

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РАЙОНУВАННЯ РОДОВИЩ КАОЛІНУ ЗАДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ ВМІСТОМ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

За своєю природою та властивостями, каолін є досить унікальною та цінною породою. Пов'язано це в першу чергу з тим, що продукти видобутку та збагачення каолінової сировини необхідні для виготовлення матеріалів широкого спектру призначення. Зокрема, каолін характеризується інертністю щодо кислих і лужних розчинів, високою вогнетривкістю, властивістю утворювати з водою пластичну масу. Ці властивості дають змогу використовувати каолін у виробництві тонкої, господарської та санітарної кераміки, електро-кераміки, радіо-кераміки, вогнетривких виробів, силуміну, скла та ряду інших елементів народного та технічного вжитку. Висока дисперсність, білий колір, діелектричні властивості та хімічна інертність дають змогу для використання каоліну в якості наповнювача при виготовленні паперу, гумотехнічних, кабельних, пластмасових, парфумних виробів та ін. [1].

Характерною негативною особливістю структури каолінових родовищ є значна мінливість хімічного складу в межах покладу. Дана особливість дуже часто призводить до зниження економічного ефекту від видобування та реалізації каолінової продукції, і збільшення кількості пов'язаних з цим непередбачуваних виробничих ситуацій [2]. Отож, встановлення кореляційних залежностей між основними хімічними елементами, які входять в структуру каоліну, в перспективі дозволять керувати його якістю в процесі видобування, що позитивно вплине на економічний ефект від його реалізації.

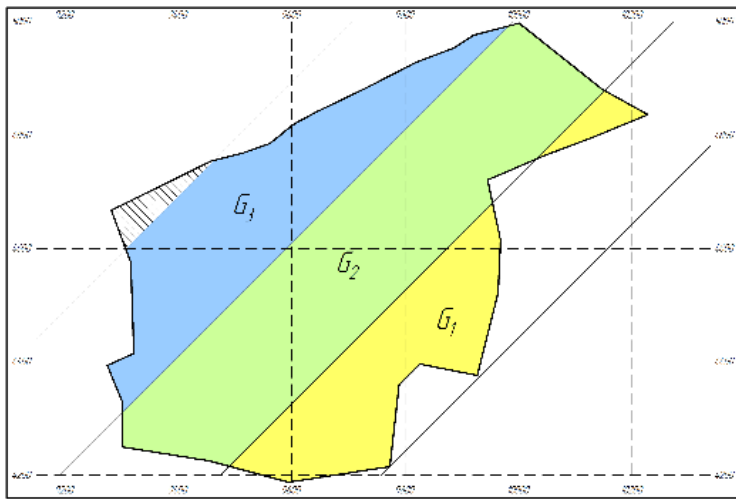
Встановлення кореляційних залежностей між базовими складовими компонентами каоліну базувалось на використанні масиву даних, в якому наведені результати хімічного аналізу каоліну Йосипівського родовища. При цьому, встановлення зв'язків між парами дослідних елементів базувалось на визначенні коефіцієнта кореляції, який безпосередньо виступає в якості індикатора взаємодії між цими зв'язками.

Розрахунок значення коефіцієнта кореляції виконувався за допомогою методу Пірсона. Даний коефіцієнт показує силу кореляційних взаємозв'язків для двох змінних, іншими словами, він показує ступінь лінійної залежності між двома змінними. З точки зору математики, кореляційний коефіцієнт Пірсона між двома змінними рівний коваріації цих двох змінних, або сумі добутків відхилень, поділений на добуток їх стандартних відхилень. Цей коефіцієнт може набувати значень від (-1) до (1). Значення (+1) означає, що залежність між дослідними зразками є лінійною і всі точки функції лежать на прямій, яка відображає зростання ординати при зростанні абсциси. В свою чергу, значення (-1) означає, що всі точки лежать на прямій, яка відображає зменшення ординати при зростанні абсциси. Якщо коефіцієнт кореляції рівний нулю, то лінійна залежність між порівнюваними значеннями відсутня. Оскільки значення коефіцієнта кореляції практично ніколи не дорівнює числам вказаним раніше, по тій причині що вони є дробовими, було виконано градацію проміжку кореляції (від -1 до 1) на декілька частин, кожна з яких характеризує силу взаємозв'язків між елементами що порівнюються [3].

Кореляційні зв'язки встановлювались між значеннями відсоткового вмісту наступних компонентів:  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  та втратами при пропалюванні (В.П.П). Аналіз проводився саме по цих компонентах, оскільки їх вміст у каоліні чітко регламентований державними технологічними стандартами, і дозволяє застосування каолінової сировини в ключових галузях промисловості [4].

В першому випадку, для встановлення кореляційних зв'язків було залучено інформацію зі всіх геологорозвідувальних свердловин на території родовища, а саме 109 значень середнього вмісту вище вказаних хімічних компонентів. Результатом виконаної роботи стала матриця кореляції, в якій наведені зв'язки між парами порівнюваних компонентів. Отримані значення не дали бажаного результату, оскільки в ході виконання кореляції не було виявлено сильних взаємозв'язків.

Однією з причин відсутності кореляційних зв'язків може бути те, що їх пошук проводився на великій площі. Оскільки родовища каоліну характеризуються в першу чергу мінливістю хімічного складу, можна висунути припущення, що в різних частинах родовища буде порода з різним хімічним складом [5]. На основі цього було прийнято рішення про доцільність розбивки родовища на зони, та визначення кореляційних зв'язків в отриманих зон. Результатом розбивки стали три повздовжніх (з індексами G) та чотири поперечних (з індексами F) зони (рис.1). Ширина всіх отриманих в ході зон є однаковою і рівною 200 м. Кількість свердловин, що припала на кожную з зон має наступні значення:  $G_1=24$  св;  $G_2=54$  св;  $G_3=26$  св;  $F_1=11$  св;  $F_2=32$  св;  $F_3=35$  св;  $F_4=22$  св.



а)



б)

Рис.1. Приклад розбивки Йосипівського родовища: а – на повздовжні зони; б – на поперечні зони.

Також, варто зазначити, що зони, на які припадало менше п'яти геологорозвідувальних свердловин з інформацією про хімічний склад породи – не піддавались аналізу на наявність кореляційних зв'язків (зони відмічені штриховкою), оскільки такі кореляційні зв'язки матимуть випадковий характер, та не вважатимуться репрезентативними.

Розбивка родовища на зони дала позитивний результат і підтвердила попередньо висунуте припущення, доказом чого є значення отриманих коефіцієнтів кореляції. Для більш детального аналізу, та підвищення точності кореляції, було прийнято рішення про розбивку родовища на блоки (рис.2) розміром 200×200 м (40 000 м<sup>2</sup>).

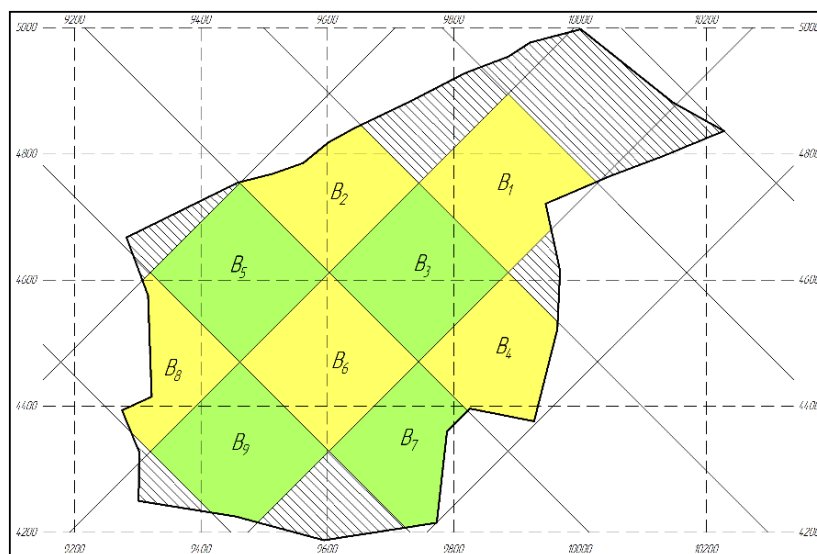


Рис.2. Приклад розбивки Йосипівського родовища на блоки

В даному випадку матриця кореляції розраховувалась для кожного з блоків. Кількість свердловин, що припала на кожен з блоків має наступне значення:  $V_1=8$  св;  $V_2=9$  св;  $V_3=16$  св;  $V_4=7$  св;  $V_5=9$  св;  $V_6=14$  св;  $V_7=12$  св;  $V_8=5$  св;  $V_9=13$  св.

Наступним кроком після знаходження кореляційних залежностей є їх аналіз та систематизація (таблиця 1). Всі отримані залежності, по кожному з блоків, було згруповано між собою за декількома критеріями: тип взаємозв'язку між елементами (зростаюча або спадаюча залежність); пари елементів, між якими було встановлено кореляційні залежності.

Таблиця 1

Систематизація встановлених кореляційних зв'язків

Для спадаючих залежностей												
Номер блока	$K_2O/Al_2O_3$	В.г.ф./ $TiO_2$	В.г.ф./ $K_2O$	$TiO_2/Fe_2O_3$	$Na_2O/TiO_2$	$Fe_2O_3/Al_2O_3$	$Na_2O/Al_2O_3$	$K_2O/Fe_2O_3$	$Na_2O/K_2O$	В.г.ф./ $Al_2O_3$	В.г.ф./ $Fe_2O_3$	В.г.ф./ $Na_2O$
$V_1$	+	+	+									
$V_2$	+			+	+							
$V_3$												
$V_4$	+		+		+							+
$V_5$				+	+							
$V_6$					+							
$V_7$			+									
$V_8$				+	+	+	+	+	+			+
$V_9$			+							+	+	
$\Sigma$	3	1	4	3	5	1	1	1	1	1	1	2
Для зростаючих залежностей												
Номер блока	В.г.ф./ $Al_2O_3$	$TiO_2/Fe_2O_3$	$K_2O/TiO_2$	$Na_2O/Fe_2O_3$	$K_2O/Fe_2O_3$	$K_2O/Al_2O_3$	$Fe_2O_3/Al_2O_3$	$Na_2O/TiO_2$	$Na_2O/K_2O$	$TiO_2/Al_2O_3$		
$V_1$	+	+	+									
$V_2$				+								
$V_3$	+											
$V_4$	+											
$V_5$					+							
$V_6$				+		+						
$V_7$			+				+	+	+			
$V_8$	+		+	+	+	+	+					+
$V_9$			+	+	+	+	+					+
$\Sigma$	4	1	4	4	2	2	2	1	1	2		

Проаналізувавши дані таблиці 1, було виділено найбільш стабільні зростаючі та спадаючі кореляційні залежності, між складовими хімічними елементами каоліну. Оскільки коефіцієнт кореляції Пірсона являється доволі абстрактною величиною, і не може бути використаний в математичних розрахунках, то отримані залежності пропонується представити у вигляді лінійних рівнянь: залежність між В.П.П та оксидом калію ( $y=-0,0859x+8,6716$ ); залежність між оксидом натрію та двоокисом титану ( $y=-0,1267x+0,3016$ ); залежність між В.П.П та оксидом алюмінію ( $y=0,1338x+13,32$ ); залежність між вмістом оксиду калію та двоокисом титану ( $y=0,0419x+0,0343$ ); залежність між оксидом натрію та оксидом заліза ( $y=0,5801x+0,5131$ ).

Підбиваючи підсумки виконаної роботи, можна зробити наступні висновки:

- встановлено потрійний кореляційний зв'язок між вмістом глинистої фракції, оксидом алюмінію та оксидом калію (а саме, підвищення В.П.П зумовлює підвищення вмісту оксиду алюмінію та зниження вмісту оксиду калію);

- встановлено потрійний кореляційний зв'язок між вмістом оксиду натрію, оксиду заліза та двоокису титану (підвищення вмісту оксиду натрію зумовлює підвищення вмісту оксиду заліза та зниження вмісту двоокису титану);

- встановлено подвійний кореляційний зв'язок між вмістом оксиду калію та двоокисом титану (підвищення вмісту оксиду калію сприяє зумовлює вмісту двоокису титану).

Отримані співвідношення можуть мати широке практичне застосування, зокрема для прогнозування якості каоліну сирцю на аналогічних родовищах та при виконанні усереднення гірничої маси.

Список використаної літератури:

1. Державна комісія України по запасах корисних копалин при міністерстві охорони навколишнього природного середовища України : станом на 20.12.2006 р. / Наказ №354 «Про затвердження інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ каоліну». – Офіц. вид. – Київ : Міністерство юстиції України, 2007. – 41 с.

2. Олійник Т.А. Особливості технологій переробки каолінової сировини України / Т.А. Олійник // Загальні питання технології збагачення: збірка статей. – Кривий Ріг : Криворізький національний університет, 2016. – 172 с.
3. Lee J. Thirteen ways to look at the correlation coefficient / J. Lee, W. Alan. – Portland : American statistical association, 1988. – р. 66.
4. Каолін первинний для використання в керамічних виробках та будівельній кераміці : ТУ У В.2.7 – 14.2 – 05468498-006:2007 – [Чинний від 2007.03.02]. – Київ : Держстандарт України, 2006. – (Національний стандарт України).
5. Харченко Ю.А. Основи кореляційно-регресивного аналізу / Ю.А. Харченко // Вісник ПНТУ: збірка статей. – Полтава : Полтавський національний технологічний університет імені Юрія Кондратюка, 2014. – 487 с.