізу, що дасть можливість зменшити вплив похибки геометризації, забезпечити не тільки видачу пірофілітової сировини певної якості в середньому за календарні строки, але й забезпечити стабільність її якості в технологічному потоці.

Розроблена методика прийнята до використання в умовах ПАТ «Кварцсамоцвіти» з очікуваним економічним ефектом 41,1 тис. грн./рік.

Список опублікованих праць здобувача за темою дисертації

1. Толкач О.М. Обґрунтування раціонального методу інтерполяції геологорозвідувальних даних на базі програмного забезпечення SURFER / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Вісник ЖДТУ. – 2011. – №1 (56). – С. 135–141.

2. Толкач О.М. Визначення основних критеріїв якості пірофілітових сланців / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський, С.С. Іськов // Вісник ЖДТУ. – 2011. - №2 (57). – С. 170–176.

3. Толкач О.М. Обґрунтування раціонального методу інтерполяції геологорозвідувальних даних на основі попередньої оцінки їх розподілу / О.М. Толкач // Вісник Рівненського державного технічного університету. – 2011. – Рівне. – №1 (33). – С. 201-209.

4. Толкач О.М. Дослідження особливостей геометризації пластових родовищ / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Вісник ЖДТУ. – 2011. – № 3 (58) – С. 189–196.

5. Толкач О.М. Дослідження емпіричного та теоретичного розподілу якісних показників пірофілітових сланців Кур'янівського родовища / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Вісник ЖДТУ. – 2011. - №4 (59) – С. 147–151.

6. Толкач О.М. Побудова регресійної моделі взаємозв'язків основних показників якості пірофілітових сланців / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський, М.П. Стенюк // Вісник ЖДТУ. – 2012. – № 1 (60) – С. 134–138.

7. Толкач О.М. Оцінка точності визначення структурних та якісних показників пірофілітових сланців / О.М. Толкач, Соболевський Р.В. // Вісник ЖДТУ. – 2012. - №2 (61). – С. 185-189.

8. Толкач О.М. Дослідження шляхів підвищення комплексності використання пірофілітової сировини / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський, А.В. Панасюк // Збірка тез доповідей IV Міжнародної конференції студентів, магістрів та аспірантів "Сучасні проблеми екології". – Житомир, 2007. – С. 164–166.

9. Толкач А.Н. Обоснование применения пиррофиллитовых сланцев в декоративном направлении / А.Н. Толкач, Р.В. Соболевский // Материалы

Международного форуму-конкурса молодих учених «Проблеми недропользования». – Санкт-Петербург, 2011. – Ч.1. – С. 106-109.

10. Толкач О. М. Дослідження напрямків використання пірофілітових сланців Кур'янівського родовища / О. М. Толкач // Збірка тез доповідей ХХХV науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню науки. – Житомир: ЖДТУ. – Т.І. – 2011. – С. 169–170.

11. Толкач О.М. Особливості використання ГІС для геометризації якісних характеристик покладів корисних копалин / О.М. Толкач // Тези VIII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрів та аспірантів «Сучасні проблеми екології та геотехнологій». – Житомир, 2011. – С. 259.

12. Толкач О.М. Обґрунтування раціонального способу розкриття Кур'янівського родовища пірофілітових сланців / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Материалы III Международной научно-технической конференции «Энергетика. Экология. Человек», Перспективы развития горного дела и подземного строительства. – К.: НТУУ «КПИ» ИЭЭ, 2011. – С.15-17.

13. Толкач О.М. Аналіз сировинної бази пірофілітової сировини та її технологія / О.М. Толкач // Збірник матеріалів четвертої Всеукраїнської науково-красназничої конференції "Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання", – Володарськ-Волинський. – С. 99-104.

14. Толкач А.Н. Использование пиррофиллита как декоративно-поделочного камня / Толкач А.Н., Соболевский Р.В. // Добыча, обработка и применение природного камня. Вып. 12: сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 174-178.

15. Толкач О.М. Аналіз методів згладжування при обробці геологорозвідувальних даних / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Тези доповідей науково-практичної міжвузівської конференції, присвяченої Дню науки. – Житомир, 2012. – С. 159-160.

16. Толкач О. М. Виявлення сортності пірофілітових сланців Кур'янівського родовища на основі кластерного аналізу / О.М. Толкач // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Д.: Державний ВНЗ "НГУ", 2012. – С.190–191.

17. Толкач О.М. Варіограмний аналіз Кур'янівського родовища пірофілітових сланців / О.М. Толкач // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Энергетика. Экология. Человек», Перспективы развития горного дела и подземного строительства. – К.: НТУУ «КПИ» ИЭЭ, 2012. – 86 с.

18. Толкач О.М. Особливості застосування крігінгу при прогнозуванні показників якості гірських порід / О.М. Толкач, Р.В. Соболевський // Маркшейдерське забезпечення геотехнологій: наук.-практ. конф., 19–20 кв. 2012 р.: тези доп. – Д.: НГУ, 2012. – С. 121–127.

19. Tolkach A. Geometrization quality indicators of pyrophyllite deposits of Kuryanovsky field / A. Tolkach // Materials of the international VII Krakow Conference of Young Scientists. – Krakow. – 2012. – P. 147-148.

Особистий внесок здобувача в роботах, що написані в співавторстві: [1-4, 8-11,] - виконання теоретичних досліджень, аналіз і узагальнення результатів експериментальних досліджень; [5-7, 12, 13, 16-18] - ідея, постановка задачі, узагальнення результатів досліджень; [19] - аналіз і узагальнення результатів експериментальних досліджень.

АНОТАЦІЯ

Толкач О.М. Геометризація родовищ пірофілітової сировини на основі комплексного врахування якісних показників покладу. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.01 – «Маркшейдерія». Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2013.

Дисертація присвячена питанням дослідження і встановлення геометричних закономірностей зміни якісних показників покладів пірофілітової сировини на базі використання сучасних програмних прикладних пакетів.

У результаті виконаних досліджень на основі математичного та комп'ютерного моделювання встановлені основні типи взаємозв'язків між показниками якості пірофілітових сланців, залежність мінливості якісних показників від параметрів залягання покладу; розроблено методики багатofакторної геометризації пірофілітових сланців за комплексним показником якості та пріоритетністю розробки технологічних зон на основі комплексного врахування показників якості. На основі комплексного аналізу просторової мінливості якісних показників покладу із застосуванням сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій виконано поділ родовища на технологічні зони залежно від параметрів якості сировини та напрямків її використання, встановлено закономірність розміщення основних технологічних типів пірофілітової сировини.

Ключові слова: пірофілітовий сланець, багатofакторна геометризація, комплексний показник якості, геометризація родовищ пірофілітової сировини.

АННОТАЦИЯ

Толкач А.Н. Геометризация месторождений пиррофиллитового сырья на основе комплексного учета качественных показателей залежи. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.01 - «Маркшейдерия». Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2013.

Диссертация посвящена вопросам исследования и установления геометрических закономерностей изменения качественных показателей

месторождений пирофиллитового сырья на базе использования современных программных прикладных пакетов и разделения месторождений пирофиллитового сырья на технологические зоны с целью обеспечения рациональной и комплексной его разработки.

В результате выполненных исследований на основе математического и компьютерного моделирования установлены основные типы взаимосвязей между показателями качества пирофиллитовых сланцев, зависимость изменчивости качественных показателей от параметров залегания залежи. Разработаны методики многофакторной геометризации пирофиллитовых сланцев по комплексному показателю качества и приоритетности разработки технологических зон на основании комплексного учета показателей качества. Предложено стратегию управления качеством пирофиллитовых сланцев по данным многофакторной геометризации.

Опираясь на результаты теоретических и экспериментальных исследований, впервые для месторождений пирофиллитового сырья предложена возможность получения комплексного плана, который количественно выражает качественные характеристики залежи.

В результате комплексного анализа пространственной изменчивости качественных показателей залежи с применением современных компьютерно-информационных технологий и ГИС выполнено разделение месторождения на технологические зоны в зависимости от параметров качества сырья и направлений его использования, что дает возможность наиболее полно использовать породу месторождения в соответствии с ее качеством и рациональностью использования. В работе на основе анализа модели размещения технологических зон впервые установлены закономерности размещения основных технологических типов пирофиллитового сырья.

Разработанная методика обеспечивает возможность создания различных электронных геологических и горно-геометрических планов, отчетов, дополнений и карт, что значительно упрощает принятие решений при последующем геологическом изучении, геолого-экономической оценке и разработке месторождения.

Ключевые слова: пирофиллитовый сланец, многофакторная геометризация, комплексный показатель качества, геометризация месторождений пирофиллитового сырья.

ANNOTATION

Tolkach O.M. Geometrization of pyrophyllite deposits based on an integrated accounting of quality indicators. – Manuscript copyright.

Ph.D. thesis in Engineering Science by the speciality 05.15.01 – Mine Surveying. State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnipropetrovsk, 2013.

The thesis is devoted to researching and establishing of geometric patterns of the change in quality indicators of pyrophyllite deposits based on the use of modern software application packages.

As a result of the researches based on mathematical and computer modeling the basic types of relationships between quality indicators and dependence of quality indicators variability of deposit parameters were established. The methods of multifactorial geometrization based on complex quality index and on the priority of mining technological zones based on comprehensive account of quality indicators were made.

Based on the comprehensive analysis of the spatial variability of deposit quality indicators with modern computer and information technology the division of deposit on technological zones depending on the parameters of raw materials' quality and on the areas of their use was made. The model of the allocation of the basic technological types of pyrophyllite was found.

Keywords: pyrophyllite slate, multifactorial geometrization, complex index of quality, geometrization of pyrophyllite deposits.

ТОЛКАЧ Олександр Миколайович

**Геометризація родовищ пірофілітової сировини на основі комплексного
врахування якісних показників покладу**

(Автореферат)

Редакційно-видавничий відділ ЖДТУ

Підписано до друку 21.05.2013. Формат 60×90/16.

Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. №

**Житомирський державний технологічний університет
10005, Україна, м. Житомир, вул. Черняхівського, 103**