

УДК 553.492.6:666.94(477.87)

БЕРЕГІВСЬКЕ РОДОВИЩЕ АЛУНІТОВИХ РУД

В. Мельник

*Закарпатська геологорозвідувальна експедиція
90201 Закарпатська обл., м. Берегове, просп. Геологів, 10
E-mail: romgeon@gmail.com*

На підставі аналізу опублікованих праць і фондових матеріалів схарактеризовано мінеральний склад, петрохімічні особливості, генезис і технологічні дослідження алунітових руд Берегівського родовища (Закарпаття). Запропоновано першочергові завдання для вибору остаточного варіанта технології.

Ключові слова: мінералогія, алунітова руда, туф, вторинний кварцит, технологічні дослідження, Закарпаття.

В Україні найбільше відомі два родовища алунітових руд – Берегівське і Біганське, їх вивчало багато дослідників [4–10]. Алуніти й алунізовані породи (алунітові руди) надзвичайно цікаві за мінеральним складом, петрохімічними особливостями й генезисом [1–3]. На поверхні землі вони значно поширені, а рудопрояви і родовища порівняно з іншими рудними й нерудними копалинами вивчені недостатньо, тому в сферу промислового виробництва їх упроваджують недавно. Методи їхньої комплексної переробки перебувають на стадії освоєння.

Алунітові руди є цінною комплексною сировиною для металургійної, хімічної, будівельної і керамічної промисловості. З алунітових руд можна одержати глинозем, а потім алюміній, калійні добрива, сірчану кислоту, галун, сульфат алюмінію (коагулянт), соду, спеціальні цементи, піно-алуніт (піноскло), керамічну плитку.

Берегівське родовище алунітових руд – частина складного комплексного алуніт-каолін-золото-поліметалевого родовища, розміщеного в межах Великої Берегівської гори (на її вершині та схилах), у західній частині однойменного рудного поля на стикуванні двох значних структурних одиниць – Берегівської палеокальдери і Куклянського горсту. Структурно Берегівське рудне поле розташоване в зоні зчленування Закарпатського внутрішнього прогину з Панонським серединним масивом, перетвореним пізніше в Велику Угорську западину.

Стратифіковані відклади рудного поля і родовища належать до двох структурних комплексів: альпійського складчастого фундаменту і неогенового вулканогенно-осадового чохла. Донеогеновий фундамент має блокову будову і складений відкладами тріасу та юри, що представлені аргілітами, кременистими вапняками, кварцитоподібними пісковиками, яшмами. Породи фундаменту є на глибинах 600–700 м і нижче. Неогеновий вулканогенно-осадовий чохол субгоризонтального залягання, загальною потужністю близько 1 000 м.

Досліджувані алунітові руди приурочені до верхнього структурного поверху – верхньої частини розрізу сарматського ярусу, пачки середньодоробратівської підсвіти туфового горизонту (рис. 1).

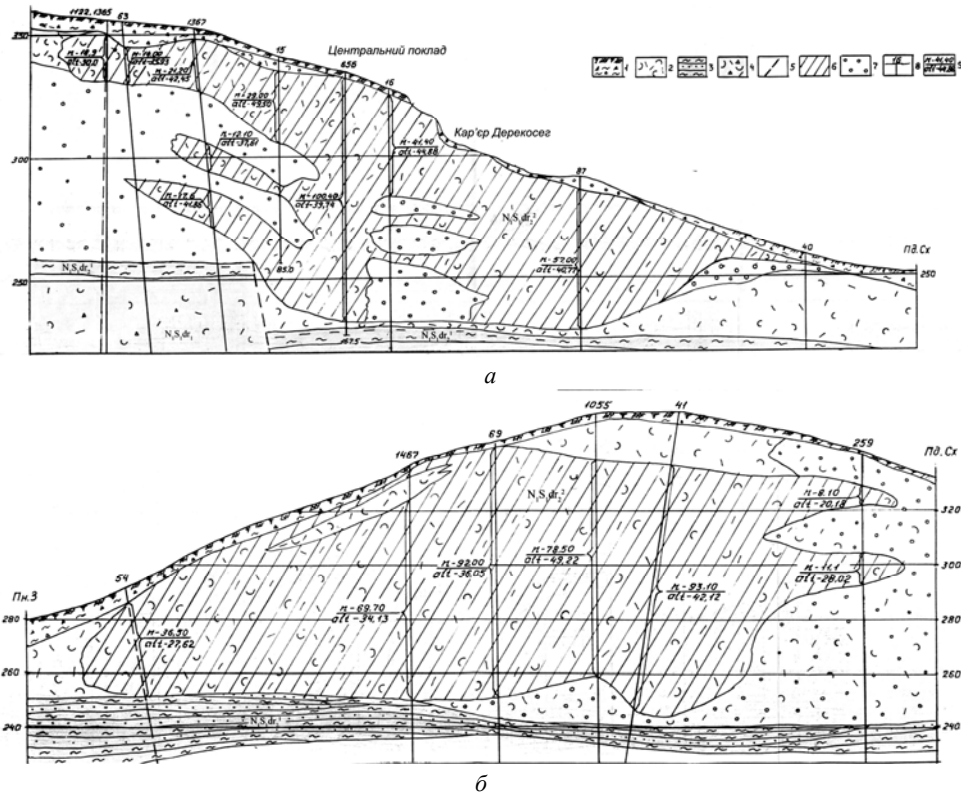


Рис. 1. Геологічні розрізи Берєгівського родовища алунітових руд ділянок кар'єрів Дерекосег (а) та Моломко (центральный поклад) (б):

1 – рослинний шар, суглинки, глини; 2 – ріолітові туфи продуктивної товщі; 3 – аргіліто-подібні глини, аргіліти з прошарками пісковиків; 4 – ріолітові туфи, ксенотуфи; 5 – розривні порушення; 6 – поклади алунітових руд; 7 – поклади каоліну; 8 – номер свердловини; 9 – характеристика рудних перерізів: у чисельнику – потужність, м, у знаменнику – вміст алуніту, %.

Породи цього горизонту, а це ріолітові туфи, прошарки туфітів, кременисті породи, повсюди інтенсивно перероблені гідротермально-метасоматичними процесами в аргілізити і вторинні кварцити. Широко розвинута алунітова й каолінітова фації вторинних кварцитів, з якими пов'язані поклади алунітових руд і каоліну.

Генетично алунітові руди пов'язані з неогеновим циклом вулканізму, точніше, з поствулканічною газово-гідротермальною діяльністю вздовж тектонічних порушень типу зсувів.

Алунітові руди на родовищі утворюють значний за розмірами головний дугоподібний поклад і низку малих, які в загальних рисах мають лінзоподібну форму, верхня і нижня поверхні їх значно ускладнені. Поклади розкриті кар'єрами Дерекосег, Моломко і великою кількістю свердловин (рис. 2, 3). Потужність покладів коливається від 8,9 до 100,4 м, у середньому – 39,9 м. Загальні запаси алунітових руд на родовищі оцінюють у понад 60 млн т з середнім вмістом алуніту близько 40 %. На цей вид сировини досі немає стандартів, проте накопичений матеріал з розробки

схем збагачення й переробки руд дає підстави вважати економічно доцільним використання руд, у яких вміст алуніту не менше 20 %.

Останніми десятиліттями в Інституті ВАМІ (м. Санкт-Петербург) розроблено нові високоефективні екологічні чисті технології лужної гідрохімічної переробки алунітової руди з одержанням глинозему, сульфату калію, пористих кварцових гранул, алюмокалієвого галуну і рідкого хлориду алюмінію, який придатний для використання як коагулянт для очищення питної води і промислових стічних вод.



Рис. 2. Виходи алунітизованих туфів (алунітових руд), кар'єр Дерекосег.



Рис. 3. Виходи алунітизованих туфів (пористий різновид алунітових руд). Кар'єр Моломко.

Нові методи дають змогу ефективно комплексно переробляти алунітові руди, які вміщують 30–40 % алуніту, без збагачення.

Руди із Закарпаття також вивчали в Інституті ВАМІ за новими удосконаленими технологіями, зокрема, досліджено речовинний склад і визначено оптимальні параметри процесу гідрохімічної переробки.

Алунітові руди Берегівського родовища утворилися внаслідок сірчаноокислого метасоматозу ріолітових туфів. Найпотужніші поля алунітизованих порід є вздовж тектонічних тріщин і розломів, по яких процес алунітизації місцями спускався на глибину 200 м і нижче. Причому в тектонічних порушеннях і недалеко від них алуніту в породах немає, або він наявний у відкладеній жильній формі.

Сульфатні розчини формувалися завдяки надходженню з глибин по тектонічних порушеннях сірководню й сірчистого ангідриду і наступному його розчиненню у вадозних водах, насичених киснем, що приводило до окиснення сірководню й сірчистого ангідриду до сірчаної кислоти. Вона просякала крізь пористі ріолітові туфи й перетворювала їх без зміни об'єму у вторинні кварцити. Під час розкладання вулканічного скла і польового шпату під дією сірчаної кислоти алюміній залишався на місці, а кремній мігрував, як кальцій і магній. Натрій і калій накопичувались на місці, проте через надвелику активність калію його кількість в новоутвореннях зростала порівняно з первинною у вихідних породах.

Можна погодитися з Г. Ефендієвим [11], який доводить, що процес алунітизації не можна достатньо конкретно називати метасоматичним, оскільки осадження алуніту завжди відбувалося під дією сірчаноокислих розчинів, до того ж розчин постійно зазнавав збагачення завдяки розкладанню вулканічного скла й польових шпатів.

Результати детального опробування ядра свердловин засвідчили, що вміст алуніту в рудах коливається в надто широких межах – від 20 до 98 %. Часто трапляються малопотужні лінзоподібні прошарки каолін-кременистих і алунітизованих порід потужністю від 0,2–2,0 до 5–7, зрідка 10–15 м зі вмістом алуніту від 0,2–1,0 до 15–20 %.

Нерівномірний розподіл рудоутворювального компонента пояснюють, насамперед, невитриманістю метасоматичного процесу в площинному і вертикальному розрізах, зміною складу сірчаноокислих розчинів і характером первинної пористості туфів.

Кількість мінералів, які є в складі алунітових руд, обмежена. З'ясовано, що алунітові руди родовища утворені, головню, з алуніту і кварцу з незначними домішками мінералів групи каолініту й опалового кремнезему. Майже постійно як другорядна домішка в рудах наявні гідроксиди заліза, у дуже малій кількості – барит. Кількість акцесорних і реліктових мінералів ледве перевищує соті частки відсотка. Це, звичайно, циркон і анатаз. Також у рудах міститься несуттєва (до 2 %) домішка зерен кварцу і полімінеральних реліктових утворень (уламки аргіліту, пісковіку тощо), що збереглися під час гідротермального переродження туфів.

Під мікроскопом видно, що алунітова руда – це зростання алуніту і мікрокварцу, де текстура, звичайно, мікрокварцова, деколи невпорядкована. Вкраплення складені агрегатом великих (0,1–0,3 мм) ромбодричних, деколи сплюснених завдяки граням пінакоїда зернин алуніту. Основна маса породи – тісне химерне зростання алуніту і мікрокварцу. Алуніт тут, на відміну від вкраплень, має неправильну, сильно порізану реліктову форму, розмір їх 0,05–0,10 мм (рис. 4, 5).

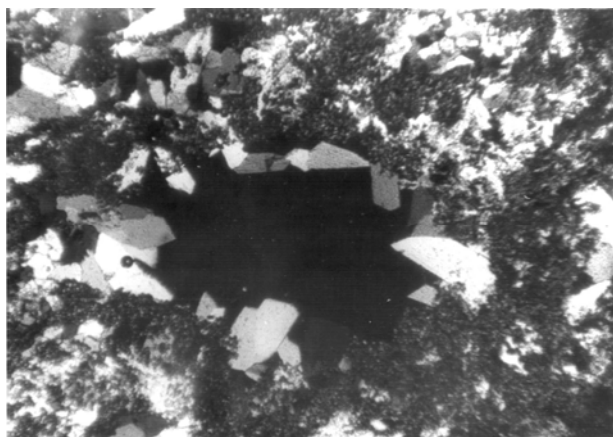


Рис. 4. Гніздоподібне виділення крупнозернистого алуніту серед мікрокварц-алунітової основної маси. Кар'єр Моломко, шліф, ніколі +, $\times 70$.



Рис. 5. Пошматовані зерна алуніту в основній масі породи порівняно з мікрокварцом. Кар'єр Моломко, шліф, ніколі +, $\times 120$.

Алуніт – головний мінерал руди. Форми його виділення у вкрапленнях та основній масі схарактеризовані вище. Зрідка алуніт фіксують у вигляді дрібнозернистого, мучнистого агрегату з розвинутими в ньому бережками і гніздами укрупненого перекристалізованого алуніту, утвореного з дрібнозернистого.

Кварц простежують, зазвичай, у вигляді мікрозернистого метасоматичного різновиду – мікрокварцу з розміром зерен близько 0,005 мм, деколи до 0,01 мм. Мікрокварц найбільше поширений в основній масі породи, де утворює твердий міцний агрегат, зрощений з безформним, сильно порізаним алунітом. У гніздах трапляються лише окремі зерна мікрокварцу, що утворюють пойкилітові вclusions у великих алунітових кристалах. Генетично мікрокварц є продуктом кристалізації кремнезему, який вивільнився під час розкладання силікатів і вулканічного скла. Частина мікрокварцу утворилася внаслідок дегідратації водних форм кремнезему – опалу.

Менше поширений інший різновид кварцу – реліктові кристалокласти магматичного походження, які збереглися в породі під час її метасоматичного перетворення. Їхній розмір становить частки міліметра, деколи до 1 мм, форма згладжена округлена.

Опал у руді наявний як незначна домішка. Це, головню, білий або ясно-сірий псевдоморфний опал, який, утворюючись на місці в процесі гідротермальної зміни порід, супровідного розкладання силікатів, вулканічного скла, пірокластичних утворень, повністю успадковує всі деталі їхньої будови.

У порожнинах руди трапляється опал, який є продуктом осадження кремнезему з розчинів. Він, звичайно, різноманітний за кольором, блиском, будовою і формами виділення.

Каолініт, як і псевдоморфний алуніт, утворюється по уламках і зернах алюмосилікатів і порід, по вкрапленнях, успадковуючи їхню форму, і у вигляді дрібних скупчень в основній масі туфу.

Галуазит виявлено в руді у вигляді низькозаломлювальної речовини, знебарвленої або слабо забарвленої в жовтуваті тони. Зрідка галуазит набуває коричневого забарвлення і має підвищений показник заломлення, очевидно, через збагачення залізом.

Гематит міститься в руді в дуже малій кількості, проте його виразно простежено в прозорих шліфах завдяки дисперсності та характерним оптичним властивостям. Виявлений серед мікрокварцових агрегатів у вигляді рідкісних безформних зерен з порізнаними краями розміром 0,05–1,0 мм.

Барит поширений у межах фацій вторинних кварцитів, проте в алунітових рудах наявний у різко підпорядкованій кількості. Визначено два різновиди бариту, які відрізняються за морфологією виділень і генезисом: жильний гідротермальний та вкраплений – у вигляді друз і одиничних кристалів у порожнинах вилуговування алунітизованих порід. Жильний барит на родовищі дуже рідкісний, вкраплений зафіксовано в алунітизованих туфах у вигляді видовжених призматичних кристалів, часто незвичайного вигляду (сильно видовжені еліпсоподібні округлені зерна). Через такий незвичайний обрис цей барит прийняли за новий мінеральний вид і назвали волніном (І. Йонас, 1820).

За мінеральним складом і хімічними особливостями окремих мінералів на родовищі виділено один технологічний тип руди – кварцовий тип алунітової руди.

За способом утворення алунітових агрегатів розрізняють декілька типів руди, проте вони становлять тільки геологічний інтерес, оскільки під час їхнього виділення не враховані умови залягання, співвідношення, можливість експлуатації за виділеними різновидами і не схарактеризовано алунітові руди як сировину для промисловості.

У верхніх горизонтах покладів переважає сильно пориста сіро-біла й сіра порода. Розмір пор коливається в широких межах – від десятих часток міліметра до 4–5 мм у діаметрі, форма частково видовжено-кругляста, еліпсоподібна, часто примхлива. Поверхня стінок пор нерівна, звичайно покрита нальотом кристалів алуніту (рис. 6). Досить часто трапляються щільні тонкозернисті алунітові руди (рис. 7).

Незважаючи на сильну пористість, місцями майже мереживну текстуру, цей різновид руди має значну твердість і міцність, що зумовлене суттєво кварцовим складом. Ці властивості дають змогу застосувати таку руду як жорновий камінь (набув популярності в Закарпатті та за його межами).

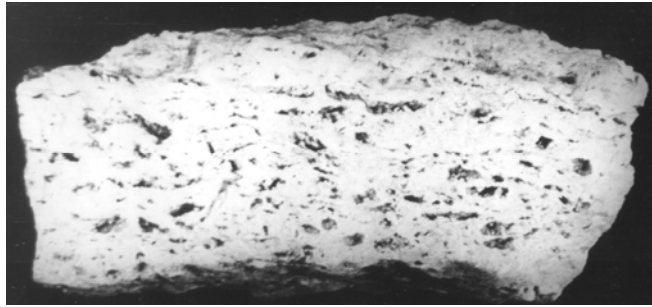


Рис. 6. Пористий різновид алунітової руди, кар'єр Моломко.

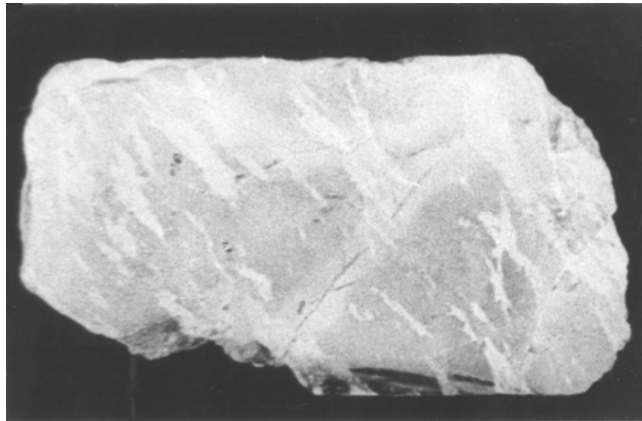


Рис. 7. Щільна тонкозерниста алунітова руда.

Оскільки в нашій країні є достатня кількість алунітових руд, а останніми роками розроблено нові технологічні прийоми з сучасним обладнанням, то алунітові руди Закарпаття треба трактувати як сировинну базу для виробництва глинозему, галу-ну, сульфату алюмінію та іншої продукції.

Отже, дослідження потрібно продовжити, щоб вибрати остаточний варіант технології, оптимізувати технологічний режим процесів, глибше вивчити якість одержаних продуктів, провести токсикологічні дослідження на одержаному коагулянті. Сьогодні з огляду на високу якість і прості гірничо-геологічні умови залягання руд на родовищі це є першочерговим завданням галузі.

1. *Каишай М.А.* Алунитовые месторождения, их классификация и сопутствующие процессы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1961. № 2.
2. *Каишай М.А.* Физико-химические условия алунитообразования. Баку: Изд-во АН АзССР, 1972.
3. *Лабутин П.В.* Алуниты. М.: Metallurgizdat, 1965.
4. *Лазаренко Е.К., Лазаренко Э.А., Барышников Э.К., Малыгина О.А.* Минералогия Закарпаття. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1963.
5. *Лейе Ю.А., Клитченко М.А., Авгитов А.М., Тихоненков Э.П.* Алуниты Закарпаття. М.: Недра, 1971.

6. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые. Киев; Львов: Центр Европы, 2005.
7. Мінерали Українських Карпат. Борати, арсенати, фосфати, молібдати, сульфати, карбонати, органічні мінерали і мінералоїди / Матковський О.І., Білоніжка П.М., Бойко Г.Ю. та ін. Львів, 2003.
8. *Пиотровский Г.Л.* Об алуните Береговского района в Закарпатье // Минерал. сб. 1947. № 1.
9. *Сасин Г.Г.* Генетические типы алунитовой минерализации Берегово-Беганьского района Закарпатья // Проблемы геологии и рудоносности неогена Закарпатья. Берегово, 1966.
10. *Фишкин М.Ю.* Минералогические фации и условия образования вторичных кварцитов Береговского холмогорья в Закарпатье // Минерал. сб. 1953. № 12.
11. *Эфендиев Г.Х., Назарова Т.М.* Редкие элементы алунитов // Геохимия редких элементов. Баку: Изд-во АН АзССР, 1966.

BEREHOVE DEPOSIT OF ALUNITE ORES

V. Mel'nyk

*Zakarpats'ka Geological-Survey Expedition
Geologiv Av. 10, UA – 90201 Berehove, Ukraine*

Information about mineral composition, petrochemical features, genesis and technological researches of alunite ores from Berehove deposit (Transcarpathians) on the basis of analysis of the published works and production materials is resulted. Primary tasks are offered for the choice of fair copy of technology.

Key words: mineralogy, alunite ore, tuff, second quartzite, technological researches, Transcarpathians.

БЕРЕГОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АЛУНИТОВЫХ РУД

В. Мельник

*Закарпатская геологоразведочная экспедиция
90201 Закарпатская обл., г. Берегово, просп. Геологов, 10
E-mail: romgeon@gmail.com*

На основании анализа опубликованных трудов и фондовых материалов изложены сведения о минеральном составе, петрохимических особенностях, генезисе и технологических исследованиях алунитовых руд Береговского месторождения (Закарпатье). Предложены первоочередные задачи для выбора окончательного варианта технологии.

Ключевые слова: минералогия, алунитовая руда, туф, вторичный кварцит, технологические исследования, Закарпатье.

Стаття надійшла до редколегії 24.06.2009
Прийнята до друку 15.09.2009