

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Факультет природничих наук та технологій

(факультет)

Кафедра геології та розвідки родовищ корисних копалин

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеня магістра

(бакалавра, магістра)

Студента Мартиненко Юрія Вікторовича

(ПІБ)

академічної групи 103М-22-1

(шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика»

(офіційна назва)

на тему: Особливості речовинного складу та оцінка перспектив викорис-  
тання первинних каолінів Берестовського покладу Присянівського родовища

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініці- али	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Жильцова І.В.			
розділів:				
загальний	Жильцова І.В.			
спеціальний	Жильцова І.В.			
<b>Рецензент</b>	Терешкова О.А.			
<b>Нормоконтро- лер</b>	Хоменко Н.В.			

Дніпро  
2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Геології і розвідки родовищкорисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«07» вересня 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** магістра  
 (бакалавра, магістра)

студенту Мартиненко Ю.В академічної групи 103М-22-1  
 (прізвище та ініціали) (шиф)

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика»

на тему Особливості речовинного складу та оцінка перспектив використання первинних  
каолінів Берестовського покладу Присянівського родовища

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.09.2023 № 1036-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	1. Аналітичний огляд літератури та вибір напрямку досліджень. Характеристика умов формування та розповсюдження каолінів в межах України.	18.09.2023 - 06.10.2023
	2 Характеристика геологічної будови району досліджень.	7.10.2023 – 11.10.2023
Спеціальний	3. Методика досліджень	12.10.2023 – 16.10.2023
	4. Характеристика речовинного складу каолінів Берестовського покладу	17.10.2023 – 18.11.2023
	5. Якісна характеристика та оцінка перспектив використання каолінів Берестовського покладу	19.11.2023 – 04.12.2023

Завдання видано

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

Жильцова І.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 18.09.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

14.12.2023

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Мартиненко Ю.В

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 67 стор., 13 рис., 11 табл., 3 додатки, 17 джерел.

**КАОЛІНИ, ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАОЛІНІВ, МАРОЧНИЙ СКЛАД КАОЛІНІВ, БЕРЕСТОВСЬКИЙ ПОКЛАД, ПРОСЯНІВСЬКЕ РОДОВИЩЕ КАОЛІНІВ.**

Актуальність теми дипломної роботи обумовлена необхідністю зміцнення мінерально-сировинної бази України.

Об'єктом досліджень є Берестовський поклад первинних каолінів Просянівського родовища.

Предмет досліджень - особливості речовинного складу та оцінка перспектив використання первинних каолінів Берестовського покладу.

Мета кваліфікаційної роботи – дослідження речовинного складу та технологічних властивостей первинних каолінів Берестовського покладу задля оцінки перспектив їх використання.

Результати та їх новизна – досліджено речовинний та гранулометричний склад каолінів. Наукове значення результатів роботи полягає у визначенні якісної та технологічної характеристик продуктивної товщі та оцінці перспектив використання первинних каолінів.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження наукової діяльності кафедри геології і розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в сфері вивчення особливостей речовинного складу первинних каолінів.

Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні доцільності комплексного підходу до оцінки перспектив Берестовського покладу первинних каолінів Просянівського родовища. Результати досліджень можуть бути використані при проведенні розвідувальних робіт.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ КАОЛІНІВ В МЕЖАХ УКРАЇНИ .....	6
2. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ .....	13
2.1 Географо-економічна характеристика району робіт.....	13
2.2 Огляд, аналіз та оцінка раніше проведених досліджень...	16
2.3 Геологічна характеристика району досліджень .....	18
2.4 Гідрогеологічна характеристика району .....	26
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	29
4 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЧОВИННОГО СКЛАДУ КАОЛІНІВ БЕРЕСТОВСЬКОГО ПОКЛАДУ .....	30
5 ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ КАОЛІНІВ БЕРЕСТОВСЬКОГО ПОКЛАДУ	41
5.1 Технічні вимоги до якості сировини.....	41
5.2 Загальна характеристика основних літолого-генетичних типів каоліну .....	48
5.2.1. Характеристика каоліну-сирцю .....	48
5.2.2. Характеристика збагаченого каоліну .....	51
5.3 Радіаційна характеристика порід .....	60
ВИСНОВОК .....	62
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ .....	63
ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи .....	65
ДОДАТОК Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи .....	66
ДОДАТОК В Рецензія .....	67

## ВСТУП

Головною метою запланованих досліджень було вивчення речовинного складу та технологічних властивостей каолінів Берестовського покладу Просянівського родовища.

Берестовський поклад є південним продовженням Вершинського покладу Просянівського родовища каолінів. Просянівське родовище каолінів — родовище каолінів у Синельниковському районі Дніпропетровської області. Площа близько 80 км<sup>2</sup>. Промислові запаси каолінів 88 771 тисяч тонн (оцінка станом на 1982 рік). Родовище складається з чотирьох розвіданих ділянок — Маломихайлівської, Лівобережної Скиданівської, Правобережної Скиданівської і Вершинської.

Каоліни Берестовського покладу первинні, пов'язані з корою вивітрювання гранітів і гнейсів, їхня потужність від 0,1 до 61,5 метрів, глибина залягання — 14-23 метрів. Гідрогеологічні умови родовища сприятливі для видобування каолінів відкритим способом. Родовище відоме з 1894 року.

Наразі експлуатується Вершинський поклад, який, в свою чергу, є основною сировиною базою Просянівського гірничо-збагачувального комбінату (ГЗКу). Запаси каолінів в межах Вершинського покладу на 1995 р. могли забезпечити життєдіяльність діючого Вершинського кар'єру на термін не більше 20-25 років. На цей момент залишок детально розвіданих запасів корисної копалини в контурах, основного покладу Просянівського ГЗКу забезпечують його роботу на термін не більше, ніж на 10-15 років.

Каоліни родовища використовують як сировину для керамічної, паперової, гумової, хімічної та інших галузей промисловості. Розширити сировинну базу комбінату і тим самим подовжити термін життєдіяльності його основного гірничо-видобувного підприємства (Вершинського кар'єру) на необхідний амортизаційний термін 35-40 років стало можливим, в першу чергу, за рахунок детального дослідження корисної копалини на таких маловивчених площах, як прилягаючий з півдня Берестовський поклад.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ КАОЛІНІВ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Каолін - світла глиниста порода, яка складається переважно з каолініту, який утворився в результаті вивітрювання чи гідротермального перетворення польовошпатових порід. Назва походить від китайського "каулінг", тобто "високі гори", які дійсно є на сході від міста Цзиндечжень, де каолін уперше було видобуто, як вважається, у III ст. до н. е. Каолін становить собою продукт метасоматичного заміщення польовошпатових порід; в його складі різко переважає мінерал каолініт  $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ , що виділяється у вигляді щільних або землистих агрегатів. У природному каоліні завжди присутні кварц, залишки материнської породи, оксиди заліза та лужні метали.

Родовища і перспективні поклади каоліну в Україні локалізовані в основному в межах Українського щита і його схилів, представляючи каоліноносну провінцію, що тягнеться більш ніж на 950 км від Полісся до берегів Азовського моря при ширині провінції до 350 км. Тут розміщено близько 150 родовищ каоліну, з яких тільки 34 є балансовими [1, 2, 3].

Всі родовища каоліну України підрозділяються на два типи: первинні з двома підтипами (основні і лужні) і вторинні.

Державним балансом запасів України враховані запаси 35 родовищ каоліну, у тому числі первинного – 27, вторинного – 8, лужного – 4.

Всього по Україні запаси (тис. т) каолінів всіх типів складають по  $A+B+C_1 - 437207$ , по  $C_2 - 663717$ , всього – 1100924.

**Первинні каоліни**, іменовані іноді залишковими, сформувалися за рахунок гіпергенного (кора вивітрювання) розкладання докембрійських кристалічних лейкократових порід УЩ. В геотектонічному відношенні всі промислові родовища первинних каолінів приурочені до крупних регіональних розломів і зон тектонічного дроблення.

Основна маса первинних каолінів приурочена до кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід; їх поклади мають площадну, гніздову, карманоподібну та іншу форму, звичайно з мінливими, примхливими контурами. Потужність покладів коливається від декількох сантиметрів до десятків і сотень метрів, залежно від тривалості і глибини розвитку процесів вивітрювання, а також від збереження цих утворень від подальших розмивів. Звичайно їх потужність складає від 1,4 м до 120 м (в середньому 10 – 40 м) [1]. Поклади знаходяться на глибинах від 5 до 42 м. Залежно від материнських порід первинні каоліни представлені двома підтипами: 1 – гранітні, які сформувалися по гранітах і мігматитах; 2 – гнейсові, що утворилися по гнейсах.

Звичайно поклади первинних каолінів по вертикалі мають три підзони (знизу доверху): 1 – строкатих глин; 2 – лужних каолінів ( $K_2O > 2\%$ ); 3 – нормальних (основних) каолінів. Строкаті глини не придатні для промислового використання.

Хімічний склад каолінів досить різноманітний за вмістом основних компонентів. За вмістом  $Al_2O_3$  виділяють нормально-глиноземисті (в збагачених концентратах  $Al_2O_3 < 39\%$  (34000 т)) і підвищено-глиноземисті з  $Al_2O_3 > 39\%$ , що обумовлено присутністю в ньому гідраргіліту [2, 3].

За вмістом  $SiO_2$  розрізняють помірно кременисті різновиди ( $SiO_2$  в сирці – породі до 65 – 70%) і кременисті ( $SiO_2 > 70\%$ ), що обумовлено варіаціями вмісту в них кварцу. При збагаченні тонко-дисперсних каолінів, кількість  $SiO_2$  може бути понижена до 50 %. За вмістом  $K_2O$  каоліни підрозділяються на нормальні (основні) ( $K_2O < 2\%$ ) і лужні ( $K_2O > 2\%$ ). Підвищена калієносність лужних каолінів викликана присутністю в них тонкозернистих мікрокліну і ортоклазу, а також істотно калієвих гідрослюд. Лужні каоліни можуть використовуватися в кераміці і інших сферах як замітники калієво-польовошпатової сировини. Держбалансом України лужні каоліни з 1994 р. почали враховуватися окремо в групі «каоліни» [2, 3].

Дуже істотними критеріями якості каолінів є присутність в них фарбувальних (шкідливих) домішок  $Fe_2O_3$  і  $TiO_2$ . За їх кількістю виділяють залізисті

каоліни (в сирці-породі  $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 0,5\%$ ) і малозалізисті ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,5\%$ ), теж і за вмістом  $\text{TiO}_2$  – титанисті ( $\text{TiO}_2 > 0,5\%$ ) і малотитанисті ( $\text{TiO} < 0,5\%$ ). За домішками інших мінералів з зернами різної крупності, аж до тонкозернистих, каолін як порода (сирець) за виходом при збагаченні концентратів підрозділяється на наступні групи: 1 – з підвищеним ( $> 60\%$ ) виходом концентрату; 2 – середнім (40 – 55%); 3 – зниженим ( $> 40\%$ ); нерівномірним (30 – 80%) виходом концентрату.

За фізичними (гранулометричний склад, дисперсність і ін.), мінералогічними, хімічними та іншими властивостями каоліни підрозділяються за певними стандартами на багато марок.

Більша частина каоліну, що видобувається, збагачується – в 1995 р. це 73,6%, до 1991 р. близько 90% (Бордюгов, 1997). Каолін-сирець (порода без збагачення) використовується головним чином для виготовлення напівкислої вогнетривкої цегли, в меншій мірі для виробництва шамоту, будівельної кераміки, білої цегли.

**Вторинні каоліни** широко використовуються в металургійній промисловості, а також в керамічній, цементній та інших галузях. Основне їх призначення – виготовлення вогнетривких виробів, у зв'язку з чим їх нерідко називають також вогнетривкими глинами. Тому слід більш детально зупинитися на особливостях геологічної, речовинної і промислової відмінності між вторинними каолінами як такими і власне вогнетривкими глинами. Ті та інші утворюються за рахунок розмиву і перевідкладення в водному середовищі каолінітової речовини або, в загальному випадку, продуктів каолінової кори вивітрювання. Але при цьому поклади вторинних каолінів утворюються при однократному перемиванні і відкладенні на невеликих відстанях від джерела зносу. Це, зокрема, зумовлює у ряді випадків тісний зв'язок первинних і вторинних каолінів, а також умовність їх розчленування, розмежування і т.п. [2].

При перевідкладенні продуктів розмиву первинних каолінів окрім каоліну нагромаджується у великій кількості кварц у вигляді зерен різного розміру, а фемічні мінерали значною мірою розчиняються, що сприяє



природному збагаченню каолінів. Теплий вологий клімат зумовлює бурхливий розвиток рослинності, тому продуктивні товщі, вміщуючі поклади вторинних каолінів, незалежно від їх віку, мають досить однотипний літологічний склад: чергування різнозернистих, погано відсортованих каолінистих кварцових пісків і вторинних каолінів, як чистих, так і в різному ступені запісочених. В піщано-глинистій товщі спостерігаються відбитки обвуглених рослин, а часто і поклади бурого вугілля. В розрізі продуктивної товщі вторинні каоліни розвиваються переважно в п низах, там же локалізуються практично всі їх промислові поклади – або безпосередньо в низах товщі, або на 1 – 6 м, рідко 10 – 15 м вище. Продуктивна товща звичайно залягає на корі вивітрювання кристалічних порід [1, 2, 3].

При перенесенні каолінітового матеріалу на більш значні відстані або при неодноразовому переміненні проміжних колекторів каоліну відбувається зміна деяких властивостей і структури каолініту (аноксит, монотерміт) і він збіднюється іншим матеріалом, у тому числі глинами іншого мінерального складу. Так утворюються вогнетривкі глини у вузькому і більш точному значенні цього слова. Подальше їх перемивання і збіднювання приводить до утворення тугоплавких глин. Вказані умови формування покладів вогнетривких і тугоплавких глин зумовлюють більш різномірний літологічний склад продуктивних товщ і незакономірне положення покладів глин в розрізах продуктивних товщ. Питання про джерело зносу матеріалу для формування покладів вогнетривких глин звичайно є дискусійним [3].

Поклади вторинних каолінів мають велику і невитриману потужність – до 15 – 20 м і більше; середня потужність промислових покладів складає звичайно 4 – 6 м, мінімальна промислова – не менше 1 м. Потужність покладів вогнетривких глин невелика, але достатньо добре витримана, максимальна до 4 – 5 м. Середня потужність промислових покладів близько 1 м, іноді 1,5 м, мінімальна промислова потужність близько 0,5 м.

Вторинні каоліни і вогнетривкі глини мають відмінності в речовинному складі і фізичних властивостях. Глиниста складова вторинних каолінів майже

мономінеральна каолінітова з невеликою домішкою галуазиту та гідрослюд, а в покладах, що формувалися в умовах найтеплішого клімату – високо глиноземистих мінералів (гібсит, гідраргіліт та інші). У вогнетривких глинах домішки гідрослюд значно більші, високоглиноземисті мінерали відсутні, в невеликих кількостях завжди присутні монтморилоніт і змішаношаруваті утворення. Серед них виділяють різновиди: каолінітові, каолініт-гідрослюдисті і гідрослюдисто-каолінітові. Такий мінеральний склад пояснює високу пластичність вогнетривких глин при середній і помірній пластичності вторинних каолінів. Вторинні каоліни відрізняються від вогнетривких глин меншою в'язучою здатністю, більшою вогнетривкістю і більш високою температурою спікання, більш високим вмістом глинозему і ін.

Каоліни і вогнетривкі глини повинні містити мінімальну кількість CaO, що забезпечує їм відповідну вогнетривкість. Технічні якості вторинних каолінів визначаються ступенем їх записоченості (вміст піску), гранулометричним, мінеральним і хімічним ( $Al_2O_3$ ,  $FeO+Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ , CaO,  $TiO_2$  та інші) складом, вогнетривкістю, пластичністю і т. п.

За вмістом компонентів вторинні каоліни складають ряд від мономінеральних каолінів до каолінових кварцових пісків. Виділяються помірно-кислі ( $SiO_2 < 70\%$ ) і кременисті різновиди; залізисті ( $Fe_2O_3 < 0,5\%$ ) і малозалізисті; титанисті ( $TiO_2 < 0,5\%$ ) і малотитанисті; нормально глиноземисті ( $Al_2O_3 < 39\%$ ) і різновиди з підвищеною глиноземистістю за рахунок домішок гідраргіліту, беміту та ін.; лужні ( $K_2O > 2\%$ ) за рахунок домішок мікрокліну, ортоклазу та інших мінералів і нормальні за лужністю каоліни [3].

На балансі геолфонду числилося 6 родовищ вторинних каолінів (Володимирівське, Кіровоградське, Мурзинське, Новоселицьке, Обознівське і Пологівське) із запасами:  $A+B+C_1 - 73781$  тис. т,  $C_2 - 19903$  тис. т. Прогнозні ресурси вторинних каолінів ( $P_1 + P_2 + P_3$ ) – 653 млн т.

Розподіл родовищ вторинних каолінів на Українському щиті визначається палеогеографічними умовами часу їх накопичення [2]. В північно-західній частині щита (Волинський блок і західна частина Подільського)

вторинних каолінів немає, оскільки вони і велика частина покладів первинних каолінів змиті подальшою ерозією. В центральній частині УЩ вторинні каоліни розвинуті на двох стратиграфічних рівнях: аптський (можливо аптальбський) ярус нижньої крейди і бучацька світа еоценового віку. В апті розмивалася кора вивітрювання, близька до латеритного профілю. У зв'язку з цим вторинні каоліни цього віку містять домішки гідраргіліту. Відповідно до кліматичної зональності вміст цього мінералу збільшується з північного заходу на південний схід. В південно-східній частині району розміщено Смілянське родовище вторинних каолінів і бокситів або бокситовидних порід. В східній частині Середнього Придніпров'я і в Приазов'ї поклади вторинних каолінів приурочені до відкладів міоцену (полтавської серії); є неперевірені вказівки на наявність вторинних каолінів і в товщі сармату.

Відмінності палеогеографічних обстановок часу формування і перевідкладення каолінової кори вивітрювання позначилися на речовинному складі вторинних каолінів. Тому технічні умови на якість каолінів для шамотного виробництва залежать від їх віку: нові поклади в нижньокрейдових відкладах повинні оцінюватися за технічних умов (ТУ) Новоселицького і Мурзинського родовищ; в бучацьких – по ТУ Кіровоградського і Обознівського, а в полтавських – по ТУ Пологівського і Володимирівського родовищ. Технічними умовами лімітуються в % на прожарену речовину вмісту глинозему і окислів заліза, а також вогнетривкість, в деяких ТУ – залишок на ситі 0,063 мм, а також втрати при прожарюванні (на суху речовину). Провідну роль при визначенні сортів вторинних каолінів грає вміст глинозему (в двох кращих сортах не нижче 40 або 41 %) і окислу заліза – не більше 1,5%. Вогнетривкість цих же сортів не нижче 1750°C, але її визначення в рядових пробах є факультативним. При найвищій вогнетривкості проба, не кондиційна за складом, залишається некондиційною. Більш низькі сорти каолінів використовуються для виробництва керамічної плитки, глиноземистої добавки в цемент і інше [1].

Висновки до розділу:

1. Всі родовища каоліну України підрозділяються на два типи: первинні з двома підтипами (основні і лужні) і вторинні.
2. Основна маса первинних каолінів приурочена до кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід і їх поклади мають площадну та гніздову форму.
3. Потужність покладів складає від 1,4 м до 120 м (в середньому 10 – 40 м)
4. Поклади знаходяться на глибинах від 5 до 42 м.
5. Залежно від материнських порід первинні каоліни представлені двома підтипами: а – гранітні, які сформувалися по гранітах і мігматитах; б – гнейсові, що утворилися по гнейсах.

## 2 СТАН ВИВЧЕНОСТІ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ

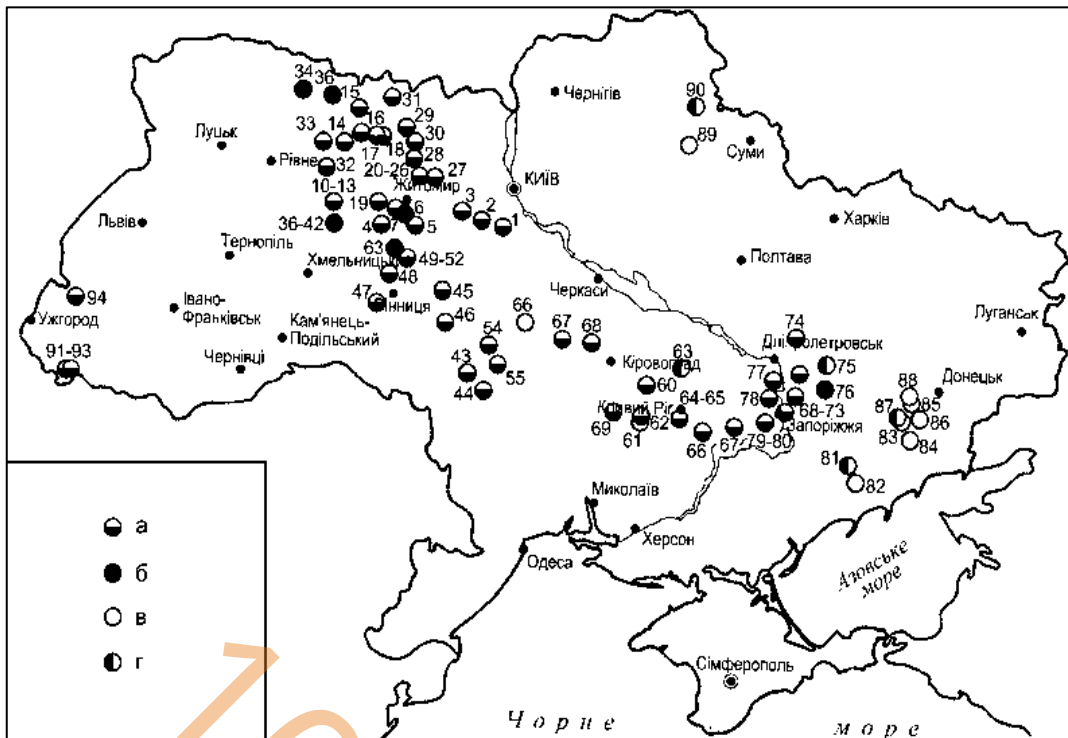
### 2.1 Географо-економічна характеристика району робіт

В адміністративному відношенні Берестовський поклад Присянівського родовища первинних каолінів розташований на території Синельниківського району Дніпропетровської області України (рис. 1,2).



Рисунок 2.1 – Оглядова карта району досліджень. Масштаб 1:100000

Присянівське родовище первинних каолінів, котре складається із 10 покладів, є єдиним розвіданим родовищем в межах району. Крім його місцеве населення експлуатує для власних потреб лише незначні за розмірами відслонення сарматських глин і піску.



а-б - родовища первинних каолінів, які не експлуатуються (а), експлуатуються (б); в-г - вторинних каолінів, які не експлуатуються (в), експлуатуються (г). (76 - Присянівське родовище, Дніпропетровська область).

Рисунок 2.2 - Схематична карта поширення родовищ каоліну [3]

Берестовський поклад знаходиться на відстані 5-6 км на південний захід від с.м.т. Присяна, в якому розташований Присянський гірничо-збагачувальний комбінат. Він на півдні безпосередньо межує з розробляється Вершинським покладом. Межами даного покладу, розташованого на різних землях колективних сільськогосподарських підприємств (КСП) "Україна" та "Рассвет" В даних межах загальна площа покладу складає приблизно 414,2 га.

Географічно район знаходиться в межах лівобережжя Дніпра, на вододілах річки Самари та її лівої притоки р. Вовча. Поблизу північно-східної межі покладу розташоване с. Берестове, а біля його південно-східної с. Кричкове. Селище міського типу Присяна та с. Мало-Михайлівка є самими великими населеними пунктами в даному районі.



Район родовища характеризується слабо розчленованим рельєфом і представляє собою слабо-пагорбкувату поверхню з загальним нахилом на схід, до русла р. Кам'янка та на південь, до головної водної артерії району - р. Вовча. Рельєф відображує особливості геологічної будови площі. Підняті ділянки складені кристалічними породами, на корі вивітрювання котрих залягають четвертинні глини та суглинки. На схилах річкових долин в покриваючих утвореннях з'являється горизонт строкатих сарматських глин. Відмітки поверхні землі в районі коливаються від 200 до 205 м на вододілах до 110-120 м в долинах річок і балок.

Головним гідрографічним елементом району робіт є р. Берестова, котра бере початок поблизу північної межі Берестовського покладу, і в яку впадають всі великі балки. Біля подошви схилів багатьох з них спостерігаються дрібні джерела та мочарі. Берестовський поклад знаходиться в межах доволі рівного плато, зайнятого під рілляні землі. В рельєфі місцевості в його межах спостерігається слабке загальне пониження в південному та південно-східному напрямках. Відмітки поверхні тут коливаються від 158,8 м до 193,0 м.

В економічному відношенні район переважно промислово-сільськогосподарський з інтенсивно розвинутим зерновим господарством, тваринництвом і садівництвом. Серед промислових галузей основний розвиток набула каолінова промисловість, центр котрої розташований в с.м.т. Просяна.

Просянський каоліновий комбінат є найбільшим на Україні постачальником каоліну для тонкої кераміки та паперової промисловості, а також збагаченого каоліну, каоліну-сирцю і піску для будівельних робіт. Продуктивність кар'єру в теперішній час складає 308-397 тис.тон на рік, проектна - 2000 тис.тон. Продукцію Просянського комбінату одержують більш 300 різних підприємств, розташованих як на території України.

## 2.2 Огляд, аналіз та оцінка раніше проведених досліджень

Перші дослідження на ділянці були здійсненні в процесі пошукових робіт, виконаних Харківською КГРЕ в 1963-1968 р.р. Пошуки на даній стадії здійснювались сіткою свердловин 380-420 м. Всього в межах площі було пройдено 25 виробок (2 з них за контуром підрахунку запасів), загальним обсягом 1120,8 п.м., із керну яких було відібрано 185 проб [4,5].

В процесі пошуків, виконаних Харківською експедицією в період з 1982 року по 1986 рік, на ділянці були оконтурені та переоцінені раніше визначені запаси каолінів, а також було виконано її поєднання з розташованим північніше Вершинським покладом. Розвідувальна сітка при проведенні даних досліджень складала, в основному, 400x450 м. Всього було пройдено 19 свердловин, загальним обсягом 1064,5 п.м. Обсяг опробування при цьому склав 148 проб.

В 1987-1991 р.р. на Берестовському покладі було виконано попередню розвідку [4,5]. В процесі цих досліджень в межах ділянки було пройдено 157 свердловин загальним обсягом 9372,5 п.м. Параметри розвідувальних сіток при цьому витримувались такі: для запасів корисної копалини, оцінених в категорії С<sub>1</sub> - 100-125 м, а для категорії С<sub>2</sub> - 150-300 м. З керну всіх виробок було відібрано 1292 проб. В 102 свердловинах було виконано гамма-каротаж.

Таким чином на Берестовському покладі попередниками було пройдено 212 свердловин загальним обсягом 11981,7 п.м. Всі ці виробки на повну потужність розкрили корисну копалину (каолін) та відрізняються добрим виходом керну (в основному 80-100%). Із керну всіх свердловин було відібрано 1625 секційних проб, за якими визначалися основні параметри, котрі лімітуються діючими на даний момент часу ДСТУ Б А.1.1-37-94 - для керамічної промисловості та ДСТУ 2098-92 - для паперової промисловості.

Загальний аналіз раніше виконаних геологорозвідувальних робіт показав, що на момент проведення розвідки на даному покладі виникла така ситуація:



1. Вся площа покладу була розбурена значною кількістю свердловин.
2. Сітка свердловин доволі стала і складає, в основному, 100-125 м для категорії  $C_1$  (блок  $C_1$ -I) та 200-300 м для категорії  $C_2$  (на решті частині площі).
3. Всі свердловини, котрі розкрили поклад каолінів, перетнули їх на повну потужність.

За всіма пробами розвідок попередніх років визначені всі основні показники, що лімітуються відповідними ДСТУ для керамічної та паперової промисловостей.

Геологічні дані пошукової розвідки 1963-1968 років не можуть з достатньою вірогідністю охарактеризувати якість корисної копалини для керамічної промисловості із-за відсутності визначення  $Al_2O_3$ . Проте ці свердловини можуть бути використані для загальної характеристики родовища. Оцінка запасів каолінів за цими виробками для паперової промисловості неможлива, тому що вимоги відповідного ДСТУ 2098-92 передбачають визначення білого кольору тільки на лейкометрі.

Берестовський поклад попередниками вивчався комплексно. Окрім дослідження корисної копалини виконувались попередні обстеження розкривних порід та відходів збагачення каолінів (піщана фракція).

Щільність розвідувальної сітки, котра спостерігається в межах покладу, дозволила оцінити визначені тут запаси на більшій частині площі даної ділянки в категорії  $C_2$  і лише на 35% площі - в категорії  $C_1$ .

Однак, існуюча на момент виконання розвідки, котру ми розглядаємо, щільність розвідувальної сітки в межах основної частини Берестовського покладу була явно недостатня для якісної характеристики та вірогідної промислової оцінки продуктивної товщі при умові, що виникне необхідність передачі її в експлуатацію.

Таким чином, на початку розвідки, котру розглядаємо, не дивлячись на значну геологічну вивченість Берестовського покладу, виконати в його межах переоцінку слабовивчених (категорія  $C_2$ ) запасів корисної копалини в

промислові категорії В+С<sub>1</sub> без додаткових польових геологорозвідувальних робіт та камеральних досліджень не видається можливим.

### 2.3 Геологічна характеристика району досліджень

Просянівська група родовищ лужних каолінів у Дніпропетровській області приурочена до порід мокромосковського та токівського комплексів. Розповсюджений лінійно-площинний тип каолінізованих порід, котрі перебиваються неогеновими піщано-глинистими, зрідка вапнистими відкладами; ще вище залягають горизонти четвертинних суглинків. Загальна потужність розкривних порід змінюється від перших метрів до 40-42 м. Середня потужність мікроклінвмісних каолінів 12 м (2-27 м); їх піщана частина (60 %) на 25-50 % представлена мікрокліном. Тільки в межах одного Західно-Дібровського покладу на лужні каоліни припадає близько 30 млн т запасів [4,5].

Просянівське родовище каолінів — родовище каолінів у Синельниковському районі Дніпропетровської області. Площа близько 80 км<sup>2</sup>. Промислові запаси каолінів 88 771 тисяч тонн (оцінка станом на 1982 рік).

Родовище складається з чотирьох розвіданих ділянок — Маломихайлівської, Лівобережної Скиданівської, Правобережної Скиданівської і Вершинської. Каоліни первинні, пов'язані з корою вивітрювання гранітів і гнейсів, їхня потужність від 0,1 до 61,5 метрів, глибина залягання — 14—23 метрів. Гідрогеологічні умови родовища сприятливі для видобування каолінів відкритим способом. Родовище відоме з 1894 року. Експлуатується Вершинська ділянка, її розробляє Просянівський каоліновий комбінат. Каоліни родовища використовують як сировину для керамічної, паперової, гумової, хімічної та інших галузей промисловості [4].

Каоліновий район знаходиться на схід від Горіхово-Павлоградської структурно-фаціальної зони, котра є перехідною від серединно-геосинклінального прогину Великого Кривого Рогу до платформного Приазовського блоку. Межами йому служать:

- На північному сході - контакт порід докембрію з відкладеннями карбону;

- На півдні і заході - долина р. Вовча, котра має тектонічне походження;

- На сході - долина р. Кам'янка також тектонічного походження.

На всіх контактах, в смузі шириною 5-6 км, кора вивітрювання кристалічних порід розмита.

В межах площі Приазовський блок Українського кристалічного щита ускладнюють Вовчанський антиклинорій і Дібровський грабен, а також серії значних меридіональних розломів. Все це утворює високий ступінь тріщинуватості, сприяючий розвитку древніх кір вивітрювання.

В геологічній будові родовища беруть участь:

- складний комплекс кристалічних порід докембрію;

- кора вивітрювання цих порід палеозой-мезозойського віку;

- осадочна товща кайнозою.

Найбільш поширеними серед кристалічних порід району є гранітоїди (граніти апліто-пегматоїдні, плагіограніти і мігматити) Приазовського комплексу (PR<sub>1p</sub>). Амфіболіти, амфіболові гнейси, кристалічні сланці горіховсько-гнейсової товщі (AR<sub>ог</sub>) просліджуються в вигляді відокремлених дрібних останців серед пануючих мігматитів. Дайкові породи (габбро-діабази) приурочені до зон порушення і зустрічаються дуже рідко [4,5].

Кора вивітрювання палеозой-мезозойського віку (Pz-Mz) майже суцільним плащом покриває кристалічні породи і, залежно від петрографічного складу останніх, ділиться на 4 літологічних типи розвинутих на гранітах, полімігматитах, плагіоклазових безмікроклінових породах на амфіболітних і амфіболових гнейсах. Потужність кори вивітрювання коливається в межах 100-120 м, із них каоліни складають 50-65 м [4,5].

Покриваючі кору вивітрювання осадочні породи представлені відкладеннями неогенового і четвертинного віку (рис. 2.3). Неогенові утворення розвинуті, в основному, на південному сході району, на решті території вони зустрічаються в вигляді окремих плям. Це сірі, зеленувато-сірі і

строкатобарвні глини з прошарками вапнякового пісковика і кварцового піску (потужність до 20 м) середньосарматського ( $N_1^{S_2}$ ) і нерозчленовані середньо- та верхньосарматського ( $N_1^{S_2-3}$ ) ярусів. Покрівля неогенових відкладень характеризується наявністю карбонатних включень і горизонтом строкатих глин.

Стратиграфічно вище залягають червоно-бурі глини нерозчленованих неогенової і четвертинної систем ( $N_2-Q_I$ ). В них повсюди зустрічаються щільні дрібні вкраплення марганцевих сполук, вапнякові включення, розміром від міліметрів до 10-20 см, кристали та друзи гіпсу.

Червоно-бурі глини поступово, без видимого перериву в осадконакопиченні, переходять в жовто-бурі і бурі суглинки четвертинної віку, котрі суцільним пластом покривають утворення, що залягають нижче. Стратиграфічно вони поділяються на нижньочетвертинні ( $Q_I$ ) і нерозчленовані середньо- та верхньочетвертинні ( $Q_{II-III}$ ) відкладення.

Сучасні четвертинні утворення ( $Q_{IV}$ ) представлені ґрунтово-рослинним шаром, делювієм схилів і алювієм русел і заплав.

Головною тектонічною структурою району є Вовчанський антиклінорій, який представляє собою систему складок північно-західного простягання з падінням крил складок  $45^\circ-70^\circ$ . Диз'юнктивні порушення, котрі ускладнюють ці складки, сприяють широкому розвитку кори вивітрювання, з якою пов'язана вся Присянівська група родовищ первинних каолінів.

група	система	відділ	ярус	індекс	літологія порід	потужність	Характеристика порід	
Кайнозойська	Четвертинна	Нижній, середній, верхній		Q <sub>к</sub>		0.5	грунтово - рослинний шар	
				Q <sub>к</sub>		5.6	Суглинок жовто-палевий, жовто-бурий, червоно-бурий, карбонатний	
	Неогенова	Пліоцен		N <sub>2</sub> Q <sub>1</sub>		17.5	Глина жовто-бура і червоно-бура	
				Міоцен	N <sub>1</sub> S <sub>2к</sub>		1.7	Глина сіро-зелена, піщаниста з прошарками світло-сірого кварцового піску
					N <sub>1</sub> S <sub>2</sub>		15.3	Пісок кварцовий, різнозернистий, місцями пісковик
Палеозойська, мезозойська				P <sub>2</sub> M <sub>2</sub>		3.4	Каолін первинний, мігматитовий, гранітний, гнейсовий з прожилками пегматитового білого каоліну і жилками сірого кварцу.	
				P <sub>2</sub> M <sub>2</sub>		6.0	Каолін первинний, гранітний, мігматитовий, гнейсовий, лужний (зерна кварцу і мікрокліну)	
						10.3	Жорстка гранітна, мігматитова, гнейсова, пегматитова, складена уламками кварцу, слюди і вивітрилих шпатів.	
Археї-сьма				AR		2.0	Граніти аліто-пегматоїдні та мігматити, амфіболітові і сланці.	

Рисунок 2.3 – Стратиграфічна колонка [4].

В південно-східній частині району виділяється Дібровська структура. Допустимо, що це породи древньої серії, котрі уцілили серед вміщуючих порід у вигляді окремого тектонічного блоку.

В геологічній будові Берестовського покладу на глибину, приймають участь докембрійські утворення, кора вивітрювання цих порід і покриваючі їх неогенові та четвертинні відкладення.

Кора вивітрювання докембрійських порід в межах Берестовського покладу поширена повсюдно. Максимальна розкрита потужність її досягає 64,5 м.

За ступенем вивітрювання материнських порід у вертикальному розрізі визначають три основні зони (знизу вверх): жорстви, інтенсивно каолінізованої жорстви (гідрослюд) і первинного каоліну.

Зона жорстви, розкрита потужність якої коливається від 0,0 м до 23,0 м і в середньому складає 5,9 м, представлена напівзруйнованими, дуже тріщинуватими освітленими породами, котрі зберегли мінеральний склад і структуру материнських утворень. В ній часто спостерігаються частково каолінізовані зерна плагіоклазу і калієвого польового шпату, а також гідрослюди.

Зона інтенсивно каолінізованої жорстви (гідрослюд), складена зеленувато-сірими, бурими глинистими утвореннями, зберігшими структури материнських порід. Типовими матеріалами цієї зони є гідрослюди, каолініт, каолінізовані польові шпати. На окремих ділянках жорства настільки каолінізована, що вихід каоліну досягає 20-30%. Потужність даної зони змінюється від 2,0 м до 30,0 м.

Породи, зон кори вивітрювання, відносяться до підстеляючих утворень. Зона первинних каолінів, в межах оцінюваної площі розвинута повсюдно, за виключенням району свердловин (С-104, 566) де каоліни відсутні. Потужність каолінової товщі коливається від 0,0 м (сверд.104) до 64,0 м. в середньому складає 18,47 м, всі первинні каоліни володіють реліктовими структурами, котрі проявлені в успадкуванні від материнських порід розташування форм і величини кварцових зерен, а також глинізованих повністю мінералів (плагіоклаз, калієвий польовий шпат та інші) [4].

Відповідно до мінералогічного складу і характеру реліктової структури на Берестовському покладі визначаються три типи каолінів: утворенні за гнейсами, мігматитами та гранітами.

Каоліни, розвинуті за гнейсами, на ділянці, як і їх материнські породи не користуються широким поширенням і відмічаються лише на окремих, невеликих за розміром площах. Макроскопічно це порода білого, сіривато-кремового кольору з рідкими жовтими плямами. Структура дрібно-середньозерниста, текстура - гнейсовидна. В складі каоліну за гнейсами переважають глинисті мінерали, рідше помітні кварц і лусочки мусковіту.

Згідно рентгеноструктурного аналізу глинисті мінерали тут на 87% представлені каолінітом, решту частини складають слабо дегідратовані слюди. Кварцу в породі 22-44%, дрібні і середні його зерна сірого кольору орієнтовані під кутом 45-60°.

Каолін гранітний, як і каолін за гнейсовий, складає дуже невеликі за площами ділянки на півдні і заході покладу що описується. Макроскопічно це біла, сніжно біла порода, з крупно-середньозернистою структурою, масивною текстурою.

Рентгеноструктурний аналіз показує, що глиниста частина каоліну за гранітом майже повністю складається із каолініту (98,6-99,1%) і в меншій мірі із гідрослюд (0,9-1,4%) [4]. Кварц міститься 42-63%, він, в основному, серпанковий, крупнозернистий (0,6-0,9 мм), рідше середньозернистий. На Берестовському покладі і займає до 90% площі. Текстура цієї породи смугаста за рахунок чередування смуг білого і кремового кольору, ширина котрих коливається від декількох сантиметрів до десятків сантиметрів. Білі полоси мають склад каоліну за гранітом, кремові - близькі до каоліну за гнейсами. Закономірності в розподілі смуг горизонтально і в вертикальному розрізі не спостерігається. Вміст кварцу в цій породі коливається від 10,5-47,0%, каолініту - від 87 до 99,5%. В кремових смугах каолініт з домішкою невпорядкованих змішано-шарових утворень хлорит-монтморілітового складу і гідрослюд.

На родовищі, за даними проведених геологорозвідувальних робіт, у вертикальному профілі каолінової зони намічені 3 підзони:

- інфільтраційних змін;
- нормальних каолінів;
- лужних каолінів.

Інфільтраційну підзону, складають нормальні каоліни, засмічені принесеними карбонатами (0,8-0,9%) і лімонітом. Наявність карбонатів виявляється, в основному, хімічним аналізом.

Потужність і характер інфільтраційного шару залежить не тільки від складу покриваючих порід, але також і від таких факторів як водопроникність покривних порід і каолінів, морфологія покривлі покладу, напрямок потоку ґрунтових вод і т.д. Так, в межах Берестовського покладу було встановлено, що потужність інфільтраційного горизонту зростає на його височинних ділянках, покритих четвертинними суглинками і червоно-бурими глинами, а також в районі тектонічних порушень, котрі супроводжуються підвищеним обводненням.

Інфільтраційно-зміненні каоліни мають низьку промислову цінність. Значна частина каоліну цієї підзони відноситься до розкривних порід, так як він є некондиційним для всіх галузей промисловості.

В межах всього покладу що розглядається даний горизонт має не повсюдний переривистий розвиток. За потужністю він надто мінливий і в цілому незначний: від 0,3 м (С-107д) до 10,0 м (С-1025) і в середньому на покладі складає 0,36 м.

Повсюдним поширенням в межах Берестовського покладу користуються, нормальні каоліни, (зони цілковитої гідратації силікатів), мінералогічно представлені майже виключно каолінітом і кварцом [4,5]. Розмір і розташування кварцових зерен успадковані від вихідних порід. Макроскопічно нормальні каоліни різняться від залягаючих нижче лужних відмінностей підвищеною жирністю, а також відсутністю зерен польових шпатів, виявлених як на дотик так і відмиванням на ситі.



Підзона лужних (содових) каолінів, частіше всього розвинута на гранітах і мігматитах, в яких відмічено підвищений вміст калієвого польового шпату. В процесі вивітрювання цей мінерал каолінізується неповністю і в породі (каоліні) присутні уламки рожевувато-білого польового шпату. При збагаченні ці уламки входять в склад піщаних відходів. На Берестовському покладі належність породи до лужної зони встановлюється за сумою вмісту оксидів  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  в піщаній частині, котра повинна переважати 4,5%. Піщана частина в даних каолінах складає, як правило, 55-60% всієї породи. Таким чином, лужні каоліни є, по суті, кварц-мікрокліновими, інтенсивно каолінізованими пісками.

Мінералогічно вони характеризуються таким складом: кварц 25-35%, мікроклін 20-40%, каолінит 30-40%. Мінеральні домішки, як правило, представлені гідробіотитом і серицитом, кількість котрих не перевищує 2-3%. Акцесорна мінералізація така ж, що і в корінних породах.

Розкривні породи Берестовського покладу представлені утвореннями неогенової і четвертинної системи кайнозойської ери.

Неогенові відкладення нерозчленованих верхньо- та середньо-сарматського ярусів ( $\text{N}_1^{\text{S}_{2-3}}$ ) залягають на слабо розмитій поверхні кори вивітрювання [4,5]. Це зеленувато-сірі глини, які просліджуються, в основному, в вигляді окремих лінз, потужністю від 0,1 м (С-487д) до 13,5 м (С-644), в середньому на покладі 3,67 м. Сірі глини дуже часто приймають строкате забарвлення із-за присутності гідроокислів заліза. Порода розсипчаста, піщаниста, вміщує уламки кварцу розміром від 5-6 мм до 2-3 см. В верхній частині шару зустрічаються вапнякові стягнення. Контакт сірих глин та каоліну поступовий.

Вище, на зеленувато-сірій глині, а там, де вона відсутня, на товщі каолінів, залягають нерозчленовані відкладення пліоцен-четвертинної системи ( $\text{N}_2\text{-Q}_1$ ).

Це червоно-бурі і жовто-бурі глини, які вміщують включення вапнякових стягнень і зерен кварцу. Подеколи зустрічаються друзи гіпсу.

Потужність відкладень коливається від 4,0 м (сверд.345) до 22,0 м (сверд.71) та в середньому складає 11,31 м.

Відкладення четвертинної системи (Q) в межах площі що описується мають повсюдне поширення. Вони розвинуті на різних гіпсометричних рівнях, покриваючи плато і його схили, а також схили річкових долин.

Представлені вони суглинками червоно-бурого, деколи палево-жовтого кольору, щільними, з багаточисельними прожилками і конкреціями карбонатів. З розташованою нижче товщою червоно-бурих глин вони мають поступовий контакт.

Потужність четвертинних відкладень в межах покладу що описується змінюється від 4,5 м (сверд. 49р) до 20,0 м (сверд.990) і в середньому складає 11,29 м. Перекриваються суглинки ґрунтово-рослинним шаром.

#### **1.4 Гідрогеологічна характеристика району**

Гідрогеологічні умови ділянки досліджень характеризуються наявністю п'яти водоносних горизонтів [4]:

1. Водоносний горизонт, приурочений до алювіальних четвертинних відкладів.
2. Водоносний горизонт в відкладах неогену.
3. Водоносний горизонт, пов'язаний з над каоліновими полтавськими пісками;
4. Водоносний горизонт, пов'язаний з під глиняним еоценовим піском;
5. Водоносний горизонт в крейдяних відкладеннях.
6. Водоносний горизонт докембрійських кристалічних утворень.

Перший водоносний горизонт розвинений в дрібнозернистих різнозернистих пісках з прошарками мулистих суглинків алювіальних четвертинних відкладах. Води першого горизонту мають локальне поширення і практично не впливають на обезводнення кар'єра.

Водоносний горизонт в відкладах неогену приурочений до дрібнозернистим і різнозернистимі подкаоліновим і надкаоліновим пісках.

Надкаоліновий водоносний горизонт утворюється за рахунок скупчення дощових і талих вод над водотривкими щільними глинами і каолінами, має безнапірний характер. Максимальна потужність водоносного горизонту досягає 10 - 2 метрів. Потужність сухих пісків в покрівлі водоносного горизонту становить 4,4 метра. Середній коефіцієнт фільтрації водомістких пісків 11 метрів на добу.

Під каоліновий водоносний горизонт є також безнапірним або слабо напірним, приурочений до грубозернистим кварцовим пісках, збагаченим глинистим матеріалам.

Потужність під каолінового водоносного горизонту в неогенових відкладеннях досягає 8 - 13 м. Коефіцієнт фільтрації коливається від 0,4 до 15,5 м на добу.

Підглиняний водоносний горизонт на площі ділянки має повсюдне поширення. Водовміщуючими породами служать піски, рідше - тріщинуваті пісковики. Потужність водовміщуючих порід коливається в межах 10 - 15 метрів. Води під глиняного горизонту мають напірний характер, виняток становлять східна, південно-східна частини ділянки II.

Величини напорів на підшву корисної товщі складають в основному до 3 м і лише на окремих ділянках (у зонах локальних знижень продуктивної товщі досягають 5 - 6 м). Абсолютні відмітки рівнів під глиняного горизонту коливаються від 83 до 90 м.

Води горизонту відносяться до пластового типу. Водозбагаченість слабка. Коефіцієнти фільтрації коливаються в межах 0,25-0,89 м на добу.

Область харчування вод горизонту знаходиться за межами площі ділянки в місцях виходу водовміщуючих порід на денну поверхню і за рахунок верхніх горизонтів.

Розвантаження вод горизонту відбувається за межами ділянки досліджень та дронується річками Кам'янка та Вовча.

Крейдяний водоносний горизонт розподілений на площі родовища повсюдно. Водовміщуючі породи представлені піском і крейдоподібною

породою. Пісок дрібно-тонкозернистий, сірого кольору, глинистий. Розкрита потужність водовміщуючих порід становить 25 - 30 метрів. Крейдяні відкладення залягають на глибині 115 - 135 метрів, що відповідає абсолютним відмітками 8,4 - 20,2 метра. Це на 60 - 70 метрів нижче подошви корисної товщі (вогнетривкі глини). Крейдяний водоносний горизонт має безпосередній зв'язок з водами палеогенових відкладень, тому що між ними відсутній водоупор.

При розробці родовища крейдяний водоносний горизонт на обводнення кар'єра не робить істотного впливу, оскільки має глибоке залягання та відмітки його дзеркала не перевищують значно подошву продуктивної товщі. Водоносний горизонт в крейдяних відкладеннях залягає на глибині більш ніж 100 м і приурочений до мергелями і дрібнозернистим пісках загальної потужності 20 - 50 м. Водоносний горизонт є напірним. Дебіт свердловини досягає 0,5 - 1,5 л/сек.

Водоносний горизонт тріщинуватих зони докембрійських кристалічних утворень поширений переважно в долинах річок. Потужність тріщинуватих зони досягає 10 - 40 м. Водоносний горизонт є напірним. Дебіт свердловин складає від 0,1 до 0,7 л / сек.

Висновки до розділу:

1. Розкриті породи Берестовського покладу представлені утвореннями неогенової і четвертинної системи кайнозойської ери.
2. В межах всього покладу каоліновий горизонт за потужністю він надто мінливий: від 0,3 м (С-107д) до 10,0 м (С-1025).
3. У вертикальному профілі каолінової зони намічені 3 підзони: інфільтраційних змін, нормальних каолінів та лужних каолінів.
4. Гідрогеологічні умови ділянки досліджень характеризуються наявністю п'яти водоносних горизонтів.

### 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вибір методів досліджень продиктований вмістом перерахованих задач та реальними умовами їх виконання. Для детального вивчення мінерального та літологічного складу використано петрографічні та шліхові методи дослідження. В ході роботи було досліджено описи 30 шліхів та 18 шліфів; вивчені результати силікатних хімічних і спектральних аналізів. Ці методи були використані з метою виявлення літолого-технологічних сортів каолінів в межах досліджуваної площі.

Для виявлення закономірностей розміщення покладів каолінів автором проведено зіставлення та аналіз, побудованих раніше геологами, детальних геологічних карт, що дозволило встановити просторові закономірності розміщення та розповсюдження покладів каолінів і вогнетривких глин.

На заключній стадії дослідження розглянуто якісну характеристику каолінів та оцінено перспективи їх використання.

Висновки до розділу:

Досягненню поставленої мети сприяло вирішення наступних завдань:

- 1) вивчення мінерального складу каолінів;
- 2) якісна характеристика каолінів;
- 3) дослідження технологічних властивостей каолінів;
- 4) оцінка перспектив використання каолінів Берестовського покладу.

Доцільність прийнятого методичного підходу підтверджена успішними результатами раніше проведених робіт з вивчення речовинного складу первинних каолінів Просянівського родовища [8].

#### 4 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЧОВИННОГО СКЛАДУ КАОЛІНІВ БЕРЕСТОВСЬКОГО ПОКЛАДУ

На Присянівському родовищі продуктивна товща повсюдно представлена первинними каолінами. Каоліни залягають у нижній частині розрізу і перекриті суглинками та сіро-зеленими глинами. Підстилає каоліни кора вивітрювання гранітів, мігматитів та гнейсів [4,5].

Каоліни переважно світло-сірі та білі, щільні, жирні на дотик, грудкової текстури, рідше спостерігаються пластичні різниці. Каоліни різною мірою записочені та озалізовані. Пісок присутній у вигляді дрібних зерен, окремих гнізд і прошарків різної потужності.

Як правило, ступінь записоченості каолінів зменшується від покрівлі шару до подошви. Озалізованість спостерігається у вигляді бурих і жовтувато бурих плям, а також тонких прожилок, представлених гідроокисами заліза. У подошви на контакт з глинами каоліни мають сіре та темно-сіре забарвлення, на тлі якого спостерігається рожево- і темнувато-сірі плями і прошарки.

Глини, що лежать над каолінами, зазвичай щільні, в'язкі, жирні на дотик. Забарвлення глин від світло- до темно-сірого-зеленого кольору. Також як і каоліни, глини озалізовані і містять домішки і прошарки піску, але вміст піску в них від покрівлі до подошви збільшується.

В результаті вивчення мінерального складу Берестовського покладу первинних каолінів встановлено, що основна їх маса складена тонколуточним каолінітом, а з домішок переважає кварц.

За хімічним складом глинисті мінерали являють собою водні силікати і алюмосилікати, головним чином, алюмінію, магнію і калію з домішками заліза, кальцію, натрію і деяких інших елементів. Найбільш поширені шаруваті глинисті мінерали представлені такими групами: каолініту (кандити - каолініти, диккіти, накрити, аноксити, галуазити, метагалуазити),

гідрослюди (іллїт), монтморилонїту (сметити - монтморилонїт, бейделїт, нонтронїт, сапонїт, гекторит, секонїт).

У каолїнах каолїнїт являє собою безбарвнї агрегати тонких лусочок в окремі лусочки. У великих фракцїях глин і каолїнїв каолїнїт має вигляд тонких сїбно-бїлих пластинок.

Основним структурним елементом каолїнїту є шари, складенї з двох прошаркїв: одного, складного кремнекисневого тетраедра, і другого, що складається з гїдроксилїв і металу. В галуазїтї, що має таку ж будову шарїв, як в каолїнїтї, мїжшаровий простїр заповнений водою. В гїдрослюдах мїж шарами знаходяться катїони К і вода. Наявнїсть калїю обумовлює порївняльну мїцнїсть решїтки гїдрослюд. В монтморилонїтї межшаровий простїр зайнято водою і невеликою кїлькїстю обмїнних катїонїв Na і Ca, а в вермикулїт - водою і катїонами Mg.

Каолїнїт - триклїнний, псевдогексагональний. Зустрїчається у виглядї землистих, тонкозернистих, мїлколускатих, вїялоподїбних агрегатїв. Колїр бїлий з рїзними вїдтїнками, в шлїфах безбарвний, інодї слабо-жовтуватий. В агрегатах, складених найдрїбнїшими зернами, здається непрозорим. Полїморфнї рїзниці каолїнїту - дїккїт і накрит (рис. 4.1).

Галуазит - гїдратованна форма каолїнїту, вїдрїзняється характерною трубчастою структурою, яка руйнується при дегїдратацїї. Метагалуазит має такий же склад, що і каолїнїт. Галуазит і метагалуазит у виглядї самостїйних утворень зустрїчаються значно рїдше, нїж їх сумїшї, що виникають в результатї незворотньої дегїдратацїї галуазита. За зовнїшнїм виглядом галуазит і метагалуазит практично не помїтнї. Вони утворюють землистї агрегати або щїльнї фарфоровиднї маси бїлого кольору. Вїдїлення галуазита в трїщинах мають шестувату будову (рис. 4.2).

Гїдрослюди (їллїт) - вїдрїзняється вїд мусковїту меншим вїстом калїю і великим води. Склад змїнний. кристалїчна решїтка гїдрослюди змїшано-слойного будови: вона складається з шарїв двох типїв - мусковитового і вермїкулїтового.



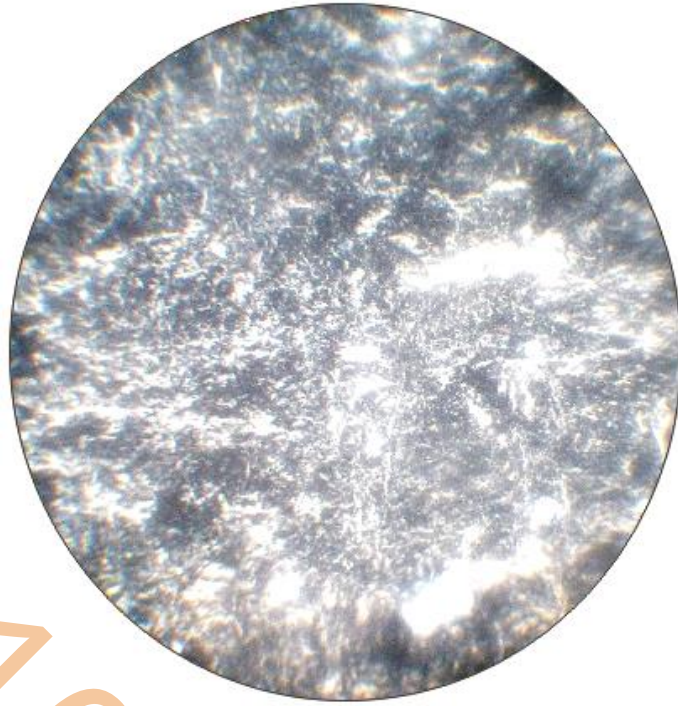


Рисунок 4.1 - Тонкозернисті, мілколускаті та віялоподібні агрегати каолініту. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

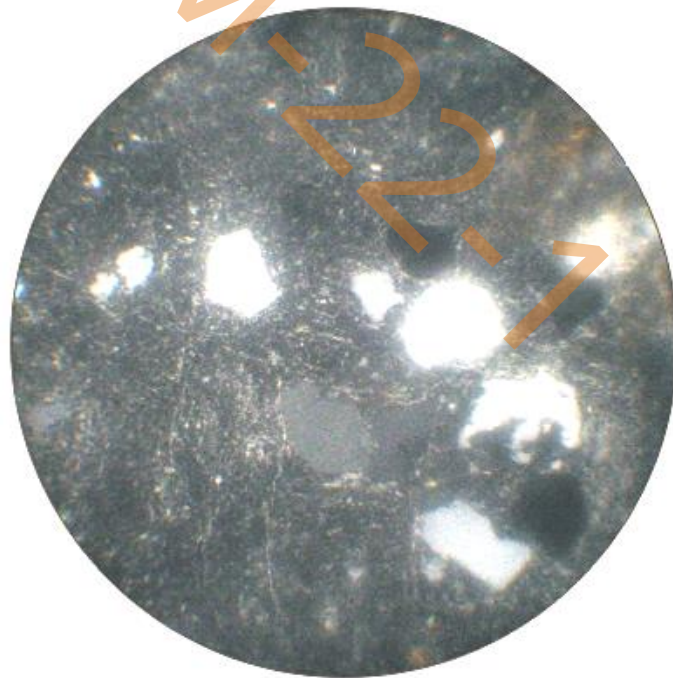


Рисунок 4.2 - Виділення в тріщинах серед суміші тонкозернистих агрегатів глинистих мінералів галуазита шестуватої будови та порфіровидні уламки кварца. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.



По фізичних властивостях іліт дуже схожий з мілколусковою різницею мусковіту - серіцитом. Утворюють лускаті агрегати, часто в суміші з каолінітом. Колір їх білий, з різними відтінками, в шліфах – безбарвний (рис. 4.3).

Монтморилоніт - володіє характерною особливістю поглинати і виділяти воду і обмінювати катіони. Крім води монтморилоніт здатний також поглинати органічні рідини, у зв'язку з чим при визначенні їх показників заломлення в різних іммерсійних середовищах виходять різні значення оптичних констант. Сингонія монтморилоніту моноклінна. Кристали надзвичайно дрібні. Агрегати скритокристалічні, лускаті або поплутано-волокнисті (рис. 4.4). Колір чистого монтморилоніту білий.

Нонтроніт - відрізняється від монтморилоніту високим вмістом заліза. Мінерали, які відносяться до нонтронітів, як правило, представляють собою суміші власне нонтроніта і власне монтморилоніту, з яких переважає перший. Агрегати нонтронітів - суцільні, гліноподобні, як правило, скритокристалічні, пофарбовані в зелений колір. Під мікроскопом вони виявляють лускату або волокнисту будову. Колір в шліфах зеленувато-жовтий, помітний слабкий плеохроїзм (рис. 4.4, 4.5).

Вермикуліт - у вигляді дрібних лусочок зустрічається в глинах і ґрунтах, але утворює також великі пластинки в тому випадку, коли розвивається за рахунок біотиту. Завдяки змінному складу обмінних катіонів і різного ступеня гідратації оптичні властивості значно коливаються. Колір бурий, зелений, жовтий; в шліфах він буруватий або безбарвний (рис. 4.6).

У шліфах вермикуліт схожий на біотит і хлорит. Від біотиту він відрізняється більш низькими показниками заломлення і двузаломлення, а від хлориту - більш високим двузаломленням. Від монтморилоніту його відрізняють більші розміри кристалів, а також генезис: вермикуліт утворюються, головним чином, при вивітрюванні біотиту.

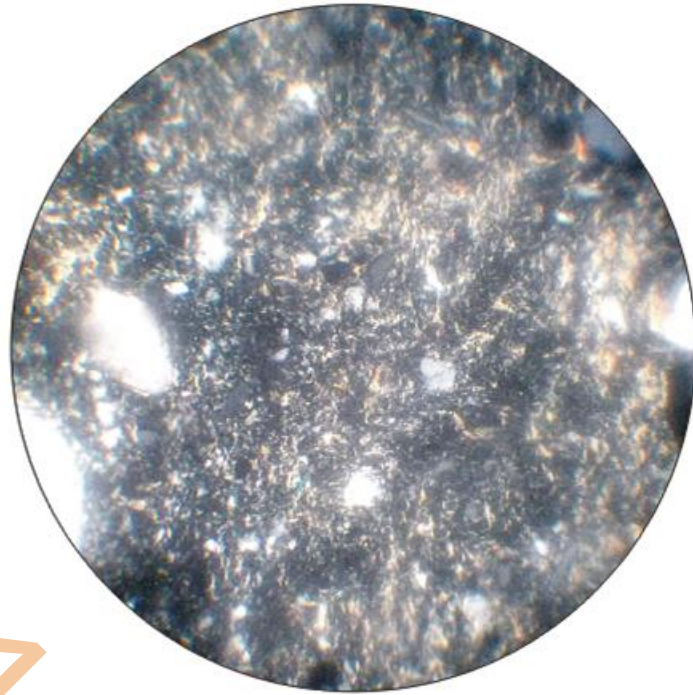


Рисунок 4.3 - Лускаті агрегати ілліту в суміші з каолінітом. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

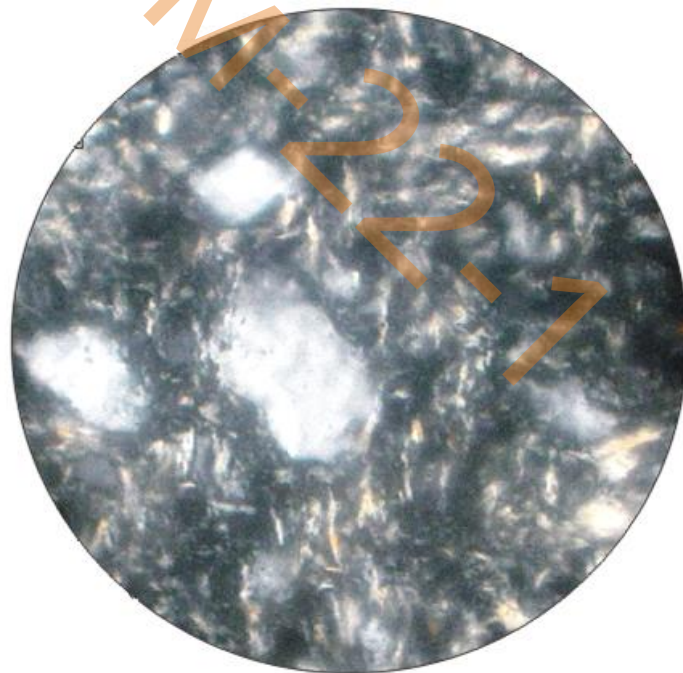


Рисунок 4.4 - Суміш агрегатів монтморилоніту та нонтроніту з уламками кварцових зерен. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

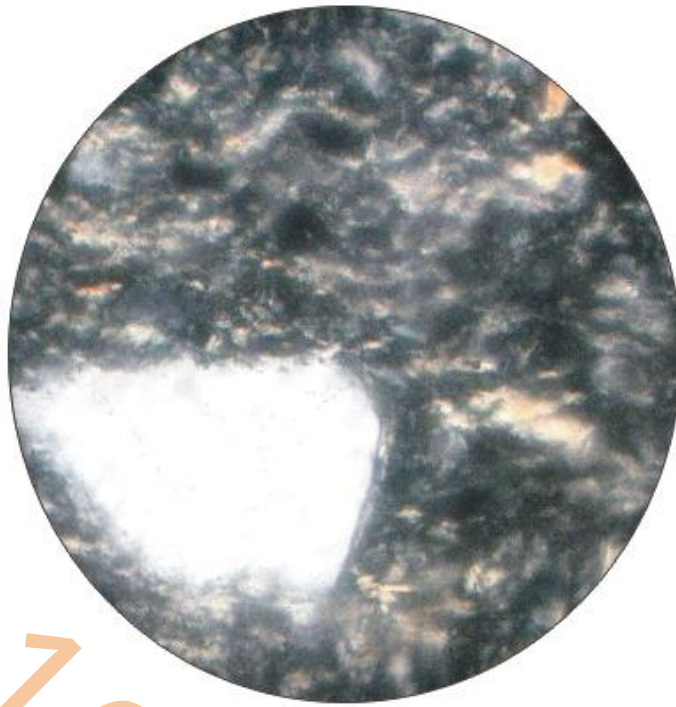


Рисунок 4.5 - Уламок кварца серед суміші агрегатів монтморилоніту та нонтроніту. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

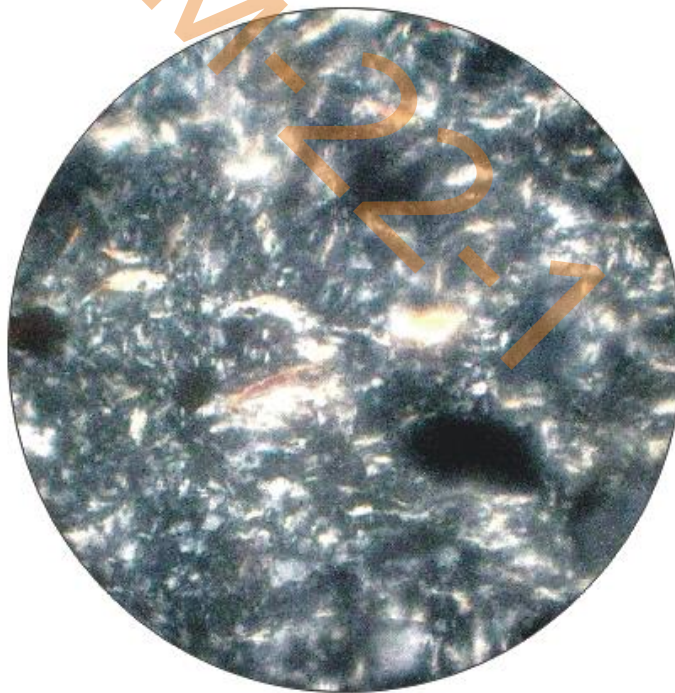


Рисунок 4.6 - Заміщення біотиту вермикулітом. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

З групи карбонатів у породі зустрічається кальцит, який кристалізується в тригональній сингонії. У гірських породах кальцит присутній зазвичай у вигляді неправильних зерен. Дуже характерні для кальциту досконала спайність та полисинтетичні двійники. Це обумовлює появу смужок на паралельних ребрах. Кальцит в шліфах безбарвний, але на деяких розрізах здається сірим і завдяки псевдоабсорпції плеохроїює від сірого до безбарвного. Кальцит - типовий мінерал осадових порід. Переважає плямиста і блокова текстура, тобто породи складаються з окремих блоків або уламків, які відрізняються непостійністю мінерального складу і структурними особливостями. Спостерігається відносно орієнтування лускатих агрегатів глинистих мінералів в межах окремих ділянок. Структура алеврит-пелітова з елементами псаммітової (рис. 4.7).

Уламкові складові представлені кварцевими зернами, частіше неправильної форми з нерівними, звивистими обрисами, зі звичайними для мінералу оптичними властивостями, і в окремих випадках з регенераційними облямівками новоствореного кварцу (рис. 4.7, 4.8). Кварц присутній у вигляді окатаних, рідше напівскатаних, не скатаних зерен. Зазвичай він залишає велику частину великих фракцій каоліну. У вогнетривких глинах кварц представлений найтоншими зернами (0,001 мм).

Акцесорні і рудні мінерали також мають більший зерновий склад у каолінах і тонкий – в глинах. У породах зустрічаються рідкісні і поодинокі зерна акцесорних мінералів, які представлені цирконом, рутилом, піритом, ільменітом і гематитом, турмаліном (4.9, 4.10).

Глини характеризуються більш тонкодисперсною будовою основної маси, дуже малими розмірами зерна (0,001 мм) мінералів-домішок і присутністю органічної речовини. Органіка надає під мікроскопом бурий колір.



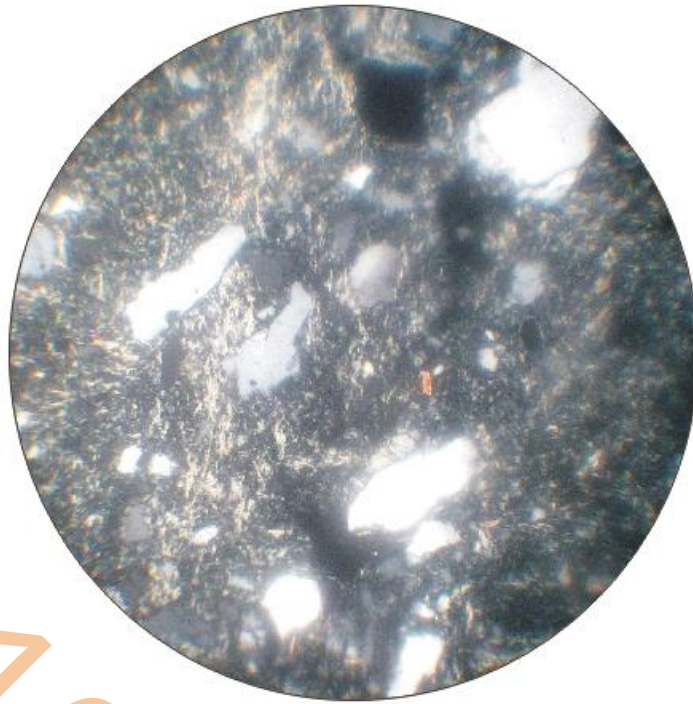


Рисунок 4.7 - Порфіровидні включення піриту та уламків кварцу серед мілкозернистої суміші каолініту, ілліту та галуазиту. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

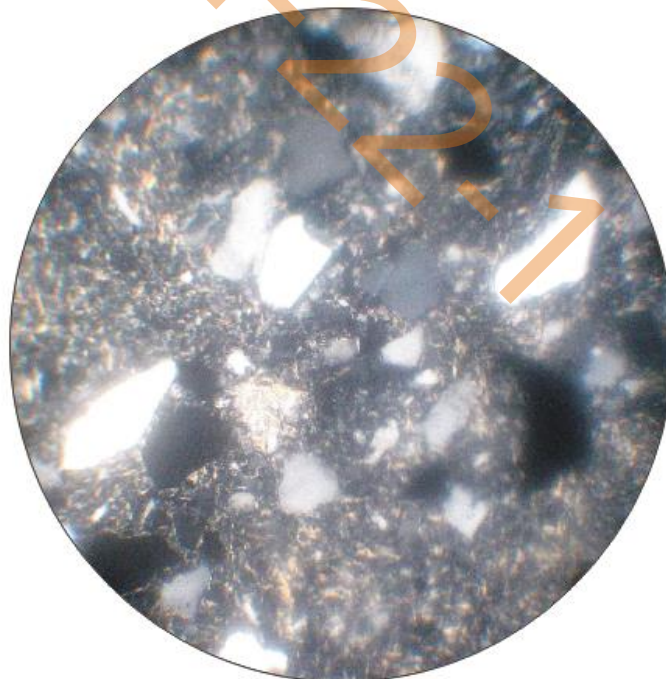


Рисунок 4.8 - Порфіровидні включення піриту і лимоніту та уламків кварцу і кальциту серед мілкозернистої суміші каолініту та галуазиту. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

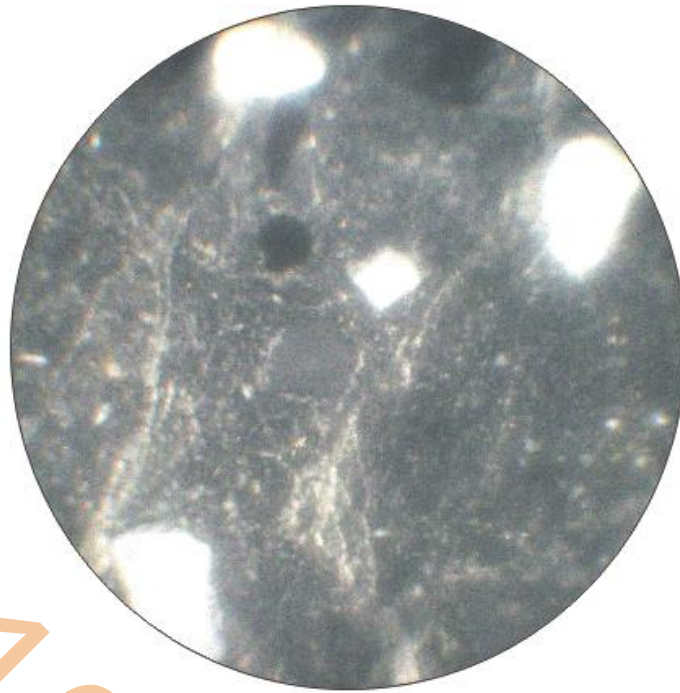


Рисунок 4.9 - Порфировидні включення рудних мінералів та уламків кварцу серед мілкозернистої суміші глинистих мінералів. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

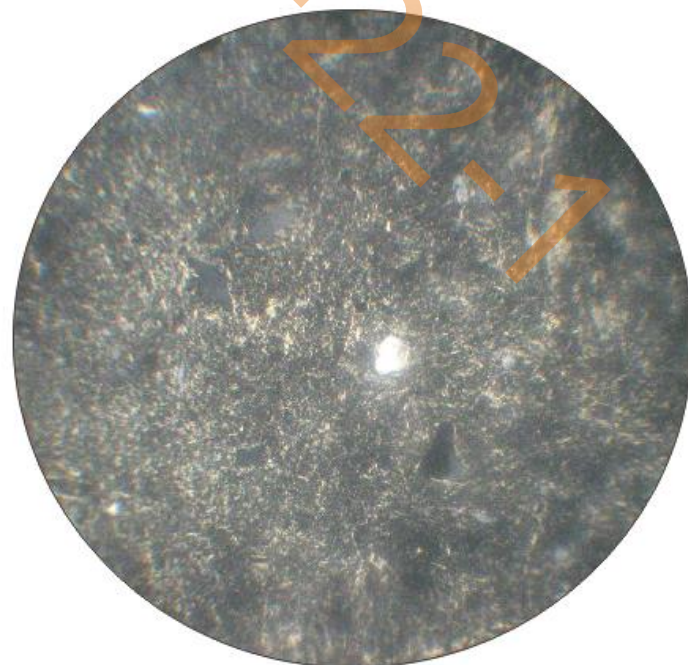


Рисунок 4.10 - Поодинокі зерна акцесоріїв серед глинистих мінералів. Світ проходящий, збільшення 105\*, ніколи схрещені.

В окремих випадках відзначаються мікровключення, а також польові шпати двох модифікацій (плагіоклаз кислого складу і мікроклин) у вигляді табличок неправильних зерен з характерною спайністю у двох напрямках і полісинтетичними двійниками. Крім того, до складу кластиків входять слюдисті мінерали (біотит і мусковіт) у вигляді дрібних лусочок, розташованих в породах безладно.

Вміст мінералів в окремих фракціях вказано в таблиці 4.1 [4].

Таблиця 4.1. Вміст мінералів в окремих фракціях

№ п/п	Назва мінералів	Каолін			Глина		
		Вміст в % по фракціям			Вміст в % по фракціям		
		0,05	0,05-0,01	0,01	0,05	0,05-0,01	0,01
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Каолініт	0-10	8-60	90-95	-	-	80-85
2	Галуазит та мета-галуазит	-	0-3	0-6	-	-	-
3	Гідрослюди (іллїт)	-	0-5	1-4	-	-	1-5
4	Мусковіт і біотит	1-30	20-75	1-2	-	5-10	2-5
5	Монтморилоніт	-	-	-	-	0-5	0-15
6	Нонтронит	-	-	-	-	0-3	0-5
7	Кварц	40-90	2-15	1-3	85-98	60-70	4-7
8	Вермикуліт	-	-	-	0-2	1-2	2-5
9	Кальцит	2-20	1-3	-	1-4	1-4	-
10	Польовий шпат	0-5	-	-	0-2	-	-
11	Циркон	-	0-2	-	-	2-5	-
12	Рутил	-	0-2	-	-	1-3	-
13	Ільменіт	1-3	0-2	-	1-2	3-7	-
14	Лимоніт	0-4	0-3	-	1-3	2-6	-
15	Пірит	0-1	-	-	-	-	-
16	Вуглиста речовина	0-3	0-2	-	1-8	1-3	-

Висновки до розділу:

1. В результаті вивчення мінерального складу Берестовського покладу первинних каолінів встановлено, що основна їх маса складена тонколуточним каолінітом, а з домішок переважає кварц.

2. За хімічним складом глинисті мінерали являють собою водні силікати і алюмосилікати, головним чином, алюмінію, магнію і калію з домішками заліза, кальцію, натрію і деяких інших елементів.

3. Найбільш поширені шаруваті глинисті мінерали представлені такими групами: каолініту (каолініти, диккіти, накрити, аноксити, галуазити, метагалуазити), гідрослюди (ілліт), монтморилоніту (монтморилоніт, бейделіт, нонтроніт).

103М-22-1



## 5 ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ КАОЛІНІВ БЕРЕСТОВСЬКОГО ПОКЛАДУ

### 5.1 Технічні вимоги до якості сировини

Корисною копалиною на Берестовському покладі є первинні каоліни. Дякуючи високому ступеню дисперсності та ряду цінних фізико-хімічних властивостей (низький вміст фарбуючих окислів, високий вміст оксиду алюмінію та білизни, висока механічна міцність, вогнетривкість і т.д.) каолін має широке застосування в різних галузях народного господарства.

Найбільш поширено застосовується каолін збагачений. Основними споживачами його є керамічна, паперова, гумова та парфумерна промисловості. Крім того, даний каолін також використовується при виготовленні електротермічного силуміну, реліну, пестицидних препаратів, вогнетривких виробів тощо.

За період з 1972 р. по 2002 р., згідно даних Просянського ГЗКу було спожито різними видами промисловостей в процентному співвідношенні такий обсяг збагаченого каоліну:

- керамічна промисловість - 63%;
- паперова промисловість - 12%;
- парфумерна промисловість - 6%;
- гумовотехнічна - 7%;
- скляна - 5%;
- для виготовлення електротермічного силуміну 0,5%;
- для виготовлення пестицидів - 1% ;
- каолін обпалений - 4,1%.

Із наведених даних видно, що основними споживачами збагаченого каоліну є керамічна та паперова промисловості, на частку яких припадає, відповідно, 63% та 12% від загального обсягу продукції, що випускається комбінатом.

Каолін Берестовського покладу буде оцінюватися, в першу чергу, на придатність його для виробництва виробів керамічної промисловості (ДСТУ Б А.1.1-37-94), а також для виготовлення паперу та картону (ДСТУ 2098-92 зі зміною № 1). Для збагаченого каоліну, непридатного для виробництва названих вище виробів, визначається можливість використання його в інших галузях промисловості. Просянський ГЗК постачає свою продукцію парфюмерній, гумовотехнічній, скляній галузях народного господарства та для виробництва пластмасових виробів, електротермічного силуміну та ультрамарину, реліну, пестицидів та обпаленого каоліну.

Основні вимоги до збагаченого каоліну, згідно названих вище ДСТУ та ТУ, наводяться в таблицях 5.1, 5.2.

Із названих вище вимог випливає, що основними якісними показниками каолінів є вміст  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $SO_3$  та білизни. Найбільш жорсткі вимоги ставляться до збагаченого каоліну для керамічної та паперової галузей промисловості. Отже, каолін, що відповідає вимогам даних видів галузей промисловості в обов'язковому порядку придатний і для інших споживачів тому, що значення всіх основних керамічних та паперових показників перебуває в межах, обґрунтованих ДСТУ для інших галузей промисловості.

Таблиця 5.1 – Виписки із державних стандартів та технічних умов на збагачений каолін для паперової та керамічної галузей народного господарства

Найменування нормованих показників якості	Найменування нормативних документів та термін їх дії																											
	ДСТУ 2098-92 Каолін для виробництва паперу та картону [10].														ТУ 21 України 4-93 Каолін фракціонований безелектролітний для паперової промисловості						ДСТУ Б А.1.1-37-94 Каолін для керамічних виробів (без обмеження) [11].							
	Марочний склад																											
	КП 87	КП 85	КП-84		КН83	КН 80	КН-77		КН-74		КП-83		КП-82		КП-80		КФ 1	КФН 1	КФ 2	КФН 2	Кф 3	КФН 3	КФП	КС 1	КЭ 1	КЭ 2	КЭ 3	
І с			Пс	І с			Пс	І с	Пс	І с	Пс	І с	Пс	І с	Пс													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
<b>Масова частка, в %:</b>																												
1. Оксиду заліза (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	0,7	1,0	1,2	
2. Оксиду алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
3. Двоокису титану (TiO <sub>2</sub> ), не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	1,2	1,2	0,6	0,8	0,8	
4. Оксиду кальцію (CaO), не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	
Масова частка суми оксиду заліза та двоокису титану, %, не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	1,0	1,0	1,4	1,4	2,0	2,0	не нормується	нормується		
Масова частка суми оксидів кальцію та натрію, %, в межах	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	не нормується					36	не нормується					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Масове співвідношення оксидів калію та натрію, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	не нормується						15	не нормується						
Масова частка розчинних Са та Mg в водяній витяжці; мгекв/100г, не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	не нормується				
Білизна (коефіцієнт відбиття) в %, не менше	87	85	84	84	83	80	77	77	74	74	83	83	82	82	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Концентрація водневих іонів в водяній витяжці (рН)											5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	7,5-9,5	не нормується					
Масова частка залишку, % не більше на сітці №																														
02	відсутність				0,02	0,05	0,05	0,10	0,05	0,1	відсутність						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
009	0,01	0,02	0,03	0,04	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
0063																	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	
Масова частка часток діаметром:																														
більше 10 мкм, %, не більше	0,2	0,3	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
менше 2 мкм, %, не менше	92	85	80	75	-	-	-	-	-	-	80	75	80	75	80	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Механічна міцність на згин в сухому стані, Мпа, не менше																	Не норм.	0,8	не норм.	0,8-1,6	не норм.	0,8-1,6	не норм.	0,8-1,6	не норм.	0,8-1,6	1,0	1,2	2,5	
Масова частка вологи, %, не більше	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		

Таблиця 5.2 - Виписки із державних стандартів та технічних умов на збагачений каолін для різних видів промисловості

Найменування нормованих показників якості	Найменування нормативних документів та термін їх дії																						
	ДСТУ 2219-93 для гумово-технічних та пластмасових виробів, штучних шкір та тканин [12].				ГОСТ 20080-74 для електроітермічного силуміну			ДСТУ 4544:2006 для косметичної промисловості (без обмежень) [13].			ДСТУ 8428:2015 Виробництво мікробіологічних засобів захисту рослин.			ТУ 21-25-14188 для реліна		ТУ 21-25-134-74 для скляної промисловості [16].			ТУ-21 Україна. Польвошпатована сировина для скляної промисловості [17].			ТУ 21-25-183-88 каолін (обпалений)	
	Марочний склад																						
КРТ	КРТШП			КР			ККЖТ	КЭС-36	КЭС-35	П-1	П-2	П-3	КССП		I сорт	II сорт	III сорт	КПС-1	КПС-2	КПС-3			
	висок	I с	II с	висок	I с	II с																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Масова частка, в %: Оксиду заліза (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), не більше	0,5	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	2,0	0,5	0,8	-	-	-	1,0	-	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	0,9	-	
Оксиду алюмінію (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	36	35	-	-	-	-	36	37	36	35	35	35	30	38	
Двооксиду титану (TiO <sub>2</sub> ), не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	0,9	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ангідриду сірчаної кислоти (SO <sub>3</sub> ), не більше	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Водорозчинних солей, не більше	0,1	0,2	0,2	0,2	не нормується					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Оксиду кальцію (CaO), не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	-
Масова частка суми оксидів калію та натрію, %, в межах	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Не $\geq$ 3,0	до 3,0		-
Масова частка співвідношення оксидів калію та натрію, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	-
Білизна (коефіцієнт відбиття), %, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	75	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Концентрація водневих іонів в водній витяжці (рН)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5-9,5			-
Масова частка залишку в %, не більше, на ситці № 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,005	0,01	0,02	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
014	відсут.	0,005	0,02	0,04	0,005	0,02	0,04	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,25	0,5	0,5	-	-	-	-	3	3	15	-	
0056	0,2	не нормується							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масова частка вологи, %, не більше	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	51	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	
Водопоглинання, %, не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
Втрати при прожарюванні	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup> до ущільнення, не менше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	
після ущільнення, не більше	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	



## 5.2 Загальна характеристика основних літолого-генетичних типів каоліну

На площі, як вказувалось вище, корисна копалина представлена трьома зональними типами каолінів - нормальними, лужними та зони інфільтрації, а також трьома генетичними типами - мігматитовими, гранітними та гнейсовими.

Каоліни підзон інфільтраційного та лужного різновидів мають незначне поширення як на площі, так і в розрізі Берестовського покладу, і тому самостійного значення вони, практично, не мають. Від нормального каоліну вони відрізняються тільки підвищеним вмістом або оксидів кальцію та заліза (інфільтраційна підзона), або лугів ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) в піщаній частині (підзона лужних каолінів).

Видобуваються каоліни всіх підзон сумісно, тому якість каолінів всіх підзон буде охарактеризована сумісно.

Головною генетичною відмінністю є розвинутий в мігматитах каолін, рідше відмічаються каоліни гранітні та гнейсові. Нижче наводиться оцінка якості каоліну-сирцю та збагаченого каоліну за генетичними типами і загалом на всьому покладі.

### 5.2.1. Характеристика каоліну-сирцю

Хімічний склад каоліну-сирцю всіх різновидів в межах Берестовського покладу характеризується наведеною нижче таблицею 5.3

Аналізуючи дані, викладені в таблиці 5.3, можемо зробити такі висновки:

1) Всі типи каоліну-сирцю (мігматитовий, гранітний, гнейсовий) дуже близькі за хімічним складом і різняться високим вмістом кремнезему ( $\text{SiO}_2$ ), що пояснюється присутністю в них великої кількості кварцу. Причому, мінімальне значення цього компонента припадає на каолін гнейсовий.

Таблиця 5.3 – Хімічний склад каоліну-сирцю [4]

Тип каоліну	Хімічний склад каоліну, від-до, в %%								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	п.п.п.
Гранітний	54,04-	13,55-	0,20-	0,20-	0,06-	0,02-	0,20-	0,06-	2,98-
	76,44	31,99	8,62	1,35	1,93	0,23	3,62	3,29	11,96
Гнейсовий	50,22-	19,18-	0,17-	0,22-	0,06-	0,02-	0,17-	0,12-	2,07-
	66,56	14,90	7,13	0,93	1,01	0,84	2,60	1,17	6,80
Мігматитовий	51,50-	16,01-	0,24-	0,11-	0,03-	0,01-	0,08-	0,04-	2,80-
	76,06	26,98	5,04	0,78	2,07	0,36	7,66	2,57	15,95

2) Спостерігається деякий негативний взаємозв'язок між вмістом кремнезему (SiO<sub>2</sub>) та оксидом алюмінію (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Так, максимальний вміст останнього спостерігається в гнейсовому каоліні і саме там, де найвищий процент глинистої складової порід, що розглядаються. Мінімальні ж значення вмісту Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> припадають на каолін гранітний, де характерна найбільша присутність кварцових зерен.

3) Збільшення вмісту CaO до 1,5-2,07% в гранітних та мігматитових каолінах спостерігається в покрівлі каолінової товщі, а саме в підзоні інфільтрації. В цій же підзоні часто підвищений і відсоток вмісту Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Крім цього, підвищення озалізнення спостерігається і на інших площах і пов'язане, в основному, з привнесенням названого вище компонента, наприклад, із зон підвищеної тріщинуватості.

4) Максимальні значення вмісту TiO<sub>2</sub> припадають на каоліни гранітні, а мінімальні - на мігматитові. Вміст SO<sub>3</sub> для всіх різновидів майже однаковий.

5) В каолінах мігматитових та гранітних, котрі характеризуються меншою присутністю глинистого матеріалу, спостерігається підвищений вміст лугів (K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O), що свідчить про більш сприятливі умови утворення підзони лужних каолінів в межах даних порід.

Дані про середній механічний склад каоліну-сирцю за визначеними різновидами вказані в наведеній нижче таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Механічний склад каоліну – сирцю [4]

Різновиди каолінів	Вміст фракцій, %				
	063	02	009	0056	менше 0056
<b>КАОЛІН НОРМАЛЬНИЙ</b>					
Гранітний	34,24-37,27	8,07-9,42	3,75-6,27	1,72-2,01	45,12-52,52
Мігматитовий	35,13-35,25	7,73-8,89	3,9-5,7	1,83-2,11	48,05-51,52
Гнейсовий	29,14-31,69	11,34-11,84	3,45-3,71	1,14-1,58	52,7-57,06
<b>КАОЛІН ЛУЖНИЙ</b>					
Гранітний	45,42	10,67	5,3	1,74	36,88
Мігматитовий	40,96	10,91	5,84	2,11	29,78
Гнейсовий	27,94	11,88	7,04	2,11	50,95

Як видно з таблиці 5.4, всі різновиди та типи каоліну-сирцю характеризуються різкою перевагою піщаної фракції 063 мм над вмістом решти фракцій. З іншої сторони, за механічним складом каоліни нормальні доволі різко відрізняються від лужних відмінностей: вміст крупних фракцій (більше 0,1 см) в перших на 10-13% менше, ніж в других, а співвідношення часток менше 0,056 мм (власне каолінів) в складі останніх на 7-20% менше, ніж в нормальних каолінах.

Необхідно також відмітити те, що каоліни на покладі, що вивчається, характеризуються різкою перевагою піщаної фракції більше 0,1 мм над фракціями менше 0,1 мм. Це, в першу чергу, свідчить про те, що каолін-сирець даного покладу має крупну розмірність часток піщаної фракції, що є передумовою його доброго збагачення.

Вихід каоліну, котрий визначається за різницею між сумою 100% та вмістом залишку на ситі 0,056 мм, коливається в пробах в широких межах: від 21,63% до 97,7%. Загалом на покладі він більший в нормальних каолінах, де складає 27,63-90,55%, та менший в їх лужних відмінностях (17,69-97,7%).

### 5.2.2. Характеристика збагаченого каоліну

Більша частина галузей каолінової промисловості буде споживати збагачений каолін, тому при геологорозвідувальних дослідженнях всіх років основна увага приділялась саме йому.

Збагачення первинних каолінів буде виконується з метою вилучення механічних домішок (кварцу, польових шпатів, слюди) і підвищення однорідності і якості сировини. Збагачений каолін майже повністю складається із каолініту з дуже незначними домішками гідрослюд, каолінізованого мікрокліну, кварцу і кальциту. Причому, мікроклін міститься, в основному, у содовій відмінності, а кальцит - в карбонатизованій інфільтраційній.

В результаті лабораторних випробувань одержано такі дані про якість збагаченого каоліну.

Одним із основних показників при промисловій оцінці каолінової сировини є його хімічний склад. Дані про хімічний склад різних типів каолінів відображенні в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Хімічний склад збагаченого каоліну [4]

Тип каоліну	Хімічний склад каолінів, в %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	п.п.п.
гранітний	-	<u>25,17-</u>	<u>0,2-</u>	<u>0,26-</u>	<u>0,09-</u>	<u>0,01-</u>	<u>0,01-</u>	<u>0,01-</u>	<u>12,82-</u>
		<u>40,2</u>	<u>1,86</u>	<u>0,81</u>	<u>0,15</u>	<u>0,08</u>	<u>0,07</u>	<u>1,43</u>	<u>13,41</u>
		37,5	0,46	0,45	0,13	0,04	0,07	0,41	13,20
мігматитовий	-	<u>20,2-</u>	<u>0,12-</u>	<u>0,15-</u>	<u>0,03-</u>	<u>0,01-</u>	<u>0,01-</u>	<u>0,01-</u>	<u>12,23-</u>
		<u>41,32</u>	<u>13,45</u>	<u>4,51</u>	<u>8,0</u>	<u>0,09</u>	<u>0,04</u>	<u>1,34</u>	<u>13,55</u>
		36,16	0,98	0,82	0,73	0,035	0,41	0,32	13,09
гнейсовий	-	<u>13,47-</u>	<u>0,35-</u>	<u>0,08-</u>	<u>0,07-</u>	<u>0,0-</u>	<u>0,11-</u>	<u>0,01-</u>	<u>12,93-</u>
		<u>38,5</u>	<u>1,61</u>	<u>2,44</u>	<u>0,79</u>	<u>0,15</u>	<u>0,52</u>	<u>0,04</u>	<u>13,63</u>
		30,8	0,71	0,77	0,49	0,06	0,39	0,02	13,07

Як видно із наведених в таблиці 5.5 даних коливання вмісту хімічних компонентів для всіх генетичних типів каоліну знаходиться в широких межах. Середній же хімічний склад всіх його різновидів доволі близький і характеризується істотно високим вмістом глинозему (13,47-41,32%), дуже помірним співвідношенням оксидів титану (0,08-4,5%), кальцію (0,09-8,0%) і лугів (0,01-1,43), а також підвищеним вмістом  $Fe_2O_3$  (0,12-13,45%).

Особливо важливим для якісної характеристики збагаченого каоліну є характер розподілу в ньому вмісту таких якісних показників, як оксиди заліза, титану, алюмінію і кальцію, які суворо регламентуються існуючими ДСТУ і ТУ. Аналіз розподілу вказаних вище основних якісних компонентів в генетичних типах каолінів наводиться нижче.

Вміст оксиду заліза ( $Fe_2O_3$ ) згідно даних, наведених в таблицях 5.2, в каоліні лімітується ДСТУ та ТУ для вироблення керамічних та гумових виробів, електротермічного силуміну, пестицидних препаратів і скла. При цьому максимальне кондиційне значення його встановлене рівним 2%. Розподіл вмісту  $Fe_2O_3$  за інтервалами і генетичними типами, відповідно до вимог згаданих вище нормативних документів, наведений в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розподіл вмісту оксиду заліза ( $Fe_2O_3$ ) за інтервалами і генетичними типами [4]

Різновиди каоліну	Вміст $Fe_2O_3$ (в %) в інтервалах						
	0,6 і менше	0,61-0,7	0,71-0,8	0,81-1,0	1,01-1,2	1,21-2,0	більше 2,0
Гранітний	48	7	7	12	10	7	9
Мігматитовий	46	9	7	10	8	9	10
Гнейсовий	12	10	4	4	2	9	59
В цілому на всьому покладі:	44	8	7	11	9	9	12

Аналіз одержаних даних показує, що різниця між генетичними типами каолінів за вмістом  $Fe_2O_3$  спостерігається тільки в області низьких (0,7% і нижче) і дуже високих (більше 2,0%) значень останнього. Вирізняється, в

основному, гнейсовий каолін, котрий характеризується зниженим (на 33%) вмістом низько-залізистих (а саме високо-марочних) відмінностей і підвищеним (на 49-50%) високо-залізистих (некондиційних) відмінностей порівняно з рештою типів каолінів. Стосовно решти інтервалів розподілу вмісту  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , тут показники даного компоненту в різновидах дуже подібні.

В цілому ж на всьому покладі переважають каоліни з невисоким вмістом  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 59% проб припадає на каоліни з вмістом даного компоненту 0,8% і нижче, що відповідно до ДСТУ БА.1.1-37-94 зі зміною № 5 відповідає високим маркам КФ-1 та КФ-2. З іншого боку, всього лише 12% проб каоліну вміщує  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  більше 2,0%, а саме вони є некондиційним для всіх видів промисловості.

Підвищені значення  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  частіше всього припадають на проби, відібрані із зон інфільтрації і тріщинуватості, а також пов'язані з каоліном, розвинутим в гнейсах. Спостерігається також і тенденція збільшення вмісту цього компоненту в підшві каоліну, що виникає за рахунок неповного руйнування залізовміщуючих мінералів.

Вміст оксиду титану ( $\text{TiO}_2$ ) лімітується ДСТУ для керамічних виробів та електротермічного силуміну. Встановлене рубіжне значення для даного компоненту складає 1,2%. Вміст же його в каоліні Берестовського покладу, відповідно таблиці 5.7, коливається в широких межах - від 0,08 до 4,51%, але, в середньому, на покладі складає 0,45-0,82%. Нижче наводиться поінтервальний розподіл вмісту  $\text{TiO}_2$  відповідно градації основного ДСТУ БА.1.1-37-94 (табл. 5.7).

Як видно з наведеної вище таблиці 5.7 характер розподілу вмісту  $\text{TiO}_2$  в каолінах різних типів, в основному, однаковий. Трохи вирізняються мігматитові каоліни, в складі яких відзначається менша (8-12%) кількість низькотитанистих відмінностей з вмістом  $\text{TiO}_2$  0,5% і менше, а також значна присутність високотитанистих ( $\text{TiO}_2$  більше 0,8%) відмінностей - до 31%.



Таблиця 5.7 – Розподіл вмісту оксиду титану ( $TiO_2$ ) за інтервалами і генетичними типами [4]

Різновиди каоліну	Вміст $TiO_2$ (в %) в інтервалах					
	0,4 і менше	0,41-0,5	0,51-0,6	0,61-0,8	0,81-1,2	Більше 2,0
Гранітний	15	14	16	30	22	3
Мігматитовий	10	11	14	32	26	5
Гнейсовий	23	10	15	16	16	7
На всьому покладі:	12	12	15	24	24	5

Загалом на всьому покладі буде спостерігається переважна більшість (до 95%) проб, котра задовольняє вимоги вказаного вище ДСТУ. Причому, значний відсоток проб (24%) припадає на низькотитанисті відмінності каолінів (з  $TiO_2$  менше 0,5%), що відповідає каолінам високих марок (КФ-1+КФ-2).

Основу в межах Берестовського покладу буде складати середньотитанисті породи з вмістом  $TiO_2$  0,5-0,8%, на частку котрих припадає до 47% проб. І тільки 5% проб містять  $TiO_2$  більше 1,2%, що відносить їх до некондиційних за даним показником.

Каоліни всіх різновидів в межах даного покладу мають високий вміст оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Розподіл вмісту оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) за інтервалами і генетичними типами [4]

Різновиди каоліну	Вміст $Al_2O_3$ (в %) в інтервалах			
	Менше 35	35,0-36,0	36,1-37,0	Більше 37,0
Гранітний	14	17	31	38
Мігматитовий	16	17	32	35
Гнейсовий	58	14	16	12
В межах покладу	19	16	31	34

Вміст  $Al_2O_3$  в межах Берестовського покладу коливається від 13,47% до 41,32% (табл. 5.8), але, як виходить із наведеної вище таблиці 5.5, за всіма різновидами і в межах всього покладу переважають каоліни з вмістом даного компонента вище 36%. Іншими словами, основна маса каолінів Берестовського покладу (до 65% проб) є високоглиноземистою сировиною.

Підчас даних досліджень встановлюються, що високий (більше 36%) вміст  $Al_2O_3$  мають, в основному, низькозалізисті і низькотитанисті відмінності каолінів. Але суворого взаємозв'язку поміж вмістом  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  та  $TiO_2$  не встановлено, тому що зустрічаються проби з високим вмістом оксидів заліза і титану з високим вмістом глинозему та навпаки.

Співвідношення же каолінів, вміщуючих  $Al_2O_3$  менше 35%, а саме некондиційних згідно до вимог існуючих ДСТУ і ТУ, складає в межах покладу всього 19%.

Вміст оксиду кальцію ( $CaO$ ) є одним із важливих показників при визначенні марочного складу каолінів для виготовлення керамічних виробів, електросилуміну, а також для скляної промисловості. В таблиці 5.9 відображено розподіл вмісту цього компонента як за різновидами корисної копалини, так і загалом на всьому покладі.

Таблиця 5.9 – Розподіл вмісту оксиду алюмінію ( $CaO$ ) за інтервалами і генетичними типами [4]

Різновиди каоліну	Вміст $CaO$ (%) в інтервалах					
	0,79 і менше	0,8-0,9	0,91 і більше	Всього	від	до
Інфільтраційний	$\frac{17}{44}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{20}{51}$	$\frac{39}{100}$	0,03	8,0
Гранітний	$\frac{144}{100}$	=	=	$\frac{144}{100}$	0,09	0,15
Мігматитовий	$\frac{389}{99,7}$	$\frac{1}{0,3}$	=	$\frac{390}{100}$	0,01	0,83
Гнейсовий	$\frac{13}{100}$	=	=	$\frac{13}{100}$	0,07	0,79
Загалом на покладі:	$\frac{563}{96,1}$	$\frac{3}{0,5}$	$\frac{20}{3,4}$	$\frac{586}{100}$	0,01	8,0

Дані таблиці 5.9 свідчать про те, що за вмістом СаО 96,6% проб каоліну загалом на ділянці характеризуються інтервалом менше 0,9% і тому є кондиційні. Із них в 96,1% проб вміст даного компонента менше 0,8%, що відповідає високомарочним каолінам для керамічної промисловості. Основна ж маса проб з некондиційним вмістом СаО (більше 0,9%) згідно таблиці 5.9 відмічена в межах зони інфільтрації.

Підвищений вміст оксиду кальцію в каолінах є наслідком інфільтрації його ґрунтовими водами із залягаючих вище суглинків і глин вздовж крутопадаючих та вертикальних тріщин. За межами останніх, в 3-5 см від них каолін, зазвичай, вміщує СаО в нормі (не закипає). При підвищеній кількості СаО в процесі інфільтрації каолін слабо змінює свою білизну і відноситься до марочної сировини для паперової промисловості, але, в той же час, є некондиційним для керамічної. Каолін зони інфільтрації з дуже високим вмістом СаО (більше 3-5%) віднесено, як правило, до розкривних порід, якщо він, при цьому, є некондиційним для паперової промисловості.

В межах корисної товщі проби з підвищеним вмістом СаО нечасті, довжина їх за звичаєм 2 м, іноді 4,0-4,5 м, так що за рахунок усереднення з вміщуючими різновидами карбонатизований каолін буде кондиційним. Однак, для запобігання випадків випуску некондиційного за вмістом СаО для кераміки каоліну, ведеться повибійне опробування і верхні 2-4 м видобувати окремим уступом. В лужних каолінах цей показник завжди в нормі.

Вміст  $\text{SO}_3$  лімітується ДСТУ для керамічних та гумово-технічних виробів. Встановлений рубіжний вміст не повинен перебільшувати 0,3%. Хімічний аналіз показує, що каоліни Берестовського покладу володіють дуже незначною кількістю цього компонента, в основному від 0,19 до 0,22%. Лише в поодиноких пробах вміст даного компонента збільшується до 0,6-0,7%.

Концентрація водородних іонів (рН) нормується для керамічної і скляної промисловості. В середньому на покладі цей показник коливається від

7,6 до 8,9 і не перевищує максимально допустиме відповідними ДСТУ та ТУ значення - 9,5.

Аналізуючи все викладене вище треба відмітити, що визначені на Берестовському покладі різновиди каолінів в загальних рисах за розподілом основних якісних показників близькі між собою і є високоглиноземистою сировиною. Мігматитові та гранітні каоліни більш близькі між собою і вміщують більше високих марок, ніж гнейсові різновиди. Ця закономірність, однак, не витримується, в усякому разі до такої міри, щоб за генетичними ознаками можливо було визначити і геометризувати окремі марки каоліну в межах покладу.

Вміст  $Fe_2O_3$  теоретично доволі постійний і незначний в гранітних і мігматитових каолінах, однак підлягає значним коливанням в зв'язку з міграцією і зміною залізистих сполук. Тому, частіше всього, не пов'язаний з генетичним типом каоліну вміст  $Fe_2O_3$  різко підвищується в межах вказаних вище різновидів корисної копалини при наявності окислювальних процесів і навпаки, знижується в гнейсових каолінах, якщо там були сприятливі умови для виносу легкорухомих залізистих сполук.

У вертикалі вміст  $Fe_2O_3$  також змінюється незакономірно. Спостерігається, правда, деяка тенденція до підвищення вмісту  $Fe_2O_3$  у самій нижній частині покладу, що виникає за рахунок неповного руйнування залізовміщуючих мінералів та у верхній - за рахунок привносу його в межах зони інфільтрації.

В більшості виробок у вертикалі суворої закономірності в розповсюдженні гідроокислів заліза в пробах не спостерігається тому, що вони, за звичаєм, концентруються вздовж тріщин окремоостей, утворюють скупчення навкруги кварцових жил і напливи в покрівлі покладу. Встановлено також підвищений і високий вміст оксидів заліза в зонах тектонічних порушень.

Необхідно також відмітити деякий взаємозв'язок в характері розподілу вмісту  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  та  $Al_2O_3$ . Дуже часто в пробах з незначною присутністю  $Fe_2O_3$  спостерігається підвищений вміст  $TiO_2$  і навпаки поміж вказаними

компонентами існує слабо виражений зворотний зв'язок. Це, в результаті, істотно впливає на марочність і в значній мірі знижує кількість високомарочних каолінів.

Такий же зворотний зв'язок встановлюється поміж вмістом  $Fe_2O_3$  та  $Al_2O_3$ , а також  $CaO$  та  $Al_2O_3$ . Збільшення кількості  $Fe_2O_3$  та  $CaO$  в пробах майже повсюди супроводжує зниження вмісту  $Al_2O_3$ . Практично всі некондиційні за  $Fe_2O_3$  і  $CaO$  каоліни вміщують  $Al_2O_3$  менше 35%.

Загалом же на всьому покладі різкі коливання основних якісних показників не дають можливості оконтурити ділянки кращих марок і виконати селективний видобуток каоліну за різновидами.

Колівання вмісту білого кольору для всіх різновидів каоліну знаходиться в широких межах 5.10.

Таблиця 5.10 – Характер білизни проб всіх різновидів каолінів за інтервалами і генетичними типами [4]

Різновиди каоліну	Вміст білого кольору (в %)									
	від	до	в інтервалах							
			менше 73	73,0-75,9	75,0-78,9	78,9-81,99	81,99-83,9	83,9-84,9	84,9-86,9	86,9-87,0
Гранітний	34,9	89,4	9,7	11,0	5,2	9,3	19	11	22	12
Мігматитовий	50,1	91,0	10,0	10,0	5,0	10,0	13	16	21	15
Гнейсовий	54,4	82,3	10,0	25,0	4,3	9,7	11	9	25	6
В межах всього покладу:	34,9	90,0	10,0	11	5	10	14	15	21	14

Дані, наведені в таблиці 5.10, свідчать про те, що для всіх різновидів каолінів характерна значна перевага проб з високим (більш 80%) вмістом білого кольору.

Причому, гнейсові каоліни відрізняються від гранітних та мігматитових відмінностей пониженим вмістом високої білизни - відповідно на 13% і 14%.

Загалом, в межах всього покладу значно переважають каоліни з високим вмістом білого кольору, на частку котрих припадає до 60% всіх

відібраних на ділянці проб. Присутність же каолінів некондиційних за вмістом білого кольору (з білизною менше 73%) в межах Берестовського покладу дуже незначна і складає всього 10% проб.

В процесі даних досліджень встановлюється зворотний взаємозв'язок між вмістом в каолінах оксиду заліза і білизни. Практично повсюди різке підвищення кількості  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  супроводжується таким же різким зниженням співвідношення білого кольору. Особливо це характерно для інтервалів, в межах яких вміст  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  переважає допустимі значення, встановлені ДСТУ. Вимоги ДСТУ 2098-92 «Каолін для виробництва паперу та картону» процентний вміст білого кольору (коефіцієнт відбиття), повинен визначатися тільки на лейкометрі.

Основними фізико-механічними показниками, котрі впливають на якість збагаченого каоліну, є вихід каоліну, механічна міцність, поріг структуроутворення і вогнетривкість.

Вихід каоліну (залишок на ситі № 0063) на Берестовському покладі коливається від 11,63% до 97,7% (середнє 51,6%). Техніко-економічним обґрунтуванням встановлюється доцільність видобутку нормального каоліну, котрий має вихід не менше 35% і лужного - не менше 23,5%. Поінтервальний розподіл проб каоліну в залежності від вмісту виходу останнього виглядає таким чином:

- в 97,6% проб вихід каоліну складає 35,1% і більше;
- в 2,1% проб вихід лужного каоліну більше 23,5%;
- в 0,3% проб вихід каоліну менше 23,5%.

Таким чином, для основної частини кондиційних за хімічним складом проб цей показник відповідає вимогам ДСТУ.

Механічна міцність - нормується для керамічних виробів (згідно ДСТУ - не менше  $2,5 \text{ кг/см}^2$ ) в межах покладу змінюється від 3,8 до  $30,1 \text{ кг/см}^2$ , що значно перевищує встановлені вимоги.

Поріг структуроутворення для каолінів Берестовського покладу коливається в межах 1,15-1,27.



Із інших важливих властивостей каоліну необхідно вказати вогнетривкість, складаючи в межах описуємої ділянки 1690-1710С°. За цим показником керамічна сировина покладу відноситься до вогнетривкої.

На основі виконаного комплексу робіт встановлено, що нормальні та лужні каоліни всіх покладів Просянівського родовища, в тому числі і Берестовського, є високоякісною сировиною для виробництва тонкої кераміки, а також виробів паперових, гумово-технічних, хімічних, вогнетривких та інших.

### **5.3 Радіаційна характеристика порід**

Радіаційна характеристика корисної копалини та розкривних порід Берестовського покладу дана за результатами геофізичних робіт, виконаних при здійсненні розвідки 1995-2002 р.р. [4,5].

Дані дослідження вміщують в собі гамма-каротаж свердловин, радіометричне обстеження керну та літологічне опробування з подальшою інтерпретацією одержаних даних. В результаті цих досліджень встановлено, що всі гірські породи, котрі складають родовище, володіють низькою радіоактивністю, котра змінюється в межах від 6 мкр/год до 51 мкр/год, що відповідає зміні сумарної питомої активності, відповідно, від 36 до 306 Бк/кг.

Радіоактивність розкривних порід, представлених ґрунтово-рослинним шаром, суглинками та глинами, змінюється від 6 мкр/год до 19 мкр/год, що відповідає зміні сумарної питомої активності від 365 Бк/кг до 114 Бк/кг. Це дозволяє віднести всі перераховані вище різновиди порід, згідно ДБНВ 1.4-0.01-97, до порід I класу.

Інтенсивність гамма-випромінювання в межах основної корисної копалини - каолінів - трохи вища та варіює в межах від 9 мкр/год до 51 мкр/год, що відповідає зміні питомої сумарної активності від 54 Бк/кг до 306 Бк/кг.

В результаті лабораторних аналізів встановлено, що природа радіоактивності каолінів переважно торієва, зі зміною процентного вмісту торію від

$8 \times 10^{-4}\%$  до  $20 \times 10^{-4}\%$ , а сумарна питома активність каолінів змінюється від 63,3 Бк/кг до 127,2 Бк/кг.

Таким чином, відповідно до вимог ДБНВ 1.4-0.01-97, каоліни Берестовського покладу Просянівського родовища відносяться до порід I класу та придатні для виробництва будівельних матеріалів, що використовуються в усіх видах будівництва без обмежень.

#### Висновки до розділу:

1. Каолін Берестовського покладу за своїм якісним складом придатний для багатьох галузей промисловості: керамічної, паперової, парфюмерної, гумовотехнічної, електросилумінової, хімічної, скляної та інших.

2. Каоліни, придатні для виробництва керамічних виробів, паперу та картону, придатні також і для решти видів промисловості.

3. Найвищий процентний вміст високих марок каоліну для керамічної промисловості приурочений до південно-західної та південно-східної частин покладу, а для паперової - до південної, північно-східної та центральної частин.

4. Найнижче співвідношення високих керамічних марок спостерігається на південному фланзі покладу, а для паперової промисловості - в межах його північно-західної та південно-західної частин.

5. Марочний склад каолінів для паперової промисловості значно кращий, ніж для керамічної.

## ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи на тему «Особливості речовинного складу та оцінка перспектив використання первинних каолінів Берестовського покладу Просянівського родовища» було детально досліджено речовинний склад та технологічні властивості первинних каолінів задля оцінки перспектив їх використання.

В ході проведення досліджень встановлено, що збагачений каолін за своїми якісними показниками придатний для виробництва керамічних виробів, паперу та картону, гумовотехнічних виробів, електротермічного силуміну, реліну, пестицидних препаратів та опаленого каоліну і польовошпатової сировини для скляної промисловості.

Керамічна промисловість є одним з головних споживачів каоліну. Після очистки і збагачення він може використовуватися як сировина для фарфору і фаянсу, облицювальних плит, вогнетривів, як заповнювач для паперу, в електроніці, гумовій, хімічній промисловості, парфумерії тощо. Найважливішими якостями каоліну є його білий колір, висока дисперсність, хімічна інертність, низька абразивність. Вимоги до каоліну визначаються його призначенням, так, каолін, який використовується в кераміці, повинен вміщувати як можна більше глинозему і як можна менше - барвників і флюсів; у виробництві паперу - крім білого кольору каоліни повинні вміщувати певну кількість тонкого кварцу.

Для керамічної, паперової, хімічної (лінолеум, пластмаси, штучні тканини й шкіра) промисловості використовують збагачений каолін (фракція менше 56 мкм) з вмістом каолініту 94-95%, незначною домішкою кварцу і мусковіту, вмістом  $Fe_2O_3$  0,5-1,2%. Для виробництва скла, тонкої кераміки, абразивів, карбїду кремнію придатні відмиті кварцові піски (фракція 0,6-2,5 мм) з вмістом  $SiO_2$  93-99,80,  $Fe_2O_3$  0,1-0,3%; для будівельних робіт - не відмиті піски з вмістом  $SiO_2 > 95\%$ ,  $Fe_2O_3$  до 1-1,5%.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Гелета О.Л., Кічняєв А.М., Ляшок В.І. Характеристика глин, огляд їх запасів і галузей використання // Мінеральні ресурси України: Глини. Частина 2 – 2014. -№4 – С. 16-26.
2. Огляд родовищ каолінів, вогнетривких і тугоплавких глин УРСР / Ремізов І.М. та інш. - Харків, 1963.
3. Металічні і неметалічні корисні копалини України. / Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та інш.: Київ-Львів. Вид-во «Центр Європи», 2005. Т.1. - 785с.
4. Петренко О.О. Звіт про геологічне довивчення площ м-ба 1:200 000 території аркушів L-36-VI (Запоріжжя) та L-37-I (Пологи), проведеному в 1990-1999 роках. Єліссіївським ДСО. Запорізька обл. 2000р. – Дніпропетровськ. Кн. 1-текст. 488 с. Кн.8 –додатки графічні, 54 граф.додт
5. Петренко А.А. Державна геологічна карта України, м-б 1:100000. Центральнoукраїнська серія. Аркуші: М-36-XXX (Дніпропетровськ), М-36-XXXI (Тернівкa), L-36-VI (Запоріжжя); L-37-I (Пологи). Запорізька, Дніпропетровська та Донецька обл. 2009. Днепрoпетровск. Кн. 1 – текст (поясoвальна записка). - 76 с. Кн. 2 – додатки графічні, 10 граф.дод. Дніпропетровська КГП, КП «Південукргеологія».
6. ІНСТРУКЦІЯ із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ каолінів 15 січня 2007 р. за N 16/13283 <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0016-07>
7. «Кодекс України про надра» - К.: Верховна Рада, 1994. [https://ips.ligazakon.net/document/view/z013200?ed=2011\\_10\\_21](https://ips.ligazakon.net/document/view/z013200?ed=2011_10_21)
8. ДСТУ Б А.1.1-37-94 Каолін для керамічних виробів. Класифікація. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=25643](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25643)
9. ДСТУ Б.А. 1-54-94 Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. [https://dnaop.com/html/62308/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_%D0%91.%D0%90.1.1-54-94](https://dnaop.com/html/62308/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91.%D0%90.1.1-54-94)

10. ДСТУ Б В.2.7-60-97 Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація. [https://dnaop.com/html/61394/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_%D0%91\\_%D0%92.2.7-60-97](https://dnaop.com/html/61394/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_%D0%92.2.7-60-97)
11. ДСТУ Б А.1.1-37-94 Каолін для керамічних виробів (без обмеження) [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=25643](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25643)
12. ДСТУ 2219–93 Сировина для гумово-технічних та пластмасових виробів, штучних шкір та тканин. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=62164](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62164)
13. ДСТУ 4544:2006 Сировина для косметичної промисловості (без обмежень) [https://www.ksv.biz.ua/publ/dstu/dstu\\_4544\\_2006/3-1-0-520](https://www.ksv.biz.ua/publ/dstu/dstu_4544_2006/3-1-0-520)
14. ДСТУ 8428:2015 Виробництво мікробіологічних засобів захисту рослин. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=91871](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91871)
15. ТУ 21-25-14188 Сировина для реліна.
16. ТУ 21-25-134-74 Сировина для скляної промисловості
17. ТУ-21 Україна. Польвошпатована сировина для скляної промисловості.

## Додаток А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			<b>Документація</b>		
1	A4	ТСТ.ОППМ.23.06.ПЗ	Пояснювальна записка	67	
2			<b>Графічні матеріали</b>		Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint	25	Слайди

## Додаток Б

**ВІДГУК**

керівника на кваліфікаційну роботу магістра

на тему: «Особливості речовинного складу та оцінка перспектив використання первинних каолінів Берестовського покладу Просянівського родовища» студента групи 103М-22-1 Мартиненко Юрія Вікторовича

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю зміцнення мінерально-сировинної бази України.

Мета роботи – дослідження речовинного складу та технологічних властивостей первинних каолінів Берестовського покладу задля оцінки перспектив їх використання. Досягненню мети сприяло вирішення наступних задач: вивчення мінерального складу каолінів, дослідження технологічних властивостей каолінів та оцінка перспектив використання каолінів.

Практичне значення роботи полягає в оцінці перспектив раціонального використання каолінів Берестовського покладу Просянівського родовища на основі вивчення їх речовинного складу.

Результати кваліфікаційної роботи – правильні, обґрунтовані, осмислені. Кваліфікаційна робота характеризує уміння виявляти та розв'язувати проблеми. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів виконано без відхилень від стандартів. Розрахунки, що приведені в роботі, виконані з використанням пакетів комп'ютерних програм.

Клас задач, рівень та види умінь, що застосовані автором відповідають чинним кваліфікаційним вимогам (ПФ.Е.19, ПФ.Е.23.ЗП.0., ПФ.Е.23.ЗП.Р.07 та інші). Зміст кваліфікаційної роботи повністю відповідає учбовій програмі кваліфікаційного рівня магістр.

Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки „добре” (85В), а автор Мартиненко Юрій Вікторович присвоєння ступеню магістра за спеціальністю 103 Науки про Землю за освітньою програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика».

Керівник кваліфікаційної роботи,  
зав. кафедри ГРРКК, к. г. н.

І.В. Жильцова



## Додаток В

### РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра на тему: «Особливості речовинного складу та оцінка перспектив використання первинних каолінів Берестовського покладу Присянівського родовища»  
студента групи 103м-22-1 Мартиненко Юрія Вікторовича

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню речовинного складу та технологічних властивостей первинних каолінів Берестовського покладу.

Завдання кваліфікаційної роботи відповідає вимогам ОПП підготовки магістрів за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні доцільності комплексного підходу до оцінки перспектив Берестовського покладу первинних каолінів Присянівського родовища. Результати досліджень можуть бути використані при проведенні розвідувальних робіт.

В роботі продемонстровано здатність аналізувати геологічну будову родовища; виконувати збір та підготовку текстової, числової та графічної геологічної інформації. Стил та мова роботи відповідають загальним вимогам до якості кваліфікаційних робіт. Список використаних джерел інформації підтверджує поглиблене вивчення автором проблеми досліджень.

Пояснювальна записка і презентація оформлені у відповідності до стандартів НТУ «Дніпровська політехніка». Рекомендована оцінка «добре» (85В). Автор кваліфікаційної роботи - Мартиненко Юрій Вікторович заслуговує присвоєння ступеню магістра за спеціальністю 103 Науки про Землю за освітньою програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика».

Доцент кафедри загальної та структурної геології,  
кандидат геол. наук, доцент

О.А. Терешкова