

УДК 549(477)

[https://doi.org/10.31474/2073-9575-2019-1\(21\)-\(2\)22-7-13](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2019-1(21)-(2)22-7-13)С.В.Сахно
В.В. Ішков
А.І. Сахно

МІНЕРАЛ ДИКІТ В ОСАДОВИХ ВУГЛЕВМІЩУЮЧИХ ПОРОДАХ ДОНБАСУ

Мета. Пошук і дослідження дикіту в осадових вуглевміщуючих породах Красноармійського вугленосного району Донбасу.

Методика. Під час дослідження використовувались методи аналізу і синтезу. Дослідження породних зразків проведено методом мікроскопії.

Результати. Наведено основні характеристики політипу каолініту – дикіту, виділені його особливості серед глинистих мінералів. Проаналізовано сучасні уявлення про генезис, умови формування і стійкість дикіту. Серед низки гіпотез викреслено підхід Лансона, як найбільш близький до умов формування осадових порід Донбасу. Наведено характеристику місця знахідки породних зразків, охарактеризовані властивості вуглевміщуючих порід. На основі проведених досліджень методами мікроскопії на шліфах встановлено, що порода переважно складена великими червоподібний і лускатими агрегатами дикіта.

Зразки породи містять відбитки палеофлори, що дозволяє стверджувати про утворення дикіту шляхом перекристалізації. Зроблено висновок, що формування дикіту може бути пов'язане з малопотужними гідротермальними системами, що розвивались в зонах розтягування масиву при формуванні Центрального скиду.

Наукова новизна. Петрографічні дослідження дозволили впевнено виявити дикіт, враховуючі відмінності дикіта від каолініта і накрита за оптичними властивостями цих мінералів. Для осадових порід вугільних формацій Донбасу це зроблено вперше.

Практичне значення. Наявність гідротермального дикіта, як мінералу який супроводжує ртутне зруденіння, може розглядатись, як пошукова ознака

Ключові слова: дикіт, каолініт, шліф, генезис, породний зразок, кристалічна структура.

Вступ.

Відомо 36 можливих політипів шаруватої структури каолінітового типу, при цьому тільки три з них: каолініт, дикіт і накрит зустрічаються у геологічних утвореннях. [1].

Назва мінералу дикіт походить від шотландського мінералога Аллана Брюг Діка (Allan Brugh Dick) (1833 - 1926), який вперше описав цей мінерал у 1888 році, назвавши його як «мінерал з каолініту» [2]. Після цього дикіт неодноразово ставав об'єктом мінералогічних досліджень. Так в 1930 р Грюнер вперше аргументовано обґрунтував схематичну будову його структури [3], а вже через рік Росс і Керр довели, що дикіт - самостійний мінеральний вид, що відноситься до групи каолініту [4]. Після їх роботи знадобилося цілих 25 років, щоб в 1956 р Ньюкем і Брінділі точно встановили характеристики кристалічної структури цього мінералу [5].

В Україні дикіт достовірно діагностований у поліметалевих рудах Нагольного кряжа, Микитівському ртутному полі [6, 7] та метасоматично змінених породах Мужієвського золото-поліметалевого родовища в Закарпатті [8, 9], а також діагностований разом з накритом в кримських флішах [1].

Мінерал дикіт – характеристика.

Дикіт – це політип каолініту та накриту. Ці типи мінералів незначно відрізняються за своєю кристалічною будовою, але хімічно однакові і відносяться до групи глинистих мінералів. З хімічної точки зору глинисті мінерали уявляють собою водовміщуючі силікати алюмінію з додатковими лужними елементами (K, Na, Li в кристалічній решітці). За винятком алофану (аморфний, силікат алюмінію, вміщуючий воду), глинисті мінерали належать до філосилікатів (шаруватих силікатів), а їх кристалічна структура тісно пов'язана з тальком, слюдою, серпентином та хлоритом. Будівельними блоками є шари тетраedrів SiO₄ та суміжні (Mg, Fe, Al) (O, OH) 6-октавні шари. Двошарові глинисті мінерали (шаруваті силікати 1:1, послідовність TO-TO-TO -...) складаються з одного тетраедра (Т) та одного шару октаедра (О), до якого відносяться мінерали серпентину та каоліну (в т. ч. дикіт і накрит). В таблиці 1 наведено хімічну формулу дикіту та його найважливіші мінералогічні властивості.

Таблиця 1 – Мінералогічні властивості силікату дикіт

| Тип мінералу | Хімічна формула | Клас кристалу | Колір | Твердість за Моосом | Щільність, т/м ³ | Блиск | Прозорість |
|--------------|---|----------------|---|---------------------|-----------------------------|---------------------|------------|
| дикіт | Al ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈ | моноклінальний | білий, безбарвний, жовто-коричневий, сірий, синій | 1,5 – 2 | 2,6 | Перламутровий блиск | прозорий |

Дикіт зустрічається у всьому світі як компонент діагенетичних та гідротермальних асоціацій мінералів. Мінерал зустрічається разом із сульфідами, доломітом та флюоритом у друзах або тріщинах глибоко загартованих гідротермальних родовищ. Спостерігалися утворення дикіту у гідротермально розкладених вулканічних породах і як діагенетичне утворення в осадових гірських породах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У літературі є різні гіпотези щодо умов утворення та діапазонів стійкості дикіту і його політипів каолініту і накріту в осадових породах. Ці мінерали містяться в нафтовміщуючих пермських пісковицях у Північному морі, про що свідчать роботи про генезис дикіту та його зв'язок з утворенням родовищ нафти [10]. Дослідження Ейренберга [10] в глибоких свердловинах континентального шельфу Норвегії, свідчать, що дикіт замінює глинистий мінеральний каолініт на глибинах 3,1 - 3,4 км нижче рівня моря при температурі 120 - 130 ° С.

Бьюфорт [11] стверджує, що перетворення каолініту в дикіт відбувається в діапазоні глибин між 2,5 – 5,0 км. Морфологія змінюється зі збільшенням частки дикітових та платиноблокових агрегатів. Дослідження Парнелла [12] підтверджують, що дикіт, як правило, стабільний при температурах понад

100 - 120 ° С. Таким чином перетворення каолініту в дикіт можна використовувати як палеотермометр для реконструкції ступеня діагенезу гірських порід. Дослідження Лансона [13] свідчать, що водні фази, які містять органічні кислоти, які утворюються під час взаємодії води з нафтою або вугіллям, відіграють головну роль у формуванні дикіту. З підвищенням температури гірських порід іони алюмінія і кремнію виділяються з детриту. Мінеральний дикіт осаджується з розчинів, збагачених цими іонами, при зміні фізико-хімічних умов у порожнинах гірських порід. Ці дослідження дуже важливі для розуміння природи утворення дикіту в осадових породах вугільних формацій Донбасу.

Мета статті. Постановка задачі дослідження.

Метою статті є дослідження дикіту в осадових вуглевміщуючих породах Донбасу.

Задачами дослідження є пошук характерних зразків гірничої породи, проведення мікроскопічного аналізу, формулювання гіпотези утворення мінералу.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувались методи аналізу і синтезу. Дослідження зразків проведено методом мікроскопії.

Викладення основного матеріалу.

Виявлення дикіту в вуглевміщуючих породах Донбасу.

Під час дослідження палеоботаніки середнього карбону, що проводились в 2019 році авторами цієї статті були знайдені нехарактерні для району досліджень зразки породи білого кольору, з рідкими відбитками палеофлори.

Зразки були знайдені на відслоненні в північно-західній частині породного відвалу шахти Центральна, в місті Мирноград Донецької області. Поле шахти «Центральна» розташоване в центральній частині Красноармійського геолого-промислового району Донбасу. Технічними межами поля шахти «Центральна» є: на півночі – технічна межа шахти «Краснолиманська», що відстоїть від стволів шахти «Центральна» на відстані до 4000 м; на півдні – технічна межа шахти 5/6, що проходить по умовній лінії, що ділить поле шахти між цими шахтами навпіл і віддалена від ствола шахти «Центральна» на відстані 2500 м; на заході – технічна межа раніше відпрацьованого поля шахти 3-3 «біс» і шахти «Новатор», а

також гірничі виробки старих шахт і виходи пластів під наноси; на сході - кордон шахтного поля проходить по ізогипсі з відміткою «мінус» 650 м – верхня межа шахти Капітальна. Протяжність поля: по простяганню – 5,7 - 6,6 км; по падінню – 3,4 - 4,0 км. Площа шахтного поля - 19,38 - 26,4 км². Геолокація: GPS 48.313, 37.261, широта і довгота: 48 ° 18'N 37 ° 15'E. Незвичайний білий колір виділяв їх в загальній масі горілого відвалу червоно-рожевого кольору. Зразки мали локальний розподіл у

вигляді поодиноких породних блоків в нижній третині терикону (рис 1).

Формування породного відвалу в зоні виявлення зразків відбувалося породами, що вміщують пласти вугілля l_1, l_7 . Марки вугілля: l_7 - Гк + ГЖОк, l_1 - Гк. Породи покрівлі і підшви представлені переважно аргілітами і алевролітами алмазної (C_2^6) і кам'янської (C_2^5) світ середнього карбону.



Рис. 1. Загальний вигляд відслонення

Аналіз викопіювань з планів гірничих виробок показав, що при відпрацюванні пластів в шахтному полі не було зафіксовано геологічних порушень, в тому числі дрібноамплітудних. Винятком є Центральний скид, з амплітудою до 1,5 м, що був зустрінутий гірничими роботами по пласту l_1 .

Вугільний пласт l_1 – складної будови, витриманий за потужністю, вугілля чорне з прошарками фюзену і вітрону, міцність $f=1,5$, геологічна потужність – 0,98-1,02м. Вміщуючи бокові породи пл. l_1 наступні. Безпосередня покрівля – алевроліт темно-сірий, тріщинуватий, міцністю $f=4-5$, потужністю 3,90-10,48м, малостійкий B_3 . Над пластом – «несправжня

покрівля» - дуже нестійка B_1 , потужністю 0,10-0,18м, $f=2-3$. Основна покрівля – пісковик, сірий, середньозернистий, кварцовий на глинистому цементі, потужністю 5,3-8,1м, міцністю $f=6-7$, середньообвальований A_2 , невикидонебезпечний. Безпосередня підшва – аргіліт темно-сірий, тонкоплитчатий з детритом, потужністю 0,20-1,80м, міцністю $f=3-4$, середньостійкий P_2 .

Загальний вигляд зразків, відібраних на териконі наведено на рис. 2. По цим зразкам були проведені дослідження методом мікроскопії.



а)

б)

Рис. 2. Зразки дикіту з відбитками палеофлори
а) *Calamites* sp. б) *Stigmaria ficoides*

Необхідно відзначити, що основні труднощі в діагностиці мінералів групи каолініту пов'язані, перш за все, зі значною схожістю в будові їх кристалічної решітки і ідентичності складу, а отже і близькістю властивостей. Всі вони характеризуються «двоповерховою» будовою кристалічної решітки, що складається з дитригональних шарів (тетраедричних і октаедричних) і відрізняються лише особливостями розташування цих сіток. У дикіта елементарна комірка складена двома «двоповерховими» шарами, при цьому дитригональна сітка тетраедрів трохи зміщена щодо сітки октаедрів [5].

У той же час петрографічні дослідження дозволяють впевнено виявити відмінності дикіта від каолініта і накрита за оптичними властивостями цих мінералів. Основні відмінності оптичних властивостей дикіта від поліморфних йому каолініта і накрита полягають в наступному: позитивний оптичний знак, орієнтування оптичної індикатрисі $aN_p = 76-70^\circ$, $aNm = 14-20^\circ$, дисперсія оптичних осей $\gamma < \nu$.

Необхідно відзначити полігенність дикіта. Дикіт осадового походження, як правило, представлений дуже тонкими, сильно дисперсними окремими лусочками неправильної форми. Дикіт гідротермального (низькотемпературного) генезису зазвичай утворює псевдогексагональні пластинки, близькі

до ізометричної або кілька подовженої форми, часто формує червоподібні агрегати.

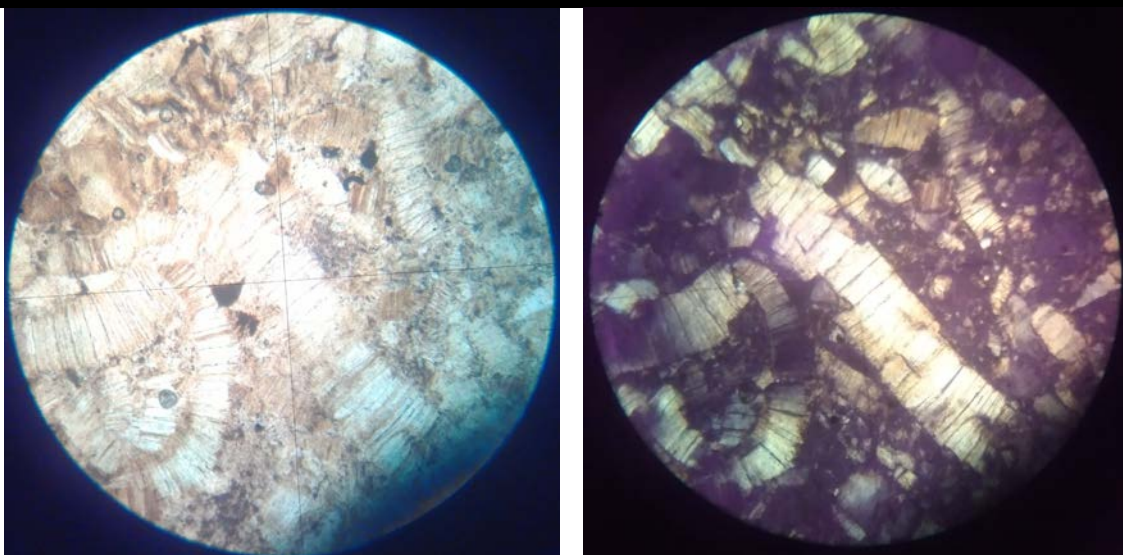
Петрографічний опис.

Мікроскопічні дослідження проводились на шліфах, виготовлених з відібраних на відвалі зразків. Фото шліфів наведені на рис. 3, 4.

Було встановлено, що порода характеризується лепідобластовою структурою і практично повністю складається з великих червоподібних і лускатих агрегатів дикіта (93-94%), дуже дрібних добре окатаних зерен кварцу з характерним хвилястим згасанням (3-4%), дрібних зерен виключно сильно зміненого пелітізованого плагіоклаза (по суті реліктів) – ортоклаза (?) (2,5-3%), одиничних окатаних зерен аллотігенного циркону.

Дикіт практично аналогічний описаному Є.К. Лазоренко [14] з рудних жил Микитівського родовища. Сама наявність гідротермального дикіта, як мінералу який супроводжує ртутне зруденіння, розглядається рядом авторів, як пошукова ознака [15, 16].

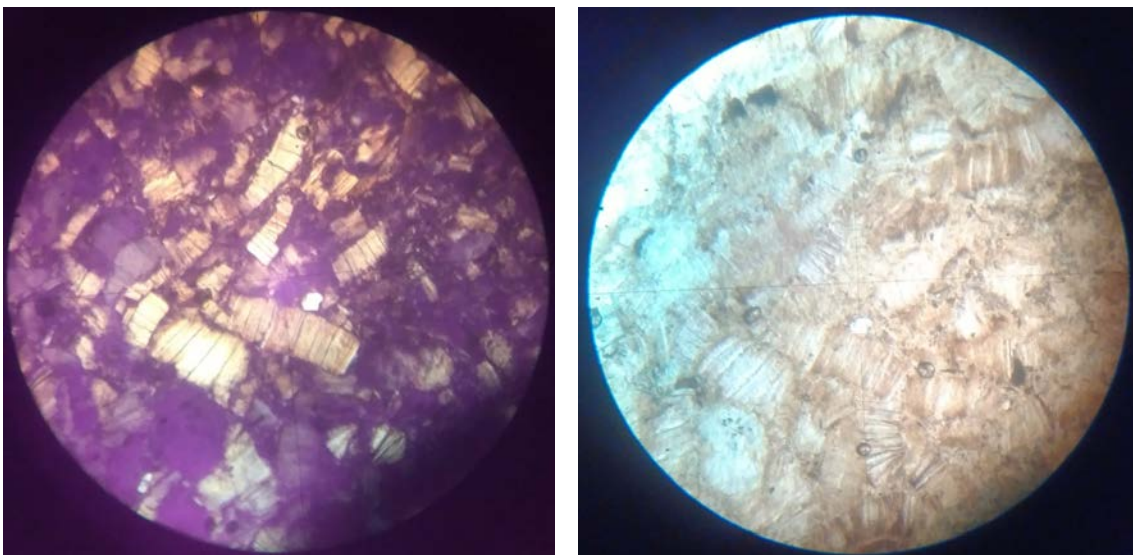
Проведені дослідження свідчать про те, що можливим варіантом умов формування дикіту є перекристалізація під дією гідротермального розчину. Утворення шляхом прямої кристалізації з гідротермального розчину за умов високого перенасичення та значної швидкості росту, виключається, оскільки на зразках породи присутні відбитки палеофлори.



а)

б)

Рис. 3. Дикіт. Збільшення $\times 60$: а) просте проходять світло; б) поляризоване проходять світло



а)

б)

Рис. 4. Дикіт. Збільшення $\times 60$: а) просте проходять світло; б) поляризоване проходять світло

Формування дикіту може бути пов'язане з малопотужними гідротермальними системами, що розвивались в зонах розтягування масиву при формуванні Центрального скиду. Таким чином, отримані результати пояснюються механізмом, запропонованим Лансеном [13].

Висновки.

Вперше знайдено мінерал дикіт в осадових вуглевміщуючих породах Донбасу. Проведені мікроскопічні дослідження на шліфах, що дозволили встановити, що порода переважно складена великими червоподібний і

лускатими агрегатами дикіта. Зразки породи містять відбитки палеофлори, що дозволяє стверджувати про утворення дикіту шляхом перекристалізації.

Список літератури

1. Азарська О., Скакун Л., Білоніжка П. Дикіт і накрит із флішової формації Криму *Мінералогічний збірник*. 2010. № 60. Вип. 2. С. 97–105.
2. Dick A.B. Supplementary notes on the mineral kaolinite. *Mineral Mag.* 1908. 15. P. 124–127.
3. Gruner J.W. The structural relationship of glauconite and mica. *Amer Mineral.* 1935. 20. P. 699–714.

4. Ross C.S., Kerr P.F. The kaolin minerals. *U. S. Geol Surv Profess Paper*. 1931. 165-E. P. 151-176.
5. Newnham R.E., Brindley G.W. The crystal structure of dickite. 1956. *Acta Cryst.* 10. P. 88.
6. Логвиненко Н.В., Франк-Камеенецький В.А. О дикките. *Докл. АН СССР*. 1962. Т. 143. № 5. С. 1186–1189.
7. Наконник Н.И. О накрите и прочих каолиновых минералах СССР. *Зап. Всерос. минерал. об-ва*. 1941. Ч. 70. № 1. С. 51–64.
8. Лазаренко Е.К., Лазаренко Э.А., Барышников Э.К., Малыгина О.А. Минералогия Закарпаття. Львов, 1966.
9. Фишкин М.Ю. Диккит из вторичных кварцитов Береговского холмогорья Закарпатской области. *Минерал. сб.* 1963. № 17. С. 214–220.
10. Ehrenberg S.N., Aagaard P., Wilson M.J., Fraser A. R. & Duthie D.M.L. Depth-Dependent Transformation of Kaolinite to Dickite in Sandstones of the Norwegian Continental Shelf. *Clay Minerals*. 1993. 28. P. 325–352.
11. Beaufort D., Cassagnabere A., Petit S., Lanson B., Berger G., Lacharpagne J. C. & Johansen H. Kaolinite-to-dickite reaction in sandstone reservoirs. *Clay Minerals*. 1998. 33. P. 297–316.
12. Parnell J., Baron M. & Boyce A. Controls on kaolinite and dickite distribution, Highland Boundary Fault Zone, Scotland and Northern Ireland. *Journal of the Geological Society*. 2000, London, Volume 157, P. 635–640.
13. Lanson B., Beaufort D., Berger G., Bauer A., Cassagnabere A. & Meunier A. Authigenic kaolin and illitic minerals during burial diagenesis of sandstones: a review. *Clay Minerals*. 2002. 37, P. 1–22.
14. Лазоренко Е.К. Силикаты из кварцево-карбонатных жил Нагольного кряжа. *Мин. Сбор. Львовск. геол. общ.* 1950. №4.
15. Демидова Н.Г. О дикките из Тибского месторождения ртути (Северный Кавказ) *Вестник Мос. гос. универ. Серия биологии, почвоведения, геологии, географии*. 1955. № 2. С. 23–27.
16. Зарицкий П.В. Диккит из восточных районов Донбасса. *Записки Всесоюзного минералогического общества*. 1960. ч. 89, вып. 5, С. 584–588.
3. Gruner J.W. The structural relationship of glauconite and mica. *Amer Mineral*. 1935. 20. P. 699–714.
4. Ross C.S., Kerr P.F. The kaolin minerals. *U. S. Geol Surv Profess Paper*. 1931. 165-E. P. 151-176.
5. Newnham R.E., Brindley G.W. The crystal structure of dickite. 1956. *Acta Cryst.* 10. P. 88.
6. Logvinenko N.V., Frank-Kamenetsky V.A. About Dickit. *Doc. USSR Academy of Sciences*. 1962. Т. 143. № 5. P. 1186–1189.
7. Nakovnik N.I. About nakrit and other kaolinite minerals of the USSR. *West Vseros. mineral. soc.* 1941. Part 70. No. 1. P. 51–64.
8. Lazarenko E.K., Lazarenko E.A., Baryshnikov E.K., Malygina O.A. Mineralogy of Transcarpathia. Lviv, 1966. 9. Fishkin M.Yu. Dickit from secondary quartzites of the Beregovsky hills of the Transcarpathian region. *Mineral. Sat* 1963. No. 17. P. 214–220.
9. Fishkin M.YU. Dikkit iz vtorichnykh kvartsitov Beregovskogo kholmogorya Zakarpatskoy oblasti. *Mineral. sb.* 1963. № 17. P. 214–220.
10. Ehrenberg S.N., Aagaard P., Wilson M.J., Fraser A. R. & Duthie D.M.L. Depth-Dependent Transformation of Kaolinite to Dickite in Sandstones of the Norwegian Continental Shelf. *Clay Minerals*. 1993. 28. P. 325–352.
11. Beaufort D., Cassagnabere A., Petit S., Lanson B., Berger G., Lacharpagne J. C. & Johansen H. Kaolinite-to-dickite reaction in sandstone reservoirs. *Clay Minerals*. 1998. 33. P. 297–316.
12. Parnell J., Baron M. & Boyce A. Controls on kaolinite and dickite distribution, Highland Boundary Fault Zone, Scotland and Northern Ireland. *Journal of the Geological Society*. 2000, London, Volume 157, P. 635–640.
13. Lanson B., Beaufort D., Berger G., Bauer A., Cassagnabere A. & Meunier A. Authigenic kaolin and illitic minerals during burial diagenesis of sandstones: a review. *Clay Minerals*. 2002. 37, P. 1–22.
14. Lazorenko E.K. Silicates from quartz-carbonate veins of the Nagolny Ridge. *Min Collection*. Lvivsk. geol. total 1950. No4.
15. Demidova N.G. About dikkit from the Tibskoye field of mercury (North Caucasus) *Vestnik Mos. state University. A series of biology, soil science, geology, geography*. 1955. No. 2. P. 23–27.
16. Zaritsky P.V. Dickit from the eastern regions of Donbass. *Notes of the USSR Mineralogical Society*. 1960. Part 89, no. 5, P. 584–588.

References

1. Azarskaya O., Skakun L., Bilonizhka P. Dyckit and cover with flysch formations Crimea *Mineralogical collection*. 2010. № 60. Num. 2. P. 97–105.
2. Dick A.B. Supplementary notes on the mineral kaolinite. *Mineral Mag*. 1908. 15. P. 124–127.

Надійшла до редакції 02.12.2019

Сахно Світлана Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри геології розвідки і збагачення корисних копалин, ДВНЗ Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна, svitlana.sakhno@donntu.edu.ua.

Ішков Валерій Валерійович – кандидат геологічних наук, доцент кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин НТУ "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна.

Сахно Анастасія Іванівна – учениця, член Малої академії наук України, м. Покровськ, Україна.

DICKIT MINERAL IN SEDIMENTARY CARBON ROCKS OF DONBASS

Purpose. Search and study of dickit in sedimentary carbon-bearing rocks of the coal region Donbass.

Methods. The study used methods of analysis and synthesis. The study of rock specimen was carried out by microscopy.

Results. The main characteristics of the kaolinite polytype - dickit, its distinguished features among clay minerals are given. The modern ideas about the genesis, the conditions for the formation and stability of dickite are analyzed. Among a number of hypotheses, the Lanson approach is highlighted as the closest to the conditions for the formation of sedimentary rocks of the Donbass. The characteristics of the location of rock specimen are given, the properties of carbon-bearing rocks are characterized. Based on the studies performed by microscopic microscopy on thin sections, it was found that the rock is predominantly composed of large worm-like and scaly aggregates of dickite. The rock specimen contain paleoflora marks,

which suggests the creation of dickite by recrystallization. It is concluded that the formation of dickite may be associated with low-power hydrothermal systems that developed in the zones of massif extension during the formation of the Central normal fault.

Scientific novelty. Petrographic studies made it possible to confidently identify dickit, given its differences from kaolinite and nakrit in the optical properties of these minerals. For sedimentary rocks of coal formations of Donbass, this was done for the first time.

Practical significance. The presence of hydrothermal dickite, as a mineral accompanying mercury mineralization, can be considered as a search sign

Keywords: dickit, kaolinite, thin section, genesis, rock specimen, crystalline structure.

Sakhno Svitlana Volodimirivna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology of Mineral Exploration and Enrichment, Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine, svitlana.sakhno@donntu.edu.ua.

Ishkov Valery Valerievich – Candidate of Geological Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Exploration of Mineral Deposits, NTU "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine.

Sakhno Anastasia Ivanivna - student, member of the Small Academy of Sciences of Ukraine, Pokrovsk, Ukraine.