



Структурно-літологічна модель Глухівецького родовища елювіальних каолінів

Юлія Крошко¹

к. геол. н., ст. наук. співробітник,¹ Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
e-mail: ykrosh.79@ukr.net,  <https://orcid.org/0000-0002-7601-7760>;

Мирон Ковальчук¹

д. геол. н., професор, зав. відділом літології,
e-mail: kms1964@ukr.net,  <https://orcid.org/0000-0001-9265-9707>

На основі узагальнення і аналізу фактичного матеріалу створено структурно-літологічну модель Глухівецького родовища елювіальних каолінів, яке знаходиться в Козятинському районі Вінницької області поблизу смт. Глухів і входить до складу Глухівецько-Турбівського каолінового району. Розкрито причинно-наслідкові зв'язки різних петротипів порід фундаменту з товщиною, речовинним складом і зональністю кори вивітрювання і, як наслідок, зі структурно-літологічною будовою покладу елювіальних каолінів та його якісними показниками. На підставі координат і опису 691 свердловин, які були пробурені у різні роки виробничими геологічними організаціями, досліджено просторову мінливість рельєфу підшови і поверхні покладу елювіальних каолінів та його товщини. З'ясовано, що поклад каолінів має складне залягання і складну морфологію, які виражені у значних коливаннях абсолютних позначок його покрівлі та підшови і обумовлені геолого-тектонічними особливостями території та ерозійним зрізом. Відмітки покрівлі покладу каолінів змінюються від 209,1 м до 299,3 м, а відмітки підшови – від 229,7 м до 296,8 м. За результатами опробування свердловин та хімічного аналізу каолінів досліджено латеральний розподіл середнього вмісту оксидів заліза, титану та показника білизни і вертикальний розподіл вмісту зазначених оксидів та показника білизни у межах окремих свердловин. З'ясовано, що латеральна і вертикальна мінливість показника білизни, вмісту оксидів заліза і титану обумовлена складною геологічною будовою родовища, перешаруванням різних за петрографічним і мінеральним складом кристалічних порід фундаменту, речовинним складом елювіальних утворень, що утворилися вивітрюванням цих порід. Підвищені значення показника білизни та вмісту оксидів заліза і титану наявні у різних частинах покладу каолінів. Встановлено, що просторовий розподіл показника білизни коливається в широких межах (68,1-92,24%) і визначається підвищеним вмістом Fe₂O₃ та TiO₂, або ж одного з зазначених оксидів. Вміст Fe₂O₃ в каолінах становить 0,13-2,51 %; вміст TiO₂ – 0,16-1,83 %. З'ясовано, що між вмістом Fe₂O₃ та TiO₂ існує прямиий або обернений кореляційний зв'язок. Трапляються випадки коли показник білизни каолінів є значним за наявності вище середнього вмісту одного з оксидів. Досліджено кореляційні зв'язки між певними параметрами покладу каолінів (рельєф поверхні і підшови, товщина, показник білизни, вміст оксидів заліза і титану).

Ключові слова: Вінницька область, Глухівецьке родовище, елювіальні каоліни, структурно-літологічна модель, товщина каолінів, показник білизни, вміст оксидів титану і заліза.

Як цитувати: Крошко Юлія. Структурно-літологічна модель Глухівецького родовища елювіальних каолінів / Юлія Крошко, Мирон Ковальчук // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2024. – Вип. 60. – С. 40-55. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-03>

In cites: Kroshko Yulia, Kovalchuk Myron (2024). Structural and lithological model of the Glukhivetsky deposit of eluvial kaolins. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (60), 40-55. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-03> [in Ukrainian]

Вступ. Глухівецьке родовище елювіальних каолінів із запасами понад 200 млн тон є одним з найбільших в Європі. Розташоване родовище в Козятинському районі Вінницької області поблизу смт. Глухів. У межах селища працюють, пов'язані з розробкою родовища елювіальних каолінів, Закрите Акціонерне Товариство «Глуховецький каоліновий завод», Приватне Акціонерне Товариство «Глуховецький гірничо-збагачувальний каоліновий комбінат», ТОВ «Акціонерне каолінове товариство». Продукція Глухівецького каолінового комбінату постачається підприємствам фарфоро-фаянсової, хімічної, радіо- і електрокерамічної, легкої та паперової галузей промисловості. У виробництві тонкої кераміки глухівецькі каоліни через низьку механічну міцність застосовуються лише в суміші з просянівськими каолінами [15].

Крім цього, у невеликій кількості каолін родовища використовується також при виробництві кабелю, гуми, парфумерії, ультрамарину, вогнетривів [1, 2, 13].

Завдяки добрим ливарним властивостям, пластичності, незначному вмісту коагулянтів і різних шкідливих солей, стабільному гранулометричному складу каолін Глухівецького родовища найбільш придатний для виробництва санітарно-технічних виробів. Вимоги до сировини визначаються її якістю та технологією збагачення [2, 13].

На сьогоднішній день, родовище значною мірою відпрацьоване.

Матеріали та методи дослідження. Методико-методологічною основою побудови структурно-літологічних моделей осадових формацій є напрацювання колективу науковців Інституту геологічних наук НАН України [5, 20]. Алгоритм

побудови структурно-літологічних моделей каолінових родовищ напрацьований авторами статті й апробований на низці родовищ Українського щита та оприлюднений у наукових публікаціях та на наукових конференціях різного рівня, зокрема [7, 22].

Основою для досліджень Глухівецького родовища були виробничі звіти: Сонкин Л.С., Всехсвятский С.С., 1969, «Прогнозная карта на первичные каолины (район Глуховецкого месторождения Винницкой области)»; Теодорович Ю.Н. и др., 1969, «Отчет о переоценке Глуховецкого месторождения каолинов (Винницкая область УССР)»; Сонкин Л.С., Овчинников А.С., Лужанская Л.Л., Смирнов Л.А., 1972, «Отчет по поисковым работам и составлению прогнозной карты на каолин в Казатинском и Калиновском районах Винницкой области (Листы М-35-94-А и М-35-94-Б)»; Бондаренко Г.Ф. и др., 1973, «Отчет о геологоразведочных работах, выполненных на Глуховецком месторождении первичных каолинов, в Казатинском районе Винницкой области, УССР»; Муштенко И.Ф., Тютюнник В.М., Бондаренко В.И., 1978, «Отчет о доразведке первого участка Глуховецкого месторождения первичных каолинов проведенной 1976-1978 годах (Казатинский район Винницкой области УССР)»; Логвин П.П. и др., 1981, «Глуховецкий каолиновый комбинат (развитие сырьевой базы). Разработка запасов каолина первого участка Глуховецкого месторождения»; Задорожный И.И. и др., 1981, «Технико-экономическое обоснование запасов первичных каолинов Глуховецкого месторождения в Винницкой области УССР»; Семеновенко Н.Н., Ткаченко А.С., 1984, «Отчет о доразведке и переоценке Глуховецкого месторождения первичных каолинов за 1977-83 гг. (Винницкая обл. УССР)», а також наукові публікації та дисертаційні дослідження, опрацювання та узагальнення матеріалу яких послужило основою для створення цілісної картини геологічної будови Глухівецького родовища та речовинного складу елювіальних каолінів.

На основі даних координат, опису, результатів опробування 691 свердловини, що пробурені у різні роки виробничими геологічними організаціями, хімічного аналізу каолінів та визначення їх білизни була створена цільова атрибутивна електронна база даних, яка стала фактологічним матеріалом для картографічних побудов, що характеризують рельєф підосви і покрівлі елювіальних каолінів, їх товщину, а також латеральний і вертикальний розподіл у них оксидів заліза, титану й індексу білизни. Картографічні побудови здійснювалися з використанням ПС-технологій у програмних забезпеченнях Golden Software Strater, Golden Software Surfer. Кореля-

ційні зв'язки між певними параметрами досліджувалися в Microsoft Excell.

Аналіз попередніх досліджень. Перші відомості про Глухівецьке родовище елювіальних каолінів були у 1901 році. Значний внесок у дослідження родовища зробили С.Г. Коклик, С.І. Боженів, М.І. Безбородько, О.В. Красовський та ін. Перші геолого-розвідувальні роботи на родовищі виконано у 1925-1926 роках під керівництвом В.І. Лучицького. Протягом 1928-1938 років здійснювалися роботи з геологічного дослідження родовища. Зокрема, протягом 1931-1932 років геолого-розвідувальні роботи здійснювалися Українським відділенням Інституту прикладної мінералогії (під керівництвом С.Г. Коклика), а в 1938 р – Українським геологічним управлінням (під керівництвом І.Г. Лобача). У 1940 році державним комітетом по запасам були затверджені запаси родовища в кількості 30,5 млн. т. Після другої світової війни неодноразово проводилися роботи з дорозвідки і переоцінки запасів родовища у зв'язку зі зміною вимог до сировини та ГОСТів. Зокрема такі види робіт були проведені у 1951-1952 рр. трестом «Укргеолнеруд» (керівник робіт Б.О. Гіндалевич). У 1961 році дорозвідка родовища була здійснена Вінницькою партією Подільського раднаргоспу. З 1961 року на родовищі постійно здійснювалася експлуатаційна розвідка з метою уточнення умов залягання і сортності каолінів. Неодноразово проводилися дорозвідки окремих ділянок родовища з метою переведення однієї категорії запасів в іншу.

У подальші роки, значний внесок у дослідження Глухівецького родовища елювіальних каолінів загалом, товщини, зональності, речовинного складу кори вивітрянання й її структурного контролю; особливостей поширення, товщини і морфології покладу елювіальних каолінів, його речовинного складу, якості тощо у різні роки зробили В.І. Бондаренко, С.С. Всехсвятський, Ю.К. Іванов, В.Ю. Кондрачук, І.Ф. Муштенко, Ю.А. Русько, М.М. Семеновенко, Л.С. Сонкін, Ю.М. Теодорович, О.С. Ткаченко, В.М. Тютюнник, М.Ю. Фішкін та ін. [4, 6, 14].

Згодом, у межах родовища було виокремлено окремі блоки з відповідною сортністю каолінової сировини.

У 1982 році Ф.Д. Овчаренко зі співавторами узагальнили дані про каоліни більшості родовищ України, зокрема щодо їх сировинної бази, мінералогії, генезису та структурних особливостей, фізико-хімічних властивостей тощо; подали відомості щодо оптимальних технологій переробки та застосування каолінів у виробництві порцеляни та фаянсу, паперу, гуми та інших галузях прикладності.

У 1977 р. інформація щодо каолінів була уза-

гальнена в геолого-економічному огляді [2].

Багато наукових праць було присвячено дослідженню технологічних властивостей каолінів родовища. Зокрема, науково обґрунтовано доцільність використання низькосортного каоліну з домішками легкоплавкої глини або паливного шлаку та інших домішок для отримання лицьової і порожньоютилої цегли методом пластичного формування [3]. Структурно-механічні та реологічні показники збагачених і незбагачених каолінів Глухівецького родовища в технології виробництва санітарної кераміки досліджували В.Г. Сальник зі співавторами. Розроблено технологію виробництва модифікованого каоліну, що може використовуватись як світлий наповнювач при виробництві гумових сумішей, полімерів, лаків, фарб, клеїв, пластмас [3]. Він є замінником дорогої і дефіцитної імпоротної білої сажі, ціна якої вдвічі вища.

Геологічна будова, проблеми вивчення Глухівецько-Турбівського рудного вузла були частково висвітлені у 2005 р. [9]. Літологічна характеристика кори вивітрювання докембрійських порід фундаменту району розташування Глухівецького родовища побіжно висвітлена в праці [16]. У 2013 р. на підставі даних 134 свердловин було здійснено моделювання розподілу оксидів заліза і титану у покладі каолінів Глухівецького родовища [11] та зроблено висновок про те, що високоякісні каоліни з мінімальним вмістом оксидів заліза поширені у центральній частині, а низькосортні каоліни – у східній. Згодом, у 2014 році ці результати досліджень було покладено в основу кандидатської дисертації де подано порівняльну характеристику елювіальних каолінів з різних родовищ північно-західної частини Українського щита [8].

Враховуючи унікальність за запасами Глухівецького родовища і наявність значної кількості розрізаних даних стосовно його геологічної будови, настала нагальна проблема в узагальненні та аналізі наявного фактичного матеріалу, поданні його в цілісному вигляді по родовищу, а не по окремим ділянкам, спонукала авторів до створення структурно-літологічної моделі цього родовища, яка висвітлює його структурно-геологічну позицію, зональність і речовинний склад кори вивітрювання, геометричні параметри покладу каолінів та просторовий і вертикальний розподіл в них показника білизни, вмісту оксидів заліза й титану, кореляційні зв'язки між ними тощо.

Мета публікації полягає в створенні структурно-літологічної моделі Глухівецького родовища елювіальних каолінів, яка висвітлює особливості причинно-наслідкових зв'язків між геолого-тектонічною будовою території; будовою, ре-

човинним складом і зональністю кори вивітрювання; умовами залягання, речовинним складом і просторовою та вертикальною мінливістю якісних показників (показник білизни, вміст шкідливих домішок оксидів заліза і титану) покладу каолінів.

Результати досліджень. Глухівецьке родовище розташоване на південній околиці смт. Глухівці Вінницької обл. в межах вирівняного, слабко пагорбкового плато з абсолютними відмітками 260-306 м на вододілах малих річок Гнилоп'ять і Гуйна (рис. 1).

Загальні риси геологічної будови. Глухівецьке родовище має складну геологічну будову як кристалічного фундаменту, за рахунок гіпергенного розкладу порід якого утворилася кора вивітрювання, так і самої кори вивітрювання, яка є складовою частиною родовища. Глухівецьке родовище приурочене до одного зі значних субмеридіональних розламів Глухівецької зони в місці його сполучення з Білопільською північно-східною зоною (геолкарта, Бердичів). Турбівсько-Глухівецька (за Забіякою, 1974) або Глухівецька (за Сонкіним, 1977) зона ускладнена дрібнішими субширотними порушеннями. У місцях її зчленування з ними присутні ділянки підвищеної тріщинуватості та більшої товщини зони гіпергенезу. Кристалічні породи фундаменту утворюють складку, що вигинається із північно-східного простягання (у південній половині родовища) до субмеридіонального (у північній). Падіння складки на південний-схід під кутом 40-80°.

У геологічній будові Глухівецького родовища бере участь складний комплекс архейно-нижньопротерозойських порід бузької та дністровсько-бузької серій: біотит-плагіоклазові, гранат-біотит-плагіоклазові, амфібол-піроксен-біотит-гранатові, амфібол-піроксен-плагіоклазові гнейси, граніти-чарнокіти, граніти і мігматити серед яких переважають чудново-бердичівські граніти та мігматити, в полі поширення яких присутні ксеноліти гнейсів бугської серії та незначні за розміром тіла пегматитів та апліт-пегматоїдних гранітів яким притаманна багатомінеральна асоціація – гранат, кордієрит, біотит, плагіоклаз, калієвий польовий шпат (зазвичай ортоклаз), кварц та ільменіт та ін; мезозой-кайнозойська кора вивітрювання кристалічних порід, осадові утворення міоцен-пліоцену і четвертинної системи.

Родовище розташоване в тектонічно-ускладненій зоні контакту різновікових кристалічних порід, що відрізняються мінеральним складом, структурно-текстурними особливостями. Головним розламом родовище поділене на дві частини: у західній переважають мігматити зі значною кількістю біотитвмісних гнейсів і слан-

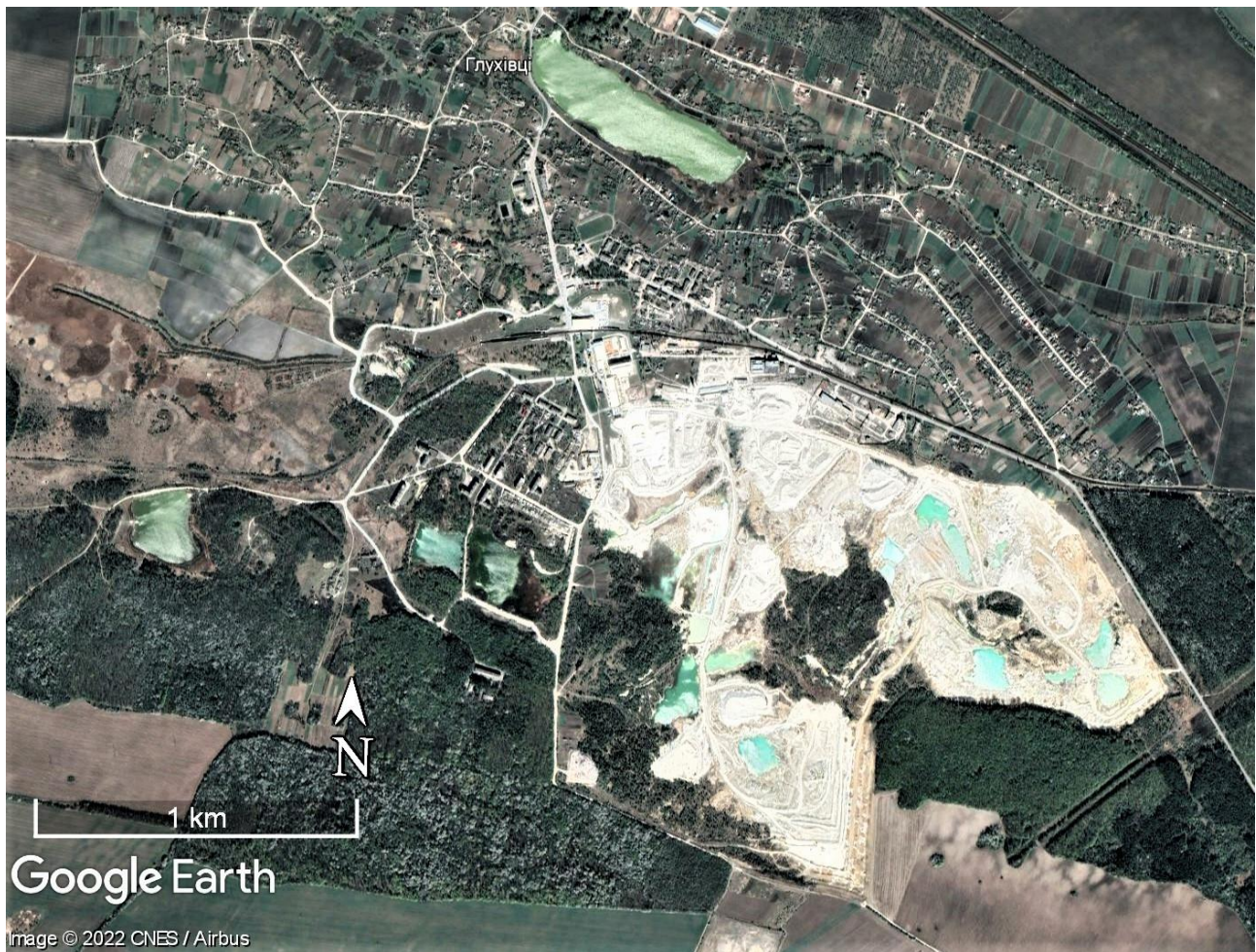


Рис. 1. Розташування кар'єрів Глухівецького родовища на космічному знімку з порталу Google Earth /
Fig. 1. Location of the quarrys of the Glukhivetsky deposit in a space image from the Google Earth portal

ців, рідше гіперстенових кристалосланців; у східній частині – гранітоїди представлені порфіроподібними різновидами зі значним вмістом мікрокліну та з ксенолітами мігматитів і гнейсів [3]. У смузї між вказаними частинами родовища залягають мігматити насичені гнейсовим матеріалом та значні за розміром ксеноліти гнейсів. На згині складки присутні розривні порушення, які складають Глухівецький регіональний розлом.

У пізньотріасово-ранньоюрську епоху породи кристалічного фундаменту зазнали інтенсивного вивітрювання в умовах гумідного клімату. Поверхня кристалічних порід на яких залягає кора вивітрювання має складний рельєф, обумовлений як первинним заляганням, неоднорідним складом, тектонічними порушеннями кристалічних порід, так і процесами їх гіпергенного перетворення. Відмітки абсолютних висот поверхні кристалічних порід знаходяться в межах 187,9-268 м (перепад висот 119,9 м). Через родовище, з північного заходу на південний схід, простягається значне за розмірами коритоподібне пониження в рельєфі поверхні кристалічних порід, яке ускладнено валоподібними поперечними ви-

ступами, що розмежують його на окремі западини складної конфігурації. Вказані особливості рельєфу поверхні кристалічних порід обумовили різну глибину вивітрювання, особливості залягання кори вивітрювання, її речовинний склад та товщину [6, 14]. Відзеркаленням петрографічного чинника в утворенні кори вивітрювання є більш глибоке залягання підшви елювію в межах західної ділянки, аніж в межах східної.

Пульсаційний геотектонічний розвиток території з переважанням висхідних тектонічних рухів спричинив частковий, а подекуди й повний розмив кори вивітрювання. Найбільш інтенсивною денудація кори вивітрювання була у нижньому і середньому міоцені, понті, верхньому пліоцені. Неодноразова зміна клімату протягом геологічної історії існування кори вивітрювання спричинила активізацію епігенетичних процесів та перетворення її мінерального складу.

Характеристика кори вивітрювання. На усіх, без винятку, породах кристалічного фундаменту розвинута кора вивітрювання лінійно-площового морфологічного типу. Найбільш поширеною є кора вивітрювання гранітоїдів, які

мають подібний мінеральний склад і тому речовинний склад їхньої кори вивітрювання теж має багато спільних рис з деякими відмінностями. Кора вивітрювання різних за мінеральним складом гнейсів, незважаючи на відмінності їх в мінеральному складі, здебільшого одноманітна.

Поверхня кори вивітрювання залягає на глибинах від 2-4 м до 12,0 м, подекуди до 16,0-25,5 м і обумовлена характером поверхні кристалічних порід фундаменту та характером поверхні сучасного рельєфу.

Товщина кори вивітрювання залежить від ступеня її заглиблення в кристалічний субстрат, що контролюється структурно-тектонічним чинником, та від розчленованості первинного рельєфу поверхні кристалічних порід, на якій почала утворюватися кора вивітрювання, і ступеня та нерівномірності розмиву останньої після завершення її утворення. На більшості території родовища товщина кори вивітрювання становить 20-40 м; у центральній частині – 64-76 м. Важливу роль в утворенні кори вивітрювання мали зони контактів між різними петротипами порід, лінійно-видовжені зони тріщинуватості і катаклазу, які сприяли проникненню гіпергенних процесів у кристалічних породах на значну глибину, подекуди утворюючи лійкоподібні лінійні зони кори вивітрювання товщиною до 110 м.

Кора вивітрювання характеризується вертикальною зональністю, яка налічує три зони (знизу-догори): перша – дезинтеграції і вилуговування, друга – початкового гідролізу (каолініт-гідрослюди), третя – кінцевого гідролізу та окиснення продуктів вивітрювання (каолінітова).

Профіль кори вивітрювання, літологічний і мінеральний склад її зон визначається петротипом кристалічних порід фундаменту, ступенем тріщинуватості, їх мінеральним складом та ступенем гіпергенного перетворення.

Переходи між зонами кори вивітрювання поступові (виражені у поступовій зміні фізичних властивостей, структурно-текстурних характеристик і речовинного складу елювію) та умовні. Зональність кори вивітрювання у межах родовища не витримана за латераллю і обумовлена петрографічним складом материнських порід. Подекуди у профілі елювію деякі зони відсутні та часто присутні потовщення окремих зон.

Зона дезинтеграції і вилуговування залягає безпосередньо на материнських породах та представлена жорсткою і щабелем. На ділянках, де материнськими породами є гнейси та мігматити, зона дезинтеграції і вилуговування є дуже незначною або відсутня і на материнських породах залягає каолініт-гідрослюди зона кори вивітрювання.

Речовинний склад зони дезинтеграції і вилу-

говування визначається петротипом і мінеральним складом материнських порід. У корі вивітрювання гнейсів, зона представлена сильно тріщинуватими сірувато-зеленими породами, уламками вивітряними гнейсів. Тріщини у породі заповнені гідроксидами заліза та глинистими мінералами. Мінеральний склад представлений каолінітом (до 20 %), нотронітом (до 10 %), монтморилонітом (до 10 %), гідрохлоритом, гетитом, гідрогетитом та одиничними зернами опалу. Зона дезинтеграції і вилуговування, що утворилася за рахунок вивітрювання гранітів аплітопегматоїдних, являє собою жорстку каолінізовану з уламками материнських порід. Серед мінералів присутні каолініт (5-40 %), гідрослюда (до 10 %), гетит, гідрогетит, опал, лейкоксен та ін. Зона дезинтеграції і вилуговування, що утворилася за рахунок вивітрювання гранітів і мігматитів, представлена слабо вивітряними щабелістотріщинуватими породами, які вверх за розрізом змінюються жорсткою каолінізованою. Мінерали представлені каолінітом (до 10 %), гідробіотитом (2-3 %), гідроксидами заліза (3 %), опалом та ін.

Загалом, у зоні дезинтеграції і вилуговування, материнські породи інтенсивно тріщинуваті, плагіоклази майже повністю перетворені на каолініт, а в окремих випадках на монтморилоніт, з утвореними на ньому каолінітом і галузитом, піроксени – на нонтроніт і монтморилоніт. Біотит менш змінений і лише на краях лусок присутні гідробіотит та хлорит. Мікроклін каолінізований лише за площинами спайності. Від подошви до покрівлі зони дезинтеграції і вилуговування поступо збільшується вміст вторинних мінералів, зокрема монтморилоніт і гідрослюди заміщуються каолінітом, хлорит – гідрослюдами і каолінітом. Гіпергенні зміни властиві також деяким акцесорним мінералам.

У межах зони дезинтеграції і вилуговування відбувається інтенсивне окиснення закисного заліза, різко збільшується вміст окисного заліза за постійного – сумарного [4]. Для гранат-біотитових гранітів та біотит-плагіоклазових гнейсів збільшення вмісту окисного заліза в цій зоні не характерне. Тут наявне інтенсивне винесення Fe^{+2} з незначним зменшенням кількості тривалентного заліза.

Товщина зони дезинтеграції і вилуговування 1,5-47,7 м, в середньому – 10 м.

Відсотковий вміст основних породоутворювальних оксидів зони дезинтеграції і вилуговування різних петротипів порід кристалічного фундаменту такий (у %): гранітів (порфіроподібних): Al_2O_3 – 16,25-17,1; SiO_2 – 67,70-70,0; Fe_2O_3 + FeO – 0,54-4,12; TiO_2 – 0,4-0,45; K_2O – 3,50-5,05; Na_2O – 2,35; гранітів бердичівського комплексу: Al_2O_3 – 16,86-17,0; SiO_2 – 67,77-68,1;

Fe_2O_3 – 0,54-4,15; TiO_2 – 0,4-0,45; K_2O – 3,505-6,30; Na_2O – 0,70-2,66; біотит-плагіоклазових гнейсів: Al_2O_3 – 16,26-17,8; SiO_2 – 65,35-65,85; Fe_2O_3 – 0,16-0,55; TiO_2 – 0,65-0,72; K_2O – 1,4-2,3; Na_2O – 0,85-1,6 [4].

Зона початкового гідролізу (каолініт-гідрослюдиста) поширена не повсюдно та змінює зону дезинтеграції і вилуговування чи материнські породи. Породи складені переважно кварцом, каолінітом і гідрослюдою, вміст якої досягає 40 %, і подекуди забарвлені оксидами заліза у жовто-бурі тона. У межах зони початкового гідролізу вторинні мінерали переважають над материнськими, зокрема, майже повністю завершується вивітрювання плагіоклазів, каолінізується мікроклін, гідратується біотит з утворенням гідробіотиту і лейкоксену, хлорит заміщується гідробіотитом і каолінітом, відбувається каолінізація гідрослюду, каолінізуються гранати, за рахунок розкладання рутилу утворюється ільменіт тощо. Мінерально-геохімічні перетворення супроводжуються утворенням гідрогетиту.

Залежно від петротипів материнських порід виокремлено декілька різновидів каолініт-гідрослюдистої зони. Зокрема, на гранітах і мігматитах (бердичівський комплекс) каолініт-гідрослюдиста зона представлена світло-сірою породою, яка складена каолінітом (30-70 %), гідрогетитом (10-15 %), гідрослюдою (10-40 %), кварцом (20-35 %), мікрокліном (3-10 %), гранатом, цирконом, ільменітом, лейкоксеном, рутилом, апатитом, монацитом, сфеном, піритом, ортитом. На гнейсах каолініт-гідрослюдиста зона представлена світло-сірою, сірою породою з зеленуватим відтінком, іноді жовто-бурою породою, яка складається з каолініту (38-62%), гідробіотиту (15-35 %), монтморилоніту (3-5 %), кварцу (15-25 %), гідрогетиту (до 3 %), ільменіту, циркону, апатиту, ортиту, гранату, монациту, сфену, лейкоксену, рутилу. На апліто-пегматоїдних гранітах каолініт-гідрослюдиста зона представлена сірою, білувато-жовтою, зеленувато-рожевою породою, яка складена каолінітом (20-40 %), рожевим напівзруйнованим мікрокліном, каолінізованими плагіоклазами, кварцом, гідробіотитом.

У межах зони відбувається подальше окиснення Fe^{+2} (збільшення вмісту окисного заліза на 100 мг/см³ порівняно з зоною дезинтеграції і вилуговування) та загальне винесення заліза [4]. Винятком є кора вивітрювання, що утворилася за рахунок гіпергенного розкладу гранат-біотитових гранітів.

Товщина зони початкового гідролізу 0,7-41,3 м; на пегматитах і апліто-пегматоїдних гранітах – до 0,5 м; в середньому на родовищі – 25 м.

Відсотковий вміст основних породоутворювальних оксидів каолініт-гідрослюдистої зони різних петротипів порід кристалічного фундаменту такий (у %): гранітів (порфіроподібних): Al_2O_3 – 16,05-18,59; SiO_2 – 66,35-68,82; Fe_2O_3 + FeO – 0,60-3,20; TiO_2 – 0,32-0,50; K_2O – 1,75-2,77; Na_2O – 0,20-0,53; гранітів бердичівського комплексу: Al_2O_3 – 17,69-18,2; SiO_2 – 65,47-66,2; Fe_2O_3 – 0,74-1,32; TiO_2 – 0,45-0,75; K_2O – 0,85-2,74; Na_2O – 0,15-0,25; біотит-плагіоклазових гнейсів: Al_2O_3 – 19,25-21,15; SiO_2 – 64,56-65,64; Fe_2O_3 – 0,35-0,50; TiO_2 – 0,41-0,75; K_2O – 0,63-1,2; Na_2O – 0,05-0,1 [4].

Породи зони дезинтеграції і вилуговування, початкового гідролізу та лужні каоліни після збагачення їх піщаної фракції є польовошпатовою сировиною.

Зона кінцевого гідролізу та окиснення продуктів вивітрювання (каолінітова) представлена товщею каолінів, характеризується повним гіпергенним розкладом усіх породоутворювальних мінералів, за винятком кварцу, циркону, монациту, апатиту.

Товщина зони кінцевого гідролізу та окиснення продуктів вивітрювання мінлива, залежить від інтенсивності розвитку кори вивітрювання та від її збереження від розмиву. Найбільші товщини приурочені до западин коритоподібного пониження в поверхні кристалічних порід та в межах вододілу давнього і сучасного рельєфу, де товщина покладу каолінів становить 40,0-45,6 м, а подекуди 52,0 м. Однак, найбільші товщини покладу каолінів були в північно-західній частині родовища (на сьогоднішній день відпрацьованій) і становили 67,6 м. Ділянки значної товщини покладу каолінів видовжені у північно-східному і субмеридіональному напрямках та мають складну конфігурацію, обумовлену конкордантністю і дискордантністю зон дроблення. Найменшої товщини покладу каолінів знаходиться в межах виступу блоку гнейсів, який простягається на 0,5 км у північній частині родовища.

На межі зони початкового гідролізу і зони кінцевого гідролізу та окиснення на окремих ділянках (головно північно-східна ділянка родовища) присутні пеліканіти у вигляді лінз, гнізд, коротких жил товщиною 0,2-20,1 м.

Пеліканіти – це біла, світло-сіра щільна, масивна порода, яка зовнішньо нагадує каолін і має дрібнолускувату, гелеподібну структуру з реліктами зернистої. Складені пеліканіти каолінітом і опалом (заміщує плагіоклази, частково мікроклін і вивітрює тріщини в породі) – 70 %, мікрокліном – 15 %, кварцом – 10 %, лейкоксеном – 3 %, цирконом, монацитом.

Через поступовий перехід каолініт-гідрослю-

дистої зони в каолінітову чітко виокремити нижню межу останньої не завжди можливо. Вторинні мінерали представлені каолінітом, монтморилонітом, хлоритом, гідрослюдами, лейкоксеном. За вмістом оксидів калію і натрію зона кінцевого гідролізу та окиснення поділяють на дві підзони: лужні каоліни і нормальні каоліни.

Відсотковий вміст основних породоутворювальних оксидів каолінітової зони різних петротипів порід кристалічного фундаменту таких (у %): гранітів бердичівського комплексу: Al_2O_3 – 20,56-27,74; SiO_2 – 62,62-66,65; Fe_2O_3 – 0,28-0,31; TiO_2 – 0,21-1,26; K_2O – 0,15; Na_2O – 0,12-0,13; біотит-плагіоклазових гнейсів: Al_2O_3 – 22,56-25,02; SiO_2 – 64,47-65,3; Fe_2O_3 – 0,23-0,44; TiO_2 – 0,41-0,94; K_2O – 0,17-0,67; Na_2O – 0,07-0,14; гранітів (порфіроподібних): Al_2O_3 – 22,31-22,76; SiO_2 – 68,55-68,73; Fe_2O_3 + FeO – 0,48-0,60; TiO_2 – 0,31-0,43; K_2O – 0,23-0,26; Na_2O – 0,04-0,15 [4].

У межах покладу каолінів наявна субширотна зона збагачення графітом, який знижує їх каолінів [3].

У корі вивітрювання гранітів бердичівського комплексу діагностовано значні вмісти монациту і циркону, зокрема вміст монациту досягає 5 кг/м^3 при середньому вмісті 100 г/м^3 [17]. У корі вивітрювання кварц-польовошпатових метасоматитів з циркон-рідкісноземельною мінералізацією у межах зон розривних порушень середній вміст циркону і монациту досягає кількох кілограмів на метр кубічний; у відвалах Глухівського комбінату середній вміст монациту становить 219 г/м^3 ; у пісках відвалів – 650 г/м^3 ; монацитовий концентрат містить 30-36 % TR_2O_3 [17]. Вміст торію в корах вивітрювання обумовлений його вмістом у кристалічних породах, а також гіпергенними процесами, які спричинюють утворення вторинних ореолів збагачення.

Породи зони дезинтеграції і вилуговування й каолініт-гідрослюдистої зони та лужні каоліни після збагачення їх піщаної фракції відповідають вимогам до польовошпатової сировини. Піски-відходи придатні для використання в будівництві (100 %), для приготування бетонних розчинів (84 %), для тонкої кераміки (85 %), для виробництва карбіду кремнію (понад 50 %). [3, 11, 15].

Характеристика каолінів. Підзона лужних каолінів (сума K_2O + Na_2O до 7.12 %; вміст K_2O до 5,5 %) утворилася в профілі кори вивітрювання на ділянках поширення калій-польовошпатовмісних петротипів порід з якими лужні каоліни пов'язані просторово і парагенетично. Максимальний вміст суми лугів встановлено в корі вивітрювання апліто-пегматоїдних гранітів.

Лужні каоліни являють собою білу, содоподібну щільну породу, яка складена каолінітом (30-50 %), кварцом (до 45 %), гідромусковітом,

гідробіотитом, гетитом, гідрогетитом, лейкоксеном, сагенітом, опалом. Акцесорні мінерали представлені ільменітом, цирконом, монацитом, турмаліном, гідрослюдами, гідрогетитом; вихід польовошпатового концентрату – 8 %.

Залягають лужні каоліни на різних гіпсометричних рівнях у нижній частині зони. Товщина лужних каолінів в корі вивітрювання порфіроподібних гранітів в межах східної ділянки 0,8-17,2 м (середня 4,7 м); в корі вивітрювання бердичівських гранітів та мігматитів у межах західної ділянки – 2,0-20,8 м (зазвичай 5,0-10,0 м) [4].

Нерівномірне поширення лужних каолінів пов'язане з нерівномірністю поширення і неоднорідністю материнських кристалічних порід, в яких вміст мікрокліну різний. Найбільш поширені лужні каоліни у східній частині родовища, менше – в західній і майже відсутні – в південно-західній.

Нормальні каоліни (сума K_2O + Na_2O до 0,90 %) – це білого, світло-сірого, кремового, вохристо-бурого забарвлення породи, які повністю складені каолінітом, кварцом та акцесорними мінералами. Подекуди присутні плями озалізнання.

У каолінах, що утворилися вивітрюванням різних петротипів порід, виокремлено декілька різновидів, які різняться забарвленням, вмістом піщаної і глинистої фракції, каолініту, кварцу, акцесорних мінералів, оксидів заліза, титану, алюмінію і білизною [13]. Так, каоліни, що утворилися внаслідок вивітрювання гранітів і мігматитів бердичівського комплексу мають строкате забарвлення: світло-кремове, біле з жовтими і кремовими плямами, що надає породі плямистої текстури (обумовлена гіпергенним розкладом різних мінералів материнської породи). Зокрема, жовто-вохристі плями обумовлені вивітрюванням гранатів, кремове забарвлення – розкладом темноколірних мінералів, а біле – польових шпатів. Каоліни, утворені вивітрюванням мігматитів мають світло-кремове, жовто-кремове забарвлення, часто зберігають смугасту текстуру материнських порід. Структура породи зерниста, дрібнолускувата, пелітоморфна. Речовинний склад породи представлений каолінітом (до 95 %), кварцом (5-35 %), мікрокліном (до 5 %) та акцесорними мінералами (ільменіт, лейкоксен, циркон, апатит).

Каоліни, що утворилися внаслідок вивітрювання гнейсів являють собою світло-сіру, жовто-сіру, кремово-жовту, вохристо-жовту, темно-кремову дрібнозернисту породу, яка складена пелітоморфним, дрібнолускуватим каолінітом (до 80 %), кварцом (до 40 %) та акцесорними мінералами (циркон, апатит, лейкоксен).

Каоліни, що утворилися вивітрюванням пегматитів, пегматоїдних і апліто-пегматоїдних гранітів, мають сніжно-біле, біле, світло-сіре забарвлення і складені мікролускуватим каолінітом (90 %), кварцом (10 %), ільменітом, лейкоксеном.

Каоліни, що утворилися внаслідок вивітрювання порфіроподібних гранітів мають світло-кремове і світло-сіре забарвлення та складені пелітоморфним, дрібнолускуватим каолінітом (50-70 %), кварцом (30-35 %), апатитом, цирконом, лейкоксеном, монацитом, гідрогетитом.

У межах західної ділянки каоліни містять незначну кількість забарвлюючих оксидів та значну кількість гідролуод [3].

Строкатість вказаних чинників віддзеркалюється у латеральній і вертикальній зміні якості і сортності сировини і тому каоліни різних частин родовища різняться за якісними характеристиками.

Каолін-сирець містить (у %): Al_2O_3 – 25,18-25,22; SiO_2 – 65,32-69,80; Fe_2O_3 – 0,22-0,52; TiO_2 – 0,17-1,1. У його глинистій складовій, яка містить 95-99 % каолініту та 1-2 % гідролуод, каолініт утворює луско-, петлеподібні та променисті агрегати. Гідролуоди присутні у вигляді окремих лусок та агрегатів і заміщуються каолінітом. Механічні домішки представлені кварцом та в незначній кількості мікрокліном, плагіоклазом, роговою обманкою, ільменітом, цирконом, апатитом, монацитом, рутилом, ортитом, магнетитом, гранатом, лімонітом.

Збагачені каоліни мають такий хімічний склад (у %): Al_2O_3 – 32,0-39,23; SiO_2 – 45,52-53,64; Fe_2O_3 – 0,12-2,18; TiO_2 – 0,22-1,08.

Характерною особливістю каоліну Глухівського родовища є висока дисперсність та однорідність глинистої речовини, що зумовлено характером материнських порід і високим ступенем каолінізації. Залишки після збагачення такого каоліну представлені широким діапазоном крупнозернистого, рідше дрібнозернистого кварцу. Польовий шпат і слюда як залишки трапляються рідкісно і в незначній кількості. Відсутність залишків польового шпату і слюди зумовлює високу вогнетривкість каоліну, зокрема 1800-1810°C – для чистого білого каоліну та 1770-1780°C – для сірувато-жовтого.

За результатами даних 691 свердловини авторами досліджено характер рельєфу поверхні і підшови алювіальних каолінів та їх товщини за латераллю (рис. 2). Відмітки покрівлі покладу каолінів змінюються від 209,1 м до 299,3 м (середнє значення 281,57 м). Відмітки підшови покладу каолінів змінюються від 229,7 м до 296,8 м (середнє значення 262,78 м). Коливання абсолютних позначок рельєфу підшови каолінів у двох сусідніх свердловинах розвідувальної мережі іно-

ді становить 20-22 м. Товщина покладу каолінів змінюються від 1,1 м до 52,0 м (в середньому 18,99 м). У 42,83 % досліджених свердловин (691 свердловина) товщина покладу каолінів перевищує його середнє значення; в 14,32 % свердловин товщина покладу каолінів понад 30,0 м.

Найменша товщина каолінів притаманна ділянкам з незначною загальною товщиною (до 10-15 м) кори вивітрювання. Як правило, пониженим ділянкам підшови каолінів відповідають їх значні товщини.

Підвищеним ділянкам підшови каолінів часто відповідають їх незначна товщина та підвищені ділянки їхньої покрівлі. Кореляційний зв'язок між рельєфом підшови і покрівлі каолінів – прямий помірний (+ 0,35); між рельєфом підшови каолінів та їх товщиною – зворотний середній (- 0,68); між абсолютною відміткою устя свердловини та товщиною каолінів – прямий помірний (+ 0,36), а між абсолютною відміткою устя свердловини та рельєфом підшови каолінів – прямий дуже слабкий (+ 0,15).

Аналіз рельєфу поверхні підшови кори вивітрювання та товщини елювіальних каолінів дозволяє стверджувати, що поширення кори вивітрювання значної товщини (понад 30 м) та зони елювіальних каолінів товщиною понад 20 м співпадає з ділянками тектонічно-ослаблених зон у породах кристалічного фундаменту. Як приклад, є північна частина родовища, де товщина кори вивітрювання лінійно-змішаного типу становить 50-70 м та просторово співпадає з тектонічно-ослабленими зонами [6].

Білизна є основним показником якості каолінів для паперової та інших галузей промисловості та залежить від вмісту в них оксидів заліза і титану [1, 2, 10]. У зв'язку з цим авторами досліджено просторовий і вертикальний розподіл показника білизни і оксидів заліза й титану в каолінах (рис. 3).

Аналіз розподілу зазначених параметрів за латераллю дозволив встановити, що вміст Fe_2O_3 в каолінах становить 0,13-2,51 % (середнє значення 0,52 %). Вміст TiO_2 в каолінах становить 0,16-1,83 % (середнє значення 0,97 %). Показник білизни каолінів змінюється від 68,1 % до 92,24 % (середнє значення 81,34 %). У 20,98 % свердловин одночасно наявні вище середнього вміст Fe_2O_3 , TiO_2 . В 1,44 % свердловин одночасно присутні вище середнього значення вміст Fe_2O_3 , TiO_2 та показника білизни. У 15,77 % свердловин одночасно присутні вище середнього вміст Fe_2O_3 і показник білизни. У 17,07 % свердловин одночасно присутні вище середнього показник білизни і вміст TiO_2 .

Кореляційний зв'язок між оксидом заліза і оксидом титану – прямий практично відсутній;

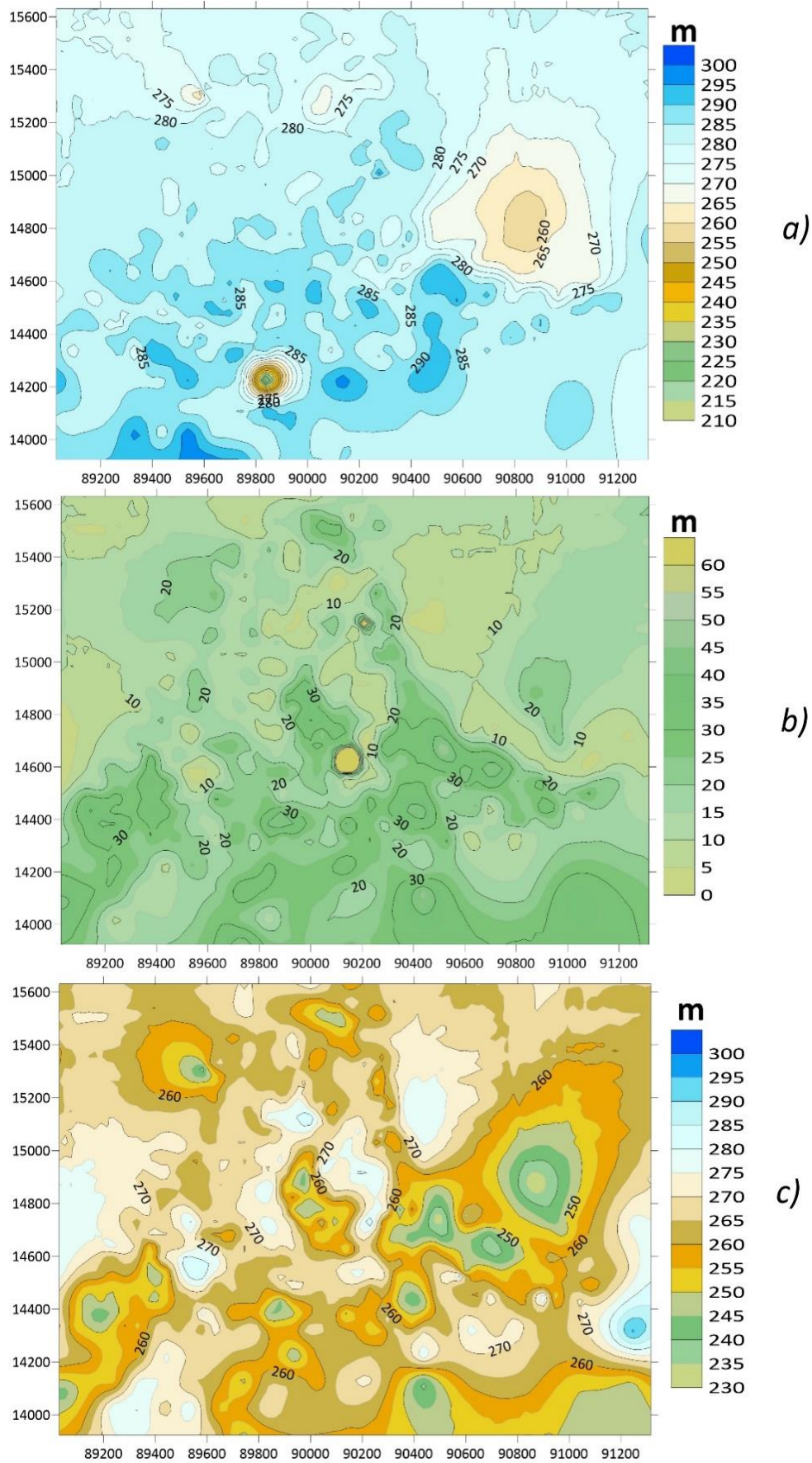


Рис. 2. Співвідношення ізогіпс верхньої (а) і нижньої (с) поверхні покладу елювіальних каолінів та ізопакіт їхньої товщини (b) /

Fig 2. The relationship between the isogypses of the top (a) and of the bottom (c) surface of the layer of eluvial kaolins and isopachites of their thickness (b)

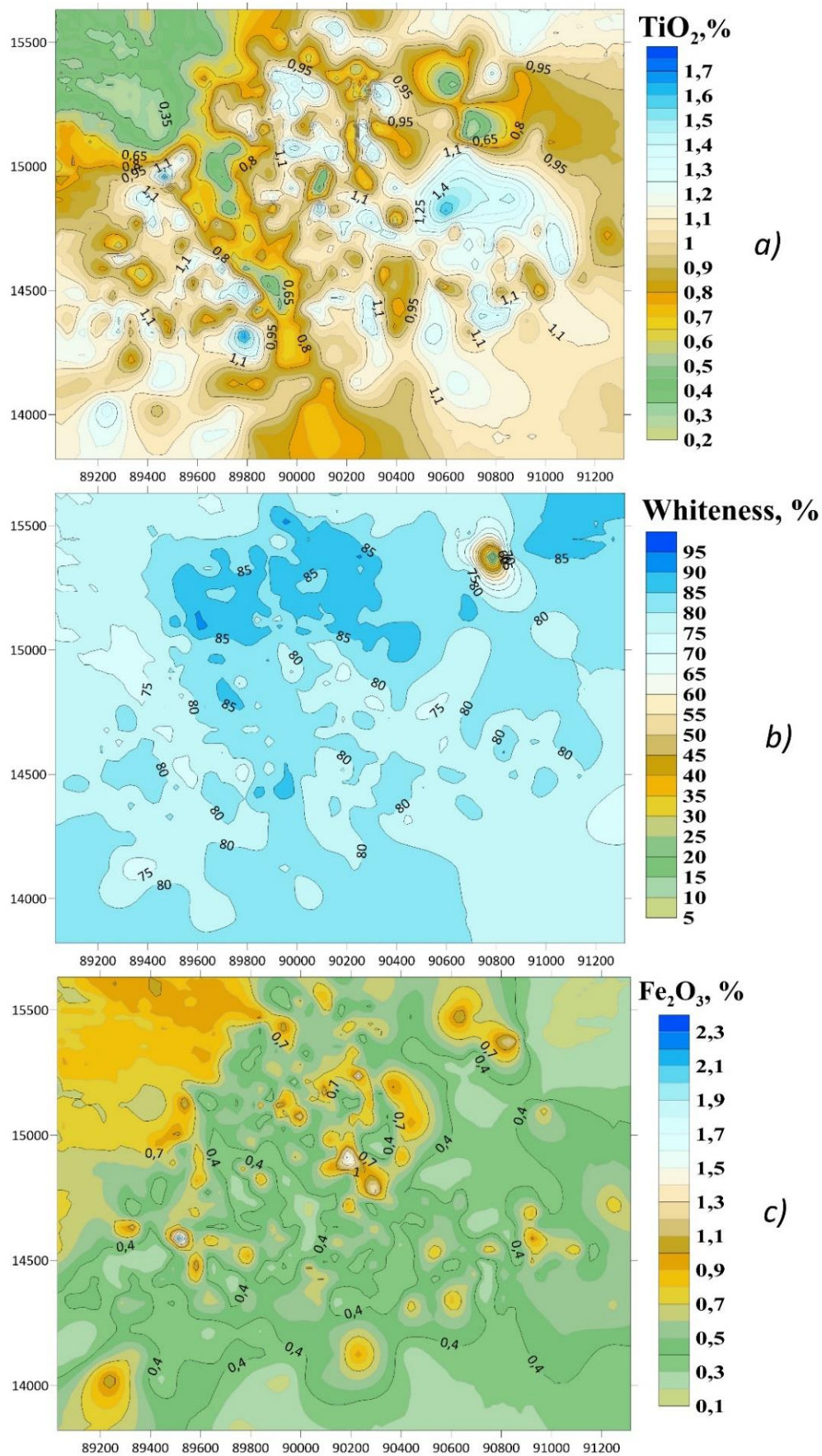


Рис. 3. Просторовий розподіл середніх вмістів (у %) оксидів TiO_2 (a), Fe_2O_3 (c), та індексу (в %) білизни (b) в покладі елювіальних каолінів / Fig. 3. Spatial distribution of average contents (in %) of oxides TiO_2 (a), Fe_2O_3 (c), and whiteness index (in %) (b) in the layer of eluvial kaolins

між оксидом заліза і показником білизни – зворотний слабкий (- 0,21); між оксидом титану і показником білизни – зворотний помірний (- 0,33); між товщиною каолінів і показником білизни – відсутній.

Аналіз вертикального розподілу показника білизни та вмісту оксидів заліза і титану у свердловинах вказує на нерівномірний їх розподіл та змінні їхні кореляційні зв'язки (рис. 4). Так, між вмістом Fe_2O_3 і TiO_2 наявний прямий або обернений кореляційний зв'язок й їхні вмісти вище середнього наявні в різних частинах (нижня, середня, верхня) покладу каолінів. Значення вище середнього показник білизни у різних свердловинах має у нижній, середній і верхній частині товщі каолінів. На показник білизни в різних випадках на різних гіпсометричних рівнях покладу мають вплив підвищені вмісти одного з зазначених оксидів або сукупна дія обидвох. Зі зростанням вмісту одного з оксидів або ж обидвох одночасно, показник білизни зменшується. Кореляційним аналізом з'ясовано, що між показником білизни і вмістом оксиду титану кореляційний зв'язок прямий помірний (+ 0,31 – див. рис. 4 з), середній (+ 0,60 – див. рис. 4 ж), сильний (+ 0,72 – див. рис. 4 є) та зворотний помірний (- 0,44; - 0,45 – див. рис. 4 а, в), середній (- 0,52 – див. рис. 4 з), сильний (- 0,76; - 0,77 – див. рис. 4 б, в); між показником білизни і вмістом оксиду заліза кореляційний зв'язок прямий дуже слабкий (+ 0,12 – див. рис. 4 є) та зворотний помірний (-0,31 – див. рис. 4 д), середній (- 0,56; - 0,66; - 0,64; - 0,66; - 0,63 – див. рис. 4 а, б, в, з, ж), сильний (- 0,71 – див. рис. 4 е); між вмістом оксиду титану і оксиду заліза кореляційний зв'язок прямий дуже слабкий (+ 0,14 – див. рис. 4 є), слабкий (+ 0,24 – див. рис. 4 д), помірний (+ 0,35; + 0,32 – див. рис. 4 є, ж), середній (+ 0,55 – див. рис. 4 б), сильний (+, 075 – див. рис. 4 в) та зворотний дуже слабкий (- 0,16 – див. рис. 4 з), помірний (- 0,37 – див. рис. 4 а).

Найбільші значення показника білизни мають каоліни, що утворилися внаслідок вивітрювання апліто-пегматоїдних гранітів і пегматитів, дещо менше – гранітів і мігматитів, а найменше – гнейсів.

Характерною особливістю будови каолінового покладу Глухівецького родовища є наявність у його верхній частині сировини низьких марок з білизою 67-73 % [3]. За нашими дослідженнями мінімальне значення показника білизни становить 68,1%.

Таким чином, унаслідок складної геологічної будови і перешаровування різних петротипів материнських порід у межах родовища, каоліни мають змінний показник білизни у вертикальному перетині і за латераллю.

Висновки. Глухівецьке родовище елювіальних каолінів утворилося в ранньокрейдову епоху в межах субмеридіональних розламів Глухівецької зони (ускладнена дрібнішими субширотними порушеннями) в місці їх сполучення з Білопільською північно-східною зоною. Головним розламом рудне поле поділене на частини в межах яких переважають певні петротипи порід кристалічного фундаменту. Родовище елювіальних каолінів просторово і парагенетично пов'язане з корою вивітрювання різних за віком, петрографічним і мінеральним складом докембрійськими породами кристалічного фундаменту.

На основі узагальнення і аналізу фактичного матеріалу створено структурно-літологічну модель Глухівецького родовища елювіальних каолінів, яка розкриває причинно-наслідкові зв'язки між геолого-тектонічною будовою території; будовою, речовинним складом і зональністю та товщиною кори вивітрювання; умовами залягання, речовинним складом, товщиною і просторовою та вертикальною мінливістю якісних показників (показник білизни, вміст шкідливих домішок оксидів заліза і титану) покладу каолінів.

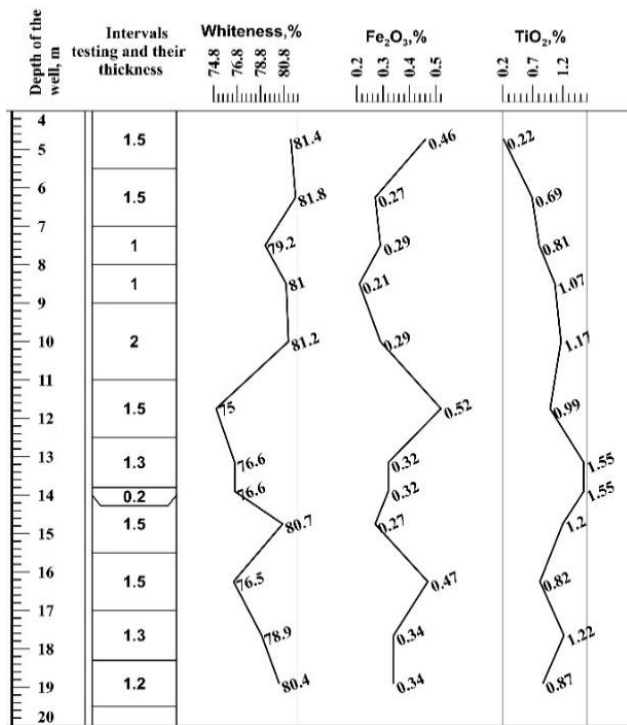
З'ясовано, що поклад каолінів має складне залягання і складну морфологію, які виражені у значних коливаннях абсолютних позначок його покрівлі та подошви і обумовлені геолого-тектонічними особливостями території родовища та ерозійним зрізом. Встановлено, що коливання висот між абсолютними позначками покрівлі каолінів становлять 90,2 м, а коливання висот між абсолютними позначками подошви каолінів – 67,1 м. Коливання абсолютних позначок рельєфу подошви каолінів у двох сусідніх свердловинах іноді досягає 22 м. Таке значне коливання абсолютних відміток подошви і покрівлі покладу каолінів, зокрема й на незначній відстані обумовило складну конфігурацію покладу і значно вплинуло на його товщину, яка змінюється від 1,1 до 52,0 м. Значні товщини каолінів здебільшого притаманні пониженим ділянкам їхньої подошви.

Встановлено, що кореляційний зв'язок між рельєфом подошви і покрівлі каолінів – прямий помірний; між рельєфом подошви каолінів та їх товщиною – зворотний середній; між абсолютною відміткою устя свердловини та товщиною каолінів – прямий помірний, а між абсолютною відміткою устя свердловини та рельєфом подошви каолінів – прямий дуже слабкий.

Речовинний склад каолініту і польвошпатової сировини визначається петротипом материнських порід субстрату і особливостями вертикальної зональності їхньої кори вивітрювання.

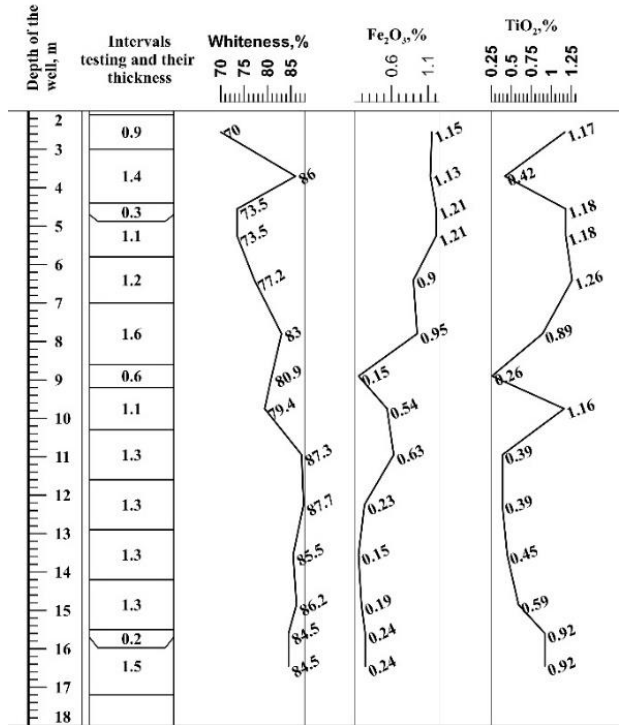
З'ясовано, що розподіл середніх значень показника білизни каолінів та середніх значень

DH 7003



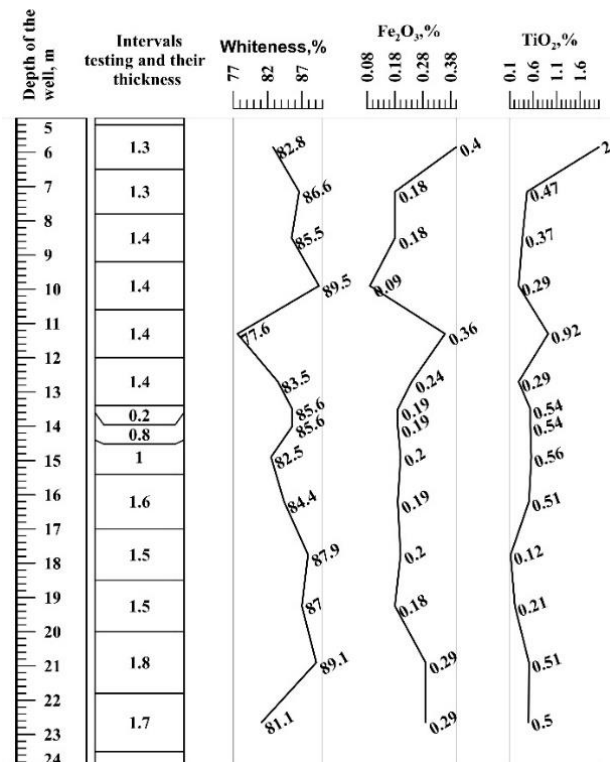
a

DH 7007



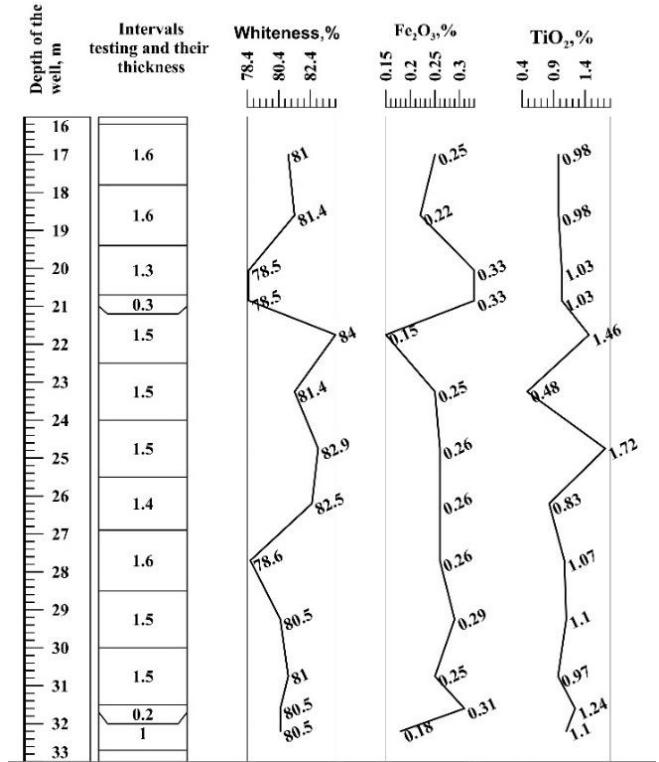
b

DH 7011



c

DH 7018



d

Рис. 4. Вертикальна мінливість білизни елювіальних каолінів та вмісту в них Fe₂O₃ і TiO₂.

a – свердловина 7003, б – свердловина 7007, в – свердловина 7011, г – свердловина 7018 / Fig. 4. Vertical variability of whiteness content of eluvial kaolins and their content of Fe₂O₃ and TiO₂.

a – well 7003, b – well 7007, c – well 7011, d – well 7018

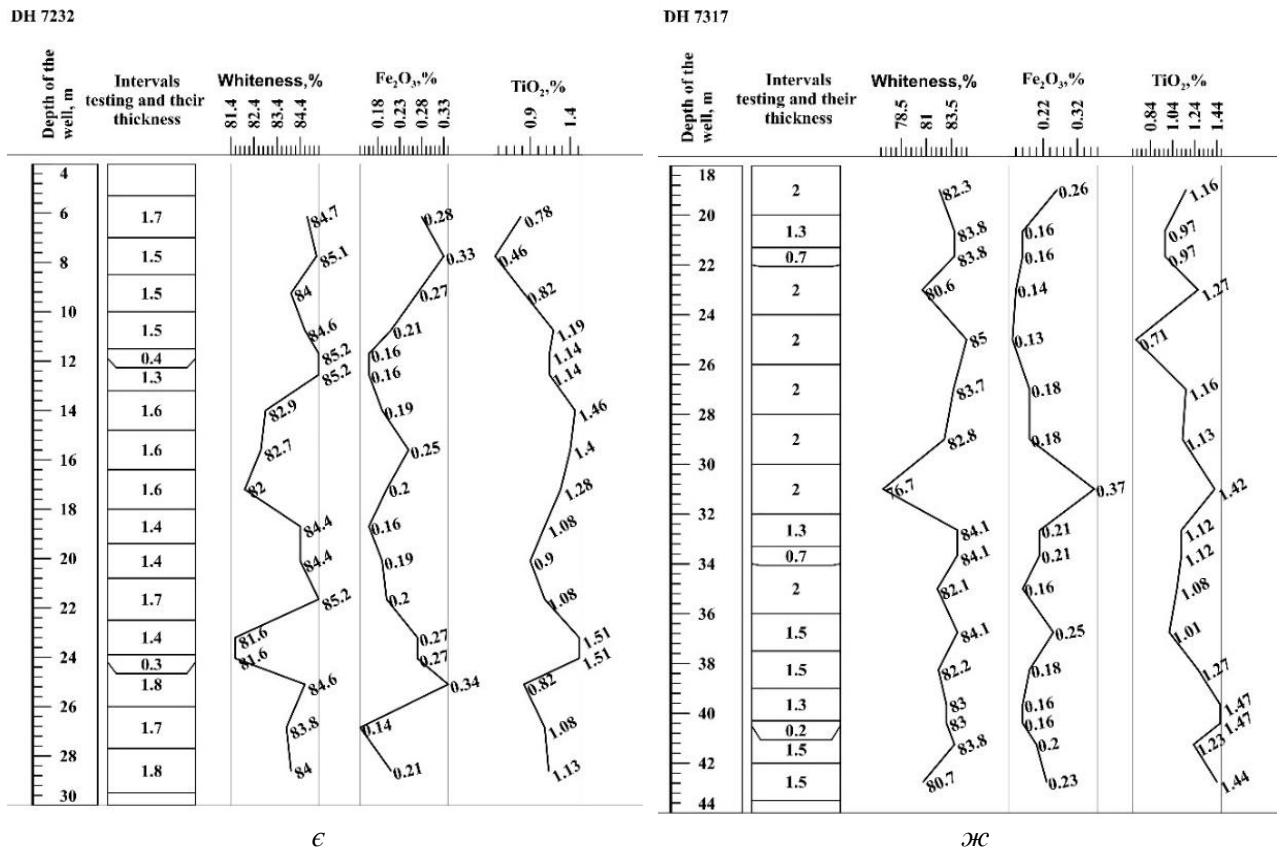
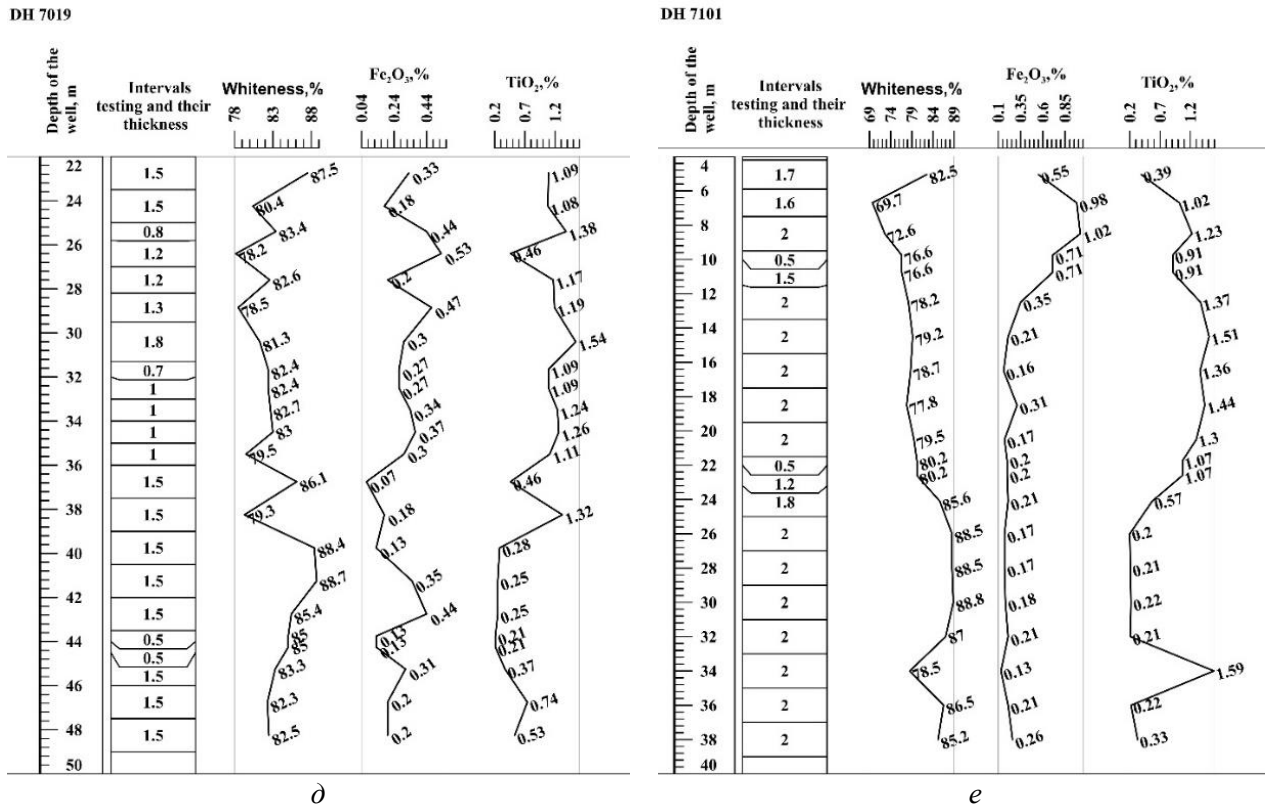


Рис. 4. Вертикальна мінливість білизни елювіальних каолінів та вмісту в них Fe₂O₃ і TiO₂.
 д – свердловина 7019, е – свердловина 7101, е – свердловина 7232, ж – свердловина 7317 /
 Fig. 4. Vertical variability of whiteness content of eluvial kaolins and their content of Fe₂O₃ and TiO₂.
 e – well 7019, f – well 7101, g – well 7232, h – well 7317

вмісту Fe_2O_3 і TiO_2 за латераллю не рівномірній. Середнє значення показника білизни каолінів 81,34 %, а середні значення вмісту оксидів заліза і титану – 0,52% і 0,97% відповідно. У 20,98 % від загальної кількості свердловин вміст Fe_2O_3 , TiO_2 вище середнього. Значення показника білизни вище середнього наявне при значному вмісті TiO_2 (17,07 % свердловин), Fe_2O_3 (15,77 % свердловин), а в 1,44 % свердловин значний показник білизни каолінів наявний при одночасному значному вмісті оксидів титану і заліза.

Встановлено, що кореляційний зв'язок між вмістом оксиду заліза і оксиду титану – прямий слабкий; між вмістом оксиду заліза і показником білизни – зворотний слабкий; між вмістом оксиду титану і показником білизни – зворотний помірний; між товщиною каолінів і показником білизни – зворотний дуже слабкий.

Дослідження вертикального розподілу показника білизни та вмісту оксидів заліза і титану у свердловинах дозволило встановити їх нерівномірний розподіл та змінні кореляційні зв'язки між ними. З'ясовано, що в каолінах значення показника білизни знаходиться в межах 68,1-92,24 %, а вміст Fe_2O_3 і TiO_2 становить 0,13-2,51 % та 0,16-1,83 % відповідно. Встановлено, що між показником білизни і вмістом оксиду титану кореляційний зв'язок прямий помірний, середній, сильний та зворотний помірний, середній, сильний; між показником білизни і вмістом оксиду заліза кореляційний зв'язок прямий дуже слабкий та зворотний помірний, середній, сильний; між вмістом оксиду титану і оксиду заліза

кореляційний зв'язок прямий дуже слабкий, слабкий, помірний, середній, сильний та зворотний дуже слабкий, помірний.

З'ясовано, що між вмістом Fe_2O_3 та TiO_2 існує прямий або зворотний кореляційний зв'язок. Прямий різної сили кореляційний зв'язок між вмістом TiO_2 та Fe_2O_3 встановлено в 21,09 % свердловин.

Таким чином, латеральний та вертикальний розподіл показника білизни каолінів залежить від сумарного вмісту Fe_2O_3 та TiO_2 , або ж одного з зазначених оксидів. У 18,08 % свердловин при товщині покладу каолінів вище середнього діагностовано значення показника білизни вище середнього.

Отже, структурно-геологічна позиція родовища, перешаровування в його межах різних за петрографічним і мінеральним складом кристалічних порід фундаменту, речовинний склад елювіальних утворень обумовили складу будову покладу каолінів, латеральну і вертикальну мінливість вмісту оксидів заліза, титану, показника білизни та якості каоліну.

Структурно-літологічна модель Глухівецького родовища елювіальних каолінів дає цілісне уявлення про родовище та слугує інформаційною базою щодо основних структурно-літологічних характеристик і функціональних властивостей даного об'єкту, має пізнавально-методологічний аспект, який полягає у висвітленні причинно-наслідкового механізму утворення родовища елювіальних каолінів в межах Глухівецько-Турбівського каолінового району.

Список використаної літератури

1. Гелета О.Л. Мінеральні ресурси України: Глини. Частина 2. Характеристика глин, огляд їх запасів і галузей використання. // Коштовне та декоративне каміння. – 2014. – №4. – С. 16-26.
2. Бордюгов В.П. Каолин (геолого-економічний обзор). – К.: Геоінформ, 1997.
3. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000 аркуш М-35-XXIII (Бердичів). – Київ, Міністерство екології та природних ресурсів України. Північне державне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія», Правобережна ГЕ, 2001. – 97 с.
4. Иванов Ю.К., Русько Ю.А., Теодорович Ю.Н. Минералогическая характеристика коры выветривания района Глуховецкого месторождения первичных каолинов // Коры выветривания на территории УССР. – Киев: Наукова думка, 1971. – Ч. 2. – С. 102-123.
5. Ковальчук М.С. Геолого-генетичні моделі рудоносних кір вивітрювання та продуктів їх розмиву і перевідкладення. // Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні: Збірник тез наукової конференції, присвяченої 50-річчю Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка (14-16 травня 2019 р., Київ). У 2-х томах. Київ: НАН України, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка, 2019. – Т. 2. – С. 53-54.
6. Кондрачук В.Ю., Сонкин Д.С. Кора выветривания Глуховецкого района каолиновых месторождений и структурный контроль ее развития // Коры выветривания на территории УССР. – Киев: Наукова думка, 1971. Ч. 2. С. 123-134.
7. Крошко Ю.В., Ковальчук М.С. Структурно-літологічна модель Турбівського родовища елювіальних каолінів. // Геологічний журнал. – 2022. – № 1 (378). – С. 50-61. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2>
8. Кузьманенко Г.О. Первинні каоліни північно-західної частини Українського щита [Текст]: Дисертація канд. геол. наук: 04.00.01, НАН України, Ін-т геол. наук, Київ, 2014. – 230 с.
9. Лепігов Г.Д., Василенко А.П. Глухівецько-Турбівський рудний вузол (Геологічна будова, проблеми вивчення). // Мінеральні ресурси України, 2005. – № 2. – С.13-15.
10. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том. 2. Неметалічні корисні копалини / Д. Гурський та ін.; ред.: М. Щербак, С. Гошовський. – Київ-Львів: Центр Європи, 2006. – 552 с.

11. Ремезова Е.А., Кузьманенко Г.А. Модели распределения каолинов Глуховецкого месторождения (Украина) по качественным показателям // Георесурсы, 2013. – 5(55). – С. 16-18.
12. Розко А.М., Федоренко Ю.Г. Будова та сорбційні властивості вивітрених кристалів мікрокліну Глуховецького родовища // Мінералогічний журнал. – 2016. – 38 (4). – С. 39-44.
13. Рудько Г.І., Озерко В.М., Шепель І.В. Геологія і геолого-економічна оцінка родовищ каоліну України / за ред. Г.І. Рудька. – Чернівці: Букрек, 2015. – 336 с.
14. Русько Ю.А. Каолинизация и каолины Украинского щита. – Киев: Наукова думка, 1976. – 158 с.
15. Сальник В.Г., Черняк Л.П., Петрук Р.В. Порівняльний аналіз структурно-механічних та реологічних показників збагачених і незбагачених глухівецьких каолінів в технології виробництва санітарної кераміки. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 6. – С. 16-20.
16. Слюсаренко Г.О. Літологічна характеристика кори вивітряння докембрійських порід північно-західної частини Українського щита // Збірник наук. праць Ін-ту геол. наук НАН України. – 2009. – Вип. 2. – С. 135-140.
17. Суцук К.Г. Закономірності міграції і концентрації торію в зоні гіпергенезу на території Українського щита // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. – 2014. – Вип. 23. – С. 148-157.
18. Ткачук Л.Г., Сонкин Л.С. Каолины Глуховецко-Турбовского района Украинского щита и перспективы их использования. – К.: Наукова думка, 1981. – 291 с.
19. Фишкин М.Ю. Минералогия и условия образования каолинов Глуховского месторождения // Минералогический сборник Львовского геологического общества. – 1962. – № 16. – С. 227-239.
20. Хрущов Д.П., Ковальчук М.С., Ремезова Е.А. и др. Структурно-литологическое моделирование осадочных формаций. – Киев : Интерсервис, 2017. – 352 с.
21. Kroshko Y.V., Kovalchuk M.S., Kuzmanenko H.O., Okholina T.V. 2022. Structural and lithological model of the Zhezheliv deposit of eluvial kaolin. Геологічний журнал. 3 (380): 67-80. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.253551>

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу.

Конфлікт інтересів: автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

Structural and lithological model of the Glukhivetsky deposit of eluvial kaolins

*Yulia Kroshko*¹

PhD (Geology), Senior Researcher,
Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine;

*Myron Kovalchuk*¹

DSc (Geology), Professor, Head of the Department of Lithology

ABSTRACT

Introduction. The relevance of this publication is associated with the problem of foundation and developing a raw material base of kaoline raw material in accordance with the demand of the national industry.

The purpose of the publication is the development of a digital structural-lithological model of the Glukhovetsky deposit, which displays the causal relationship between the geological structure of the crystalline foundation, the zoning and the material composition of the cortex of the crystalline foundation breeds, the thickness and relief of the surface and the sole of the illegal of the kaolins, the indicator of the underlying of the kaolins, the content of the oxides in them by oxides iron and titanium.

Materials and Methodology. The algorithm for building structural and lithological models of kaolin deposits was developed by the authors of the article and tested on a number of deposits of the Ukrainian Shield and made public in scientific publications and at scientific conferences of various levels. Production reports, scientific publications and dissertation studies were the basis for the research of the Hlukhivetsky deposit. Based on the coordinates, description, test results of 691 wells, chemical analysis of kaolins and determination of their whiteness, a target electronic database was created, which became factual material for cartographic constructions. Maps are built in a software environment Golden Software Strater, Golden Software Surfer software. Correlation between certain parameters were investigated in Microsoft Excell.

Main Results. The spatial variability of the relief of the surface and bottom of the deposit of eluvial kaolins and its thickness was studied. It has been found that the kaolin deposit has a complex morphology, which are expressed in significant fluctuations of the absolute marks of its surface and bottom and are caused by the geological and tectonic features of the territory and the erosion of the section. The petrographic and mineral composition of the rocks of the crystalline foundation determined the lateral and vertical variability of the whiteness index, the content of iron and titanium oxides in kaolins, and the lateral and vertical variability of their quality. It was established that the spatial distribution of the whiteness index varies widely (68.1-92.24 %) and is determined by the increased content of Fe₂O₃ and TiO₂, or one of the specified oxides. Sometimes, in the presence of an above-average content of one of the oxides, the whiteness of kaolins is significant. The conducted studies reveal cause-and-effect relationships between the geological and tectonic structure of the deposit, the zoning and material composition of the weathering crust, the relief of the top and bottom of kaolins, their thickness and quality parameters.

Conclusions. The structural-lithological model shows cause-and-effect relationships between the geological and tectonic structure of the deposit, the zoning and material composition of the weathering crust, and the quality parameters of kaolins. The created structural-lithological model is an instrument of information support for further development of the field, as well as the basis for assessing the conditions of education, occurring and quality of raw materials of kaolins of this genetic type.

Keywords: Vinnytsia region, Glukhiv deposit, eluvial kaolins, structural-lithological model, kaolin thickness, whiteness index, content of titanium and iron oxides.

References

1. Geleta O.L. (2014). *Mineral resources of Ukraine: clay. Part 2. Characteristics of clay, inspection of their stocks and industries. Pregnant and decorative stones.* 4. 16-26.
2. Bordyugov V.P. (1997). *Kaolin (geological and economic review).* K.: Geinform.
3. *State Geological Map of Ukraine scale 1: 200 000 sheets M-35-XXIII (Berdychiv) (2001).* Kyiv. Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. Northern State Regional Geological Enterprise «Pivnich Geology» Pravoberezhna GE, 97.
4. Ivanov Yu.K., Rusko Yu.A., Theodorovich Yu.N. (1971). *The mineralogical characteristics of the cortex of the weathering of the Glukhovetsky deposit of primary kaolins. Bark of weathering in the territory of the Ukrainian SSR.* Kyiv: Naukova Dumka, 2. 102-123.
5. Kovalchuk M.S. (2019). *Geological and genetic models of weathering of ore-bearing crusts and products of their erosion and redeposition. Achievements and prospects for the development of geological science in Ukraine: Collection of theses of the scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation (May 14-16, Kyiv).* In 2 volumes. Kyiv: NAS of Ukraine, M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation. 2. 53-54.
6. Kondrachuk V.Yu., Sonkin D.S. (1971). *Weathering crust of the Glukhovetsky district of kaolin deposits and structural control of its development. Weathering crusts on the territory of the USSR.* Kyiv: Naukova dumka. 2. 123-134.
7. Kroshko Yu.V., Komalchuk M.S. (2022). *Structural and lithological model of the Turbiv deposit of eluvial kaolins. Geological Journal, 1 (378).* 50-61: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.1.244419>
8. Kuzmanenko G.O. (2014). *Primary kaolins of the northwestern part of the Ukrainian shield [Text]: Ph (D) thesis. geol. Sciences: 04.00.01, National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Geol. of science.* Kyiv. 230.
9. Lepigov G.D., Vasilenko A.P. (2005). *Glukhovetsko-Turbivsky ore node (Geological structure, problems of study). Mineral resources of Ukraine.* 2. 13-15.
10. *Metallic and non-metallic minerals of Ukraine. Volume. 2. Non-metallic minerals (2006).* D. Gurskyi et al.; edited by M. Shcherbak, S. Goshovskiy. Kyiv-Lviv: Center of Europe. 552.
11. Remezova E.A., Kuzmanenko H.A. (2013). *Models of distribution of kaolins of the Glukhovetsky deposit (Ukraine) on qualitative indicators. Georesources, 5 (55).* 16-18.
12. Rozko A.M., Fedorenko Y.H. (2016). *Structure and sorption properties of weathered microcline crystals of the Glukhovetsky deposit. Mineralogical journal.* 38 (4). 39-44.
13. Rudko G.I., Ozerko V.M., Shepel I.V. (2015). *Geology and geological and economic assessment of kaolin deposits of Ukraine / edited by G.I. Rudko. Chernivtsi: Bukrek.* 336.
14. Rusko Yu.A. (1976). *Kaolinization and kaolins of the Ukrainian shield.* Kyiv: Naukova Dumka. 158.
15. Salnyk V.G., Chernyak L.P., Petruk R.V. (2007). *Comparative analysis of structural-mechanical and rheological indicators of enriched and non-enriched Gluhivtsi kaolins in the technology of production of sanitary ceramics. Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute.* 6. 16-20.
16. Slyusarenko H.O. (2009). *Lithological characteristics of the weathering crust of the Precambrian rocks of the northwestern part of the Ukrainian shield. Collection of Sciences. works of the Institute of Geol. of Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine.* 2. 135-140.
17. Sushchuk K.G. (2014). *Regularities of migration and concentration of thorium in the zone of hypergenesis on the territory of the Ukrainian Shield. Collection of scientific works of the Institute of Geochemistry of the Environment.* 23. 148-157.
18. Tkachuk L.G., Sonkin L.S. (1981). *Kaolins of the Glukhovetsko-Turbovsky region of the Ukrainian shield and prospects for their use.* Kyiv: Naukova Dumka. 291.
19. Fishkin M.Yu. (1962). *Mineralogy and conditions for the formation of kaolins from the Glukhovetsky deposit. Mineral. Collection of the Lvov Geological Society.* 16. 227-239.
20. Khrushchev D.P., Kovalchuk M.S., Remezova E.A. etc. (2017). *Structural and lithological modeling of sedimentary formations.* Kyiv: Interservice. 352.
21. Kroshko Y.V., Kovalchuk M.S., Kuzmanenko H.O., Okholina T.V. (2022). *Structural and lithological model of the Zhezheliv deposit of eluvial kaolin. Geological Journal.* 3 (380): 67-80. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.253551>

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest

Received 8 June 2023

Accepted 21 September 2023