

Мінеральні ресурси України: ГЛИНИ

Частина 1. Генезис та основні властивості глин

УДК 552.52+553.6(04)

О.Л. ГЕЛЕТА,
кандидат
геологічних наук
А.М. КІЧНЯЄВ
В.І. ЛЯШОК
ДГЦУ

В статье представлен обзор минералогического состава глинистого сырья, его генезис, основные эксплуатационные свойства и область применения, краткая характеристика основных месторождений глин Украины.

The review of the mineralogical composition of clay raw materials, its genesis, the basic performance characteristics and applications, a brief description of the main deposits of clay in Ukraine was described in this article.



Глини завдяки своїм природним технологічним властивостям, великій поширеності у приповерхневих частинах земної кори і можливості легкого видобутку з надр мають давню історію і широку сферу використання людством. Величезна кількість археологічних знахідок різноманітних гончарних виробів на території сучасної України свідчить про наявність покладів глинистої сировини та вміння її використовувати

з прадавніх часів народами, що тут проживали. Геологорозвідувальні роботи минулого століття в Україні виявили великі за запасами родовища багатьох різновидів глин, які розробляють і сьогодні. Ці глини є предметом вітчизняного експорту: Україна до 1991 року посідала дев'яте місце серед світових експортерів каоліну.

Довідково слід зазначити, що, незважаючи на широку поширеність гли-

нистих порід, багато з них є дефіцитною сировиною. Наприклад, палигорські глини, лужні бентоніти. На початку 80-х років минулого сторіччя загальний світовий рівень видобутку глин складав близько 600 млн т (найбільша кількість цієї сировини добувалась у США – понад 50 млн т, включаючи 7 млн т каоліну і 4,5 млн т сепіоліту).

Світові розвідані запаси бентонітових глин оцінюють у 2 млрд т, з яких

щорічно видобувається 9 млн т. Світові запаси каолінів налічують приблизно 450 млн т, з яких видобувається більше 17 млн т.

Запаси вогнетривких глин у країнах СНД складають 2,5 млрд т, з яких видобувається 10 млн т, а запаси тугоплавких глин – 660 млн т, з яких видобувається 3,2 млн т.

Характеристика глин

Глини – узагальнюючий термін, що об'єднує осадові тонкодисперсні гірські породи з прихованокристалічною будовою, складені глинистими мінералами, розміри частинок яких менше 0,01-0,001 мм при мінімальному розмірі в десять частин мікрона. Вміст у загальній масі частинок розміром менше 0,001 мм сягає 25-30 %, розміром менше 0,01 мм – більше 50 %, найбільш крупні частинки мають розміри до 0,2-0,3 мм, проте загальний вміст фракції більше 0,1 мм звичайно не перевищує 10-15 %.

Найчастіше глини полімінеральні, але можуть бути і майже мономінеральними. Мінерали, з яких складені глини, представлені переважно водними силікатами алюмінію і магнезійними силікатами зі складною кристалічною решіткою. За структурою і мінеральним складом розрізняють каолінітову (каолініт, дикіт, накрит, галуазит), палигорськітову, монтморилонітову (монтморилоніт, нонтроніт), глауконітову групи глинистих мінералів (табл. 1). Крім того, виділяють хлоритові глинисті мінерали і вермикуліт. Поряд з основними глинистими мінералами до складу глин входять уламки зерен кварцу, польових шпатів, турмаліну, амфіболів, лусочки слюди, уламки інших порід. З новоутворених мінералів присутні карбонати, сульфати, фосфати, опал, оксиди і гідроксиди заліза і марганцю, органічні речовини. До того ж присутні у різних кількостях домішки кварцу, карбонатів кальцію, гідрооксидів і сульфідів заліза.

У результаті дослідження форми мінералів під електронним мікроскопом і атомної структури за допомогою рентгенодифрактометричного аналізу було з'ясовано, що мінерали глин за формою варіюють від добре до погано кристалічних і далі до структурно неупорядкованих та аморфних речовин. Глинисті мінерали у складі глин значно

Таблиця 1. Мінерали, які входять до складу глин

Назва мінералу	Хімічна формула
<i>Група каолініту</i>	
Каолін, дикіт, накрит	$\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]$
Галуазит	$\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5] \times 4\text{H}_2\text{O}$
<i>Група палигорськіту</i>	
Палигорськіт	$\text{Mg}_3(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times 4\text{H}_2\text{O}$
Сепіоліт	$\text{Mg}_8(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times 8\text{H}_2\text{O}$
<i>Гідрослюди</i>	
Іліт (гідромусковіт)	$(\text{K}, \text{H}_3\text{O})\text{Al}_2(\text{OH})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] \times n\text{H}_2\text{O}$
Вермикуліт	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3(\text{OH})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4] \times 4\text{H}_2\text{O}$
<i>Група монтморилоніту</i>	
Монтморилоніт	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] \times n\text{H}_2\text{O}$
Бейделіт	$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Al})_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \times n\text{H}_2\text{O}$
Нонтроніт	$\text{Fe}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times n\text{H}_2\text{O}$
Волконськоїт	$(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Cr}, \text{Al})_3(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times n\text{H}_2\text{O}$
Сапоніт (кероліт)	$\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times n\text{H}_2\text{O}$
Гекторит (літєвий монтморилоніт)	$(\text{Mg}, \text{Li})_2(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times n\text{H}_2\text{O}$
<i>Група глауконіту</i>	
Сколіт	$\text{K}(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \times n\text{H}_2\text{O}$
Селадоніт	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})(\text{OH})_2[\text{Si}_2\text{O}_5] \times n\text{H}_2\text{O}$
Глауконіт	$\text{K}(\text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg})(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \times n\text{H}_2\text{O}$

переважають і, як правило, це кристалічні мінерали.

Класифікація мінералів глин здійснюється відповідно до їх кристалічної структури (визначеної рентгенівськими методами) і хімічного складу. Розрізняють такі групи глинистих мінералів (у дужках названі характерні мінерали кожної групи): *алофанова* (алофан); *каолінітова* (каолініт, галуазит); *монтморилонітова* (монтморилоніт, нонтроніт); *гідрослюди* (гідромусковіт, глауконіт); *хлоритова* (хлорити); *палигорськітова* (палигорськіт, сепіоліт).

Глини утворилися шляхом перевідкладення у верхніх шарах земної кори продуктів вивітрювання магматичних, осадових і метаморфічних гірських порід. Вони залягають у вигляді верствуватих геологічних тіл і залежно від глибини залягання та умов літифікації можуть набувати різних механічних властивостей, залишаючись пластичними

(власне глини) або стаючи твердими (аргіліти і глинисті сланці).

Власне, залежно від ступеня цементзації й ущільнення серед глинистих порід вирізняють:

- **глини** – незцементовані зв'язані пластичні осадові породи, що мають властивість утворювати з водою в'язку масу, здатну формуватися і зберігати надану їй форму, яка після випалювання за високої температури набуває кам'яної твердості і міцності;

- **аргіліти** – тверді каменеподібні породи, які утворюються внаслідок ущільнення та епігенезу глин. Аргіліти не розмокають у воді, а за мінеральним складом практично не відрізняються від глин;

- **глинисті сланці** – щільні сланцюваті породи, які утворилися в результаті початкових стадій метаморфізму глинистих порід. Глинисті сланці складені переважно гідрослюдою, хлоритом, іноді каолінітом, реліктами інших глини-

тих мінералів (монтморилонітом, шаруватими мінералами), кварцом, польовими шпатами та іншими мінералами. Містять вуглисті речовини, новоутворення карбонатів і сульфідів заліза. У глинистих сланців добре виражена сланцюватість і вони легко розколюються на плити. Колір сланців зелений, сірий, брунатний до чорного.

За наявності у глинах домішок сторонніх мінералів з грубими фракціями виокремлюють:

- *суглинки* – містять 30-50 % частинок глинистої фракції та 70-50 % твердих частинок мінералів розміром більше 0,01 мм;

- *супісок* – містить 10-30 % частинок глинистої фракції та 70-90 % алеволіто-піщаного матеріалу;

- *леси* – глиноподібні гірські породи з високою пористістю переважно карбонатного складу.

Хімічний склад глинистих порід різних типів і родовищ коливається в широкому діапазоні: SiO_2 – 42,18-75,34 %, Al_2O_3 – 9,45-22,9 %, Fe_2O_3 – 3,59-13,27 %, MgO – 0,29-4 %, CaO – 1,57-15,9 %, SO_3 – 0,1-3,4 %, у підлеглих кількостях присутні TiO_2 , FeO , MnO , Na_2O , K_2O і органічні речовини, на які припадає 3,66-19,08 %.

За вмістом глинозему глинисті породи в пропаленому стані поділяються на високоглиноземисті (Al_2O_3 – понад 45 %), високоосновні (Al_2O_3 – 38-45 %), основні (Al_2O_3 – 28-38 %), напівкислі (Al_2O_3 – 14-28 %) і кислі (Al_2O_3 – менше 14 %).

Залежно від призначення глини нормуються за вмістом оксидів заліза (додають під час випалювання червоного кольору), кварцового піску, крупних за розміром і легкоплавких домішок.

Глина в родовищах залягає у вигляді пластів або лінз, розділених прошарками піску. Часто зустрічається 3-6, рідше до 20 шарів глини. Прошарки піску мають потужність 3-5 м. Потужність пластів глини від 2-5 м до 20-30 м, покривельних порід від 1-2 м до 25-30 м, які найчастіше представлені пісками, супісками, суглинками, некондиційними глинами.

Промислові групи глин

Залежно від мінерального складу, генезису, фізичних властивостей і вибог промисловості вирізняють чотири

найважливіші групи глин: каоліни, бентонітові глини, вогнетривкі і тугоплавкі глини, легкоплавкі глини.

Каоліни – це малопластичні гірські породи, складені глинистими мінералами каолінітової групи. Тонкодисперсні перевідкладені каоліни називаються каоліновими, або білими глинами. Утворюються каоліни внаслідок руйнування слюди і польових шпатів, які входять до складу гнейсів, гранітів, слюдистих сланців та інших порід. Родовища каолінів поділяються на первинні (збережені на місці свого утворення) і вторинні (перевідкладені). Серед первинних вирізняють два підтипи: основні каоліни і лужні. Каолін-сирець містить велику кількість піску, переважно більше 50 %, тому для видалення надлишкового піску каоліни збагачують. Якщо у вихідній сировині вміст частинок каоліну розміром менше 56 мкм складає біля 40 %, то в збагаченому каоліновому концентраті вміст частинок розміром менше 2 мкм становить більше 67 %. Залежно від вмісту частинок розміром менше 1 мкм каолін поділяють на: тонкодисперсний (вміст більш 50 %), дисперсний (вміст від 26 % до 50 %) і грубодисперсний (вміст менше 26 %).

Каоліни належать до високовогнетривких глин (температура плавлення до 1795°C). Хімічний склад каоліну на різних родовищах коливається в широкому діапазоні: SiO_2 – 47,5-78,5 %, Al_2O_3 – 13,8-35,5 %, Fe_2O_3 – 0,35-3,15 %, MgO – 0,18-0,9 %, CaO – 0,13-0,71 %, TiO_2 – 0,25-1,2 %, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 0,18-1,6 %, ппп – 6-12,8 %.

Випалені каоліни використовують для виробництва тонкої (порцеляна, напівпорцеляна, фаянс, електро- і радіо-кераміка, предмети санітарно-технічного і медичного устаткування, хімічного посуду), грубої (кислототривкі вироби, каналізаційні труби, дренажні труби, плитки для підлоги) і будівельної кераміки (цегла, камінь і плитка керамічні різних видів, черепиця). Для виготовлення тонкої кераміки використовують близько 15 % каолінових глин. Як наповнювач випалений каолін застосовують у паперовій (понад 40 %), хімічній (понад 8 %), скляній, парфумерно-косметичній промисловостях. Для каолінів велике значення має забарвлення, яке повинне бути білим. Також є певні вимоги

до хімічного складу, домішок і вологості.

У виробництві керамічних виробів використовують переважно збагачений каолін з такими показниками хімічного складу: Al_2O_3 – не менше 35 %, Fe_2O_3 – не більше 1 %, CaO – не більше 1,9 %, TiO_2 – не більше 1,2 %.

Бентонітова глина – тонкодисперсні глинисті гірські породи, які мають високу в'язучу здатність, колоїдні, адсорбційні, каталітичні, емульгуючі властивості і складені не менш ніж на 60-70 % з мінералів групи монтморилоніту. Крім монтморилоніту, в бентонітах часто присутні гідрослюди, шаруваті мінерали, каолініт, сепіоліт, палигорськіт, кристобаліт, цеоліти та інші мінерали. За складом обмінних катіонів і властивостями виділяють лужні (з перевагою обмінного катіона Na) і лужноземельні (з перевагою обмінного катіона Ca) бентоніти. Для лужних бентонітів характерні висока пластичність і здатність до розбухання (до 19 разів), колоїдність, дисперсність, для лужноземельних – високі адсорбційні і каталітичні властивості.

Бентонітові глини складені впорядкованими і невпорядкованими мінералами, які мають головним чином пластинчасту форму. Ці мінерали утворюють подовжені пластинки, смужки, шари, які можуть звиватися, утворюючи волокнисті, паличкоподібні, трубчасті та сфероїдальні індивіди. Така морфологія пов'язана з кристалічною структурою шаруватого типу мінералів, які їх складають. Наприклад, за певних умов смектит і вермикуліт можуть розбухати у воді або розчинах солей до такого ступеня, коли окремі шари кристалічної структури далеко відходять один від одного і речовина з мікроструктурного стану переходить у гелевий.

Бентонітові глини застосовують для виготовлення промивних рідин (32 %), виробництва залізорудних окатишів (20 %), виготовлення керамзиту (28 %), масового лиття (17 %). Крім того, бентоніти як сорбенти використовують у нафтопереробній, харчовій (знебарвлення і очищення олій та жирів), текстильній, медичній промисловостях. У сільському господарстві бентоніти застосовують для виробництва комбікормів, для поліпшення агротехнічних властивостей піщаних ґрунтів. Каталі-

тична активність бентонітових глин зумовила їхнє використання як каталізатора в низці хімічних процесів, для синтезу каучуку, крекінгу нафти тощо.

Вогнетривкі та тугоплавкі глини – глинисті гірські породи, які мають переважно каоліновий, гідрослюдий чи галуазитовий склад з домішками кварцу і карбонатів або складені сумішшю цих мінералів та характеризуються високим вмістом глинозему (30-42 %). Ці глини мають високу в'язучу здатність і пластичність, високу вогнетривкість (не нижче 1600-1670°C). У хімічному складі вогнетривких глин переважають SiO_2 і Al_2O_3 , що в найкращому випадку повинні становити вміст, наблизений до каолініту (SiO_2 – 46,5 %, Al_2O_3 – 39,5 %). У деяких різновидах вогнетривких глин вміст Al_2O_3 зменшується до 15-20 %.

Показником вогнетривкості є високі вміст глинозему (Al_2O_3), а наявність шкідливих компонентів повинна бути не більше: Fe_2O_3 – 3-4 %; TiO_2 – 1-2 %; CaO – 0,8 %; SO_3 – 0,2-0,3 %. Крім того, негативним є вміст домішок кальциту, гіпсу, сидериту, з'єднань Mn і Ti.

Тугоплавкі глини за мінеральним складом не витримані: в них присутні каолініт, галуазит, гідрослюди і як домішки – кварц, слюда, польовий шпат та інші мінерали. Глинозем (Al_2O_3) в їх складі становить 18-24 % (іноді досягає 30-32 %); кремнезем (SiO_2) – 50-60 %, оксиди заліза – до 4-6 % (рідше – 7-12 %).

Вогнетривкі і тугоплавкі глини застосовують для внутрішнього облицювання доменних, металургійних і скляних печей, кислототривких виробів, тонкої кераміки, у ливарній справі. Вироби з вогнетривких глин повинні мати високу (1580-1770°C) вогнетривкість, велику механічну міцність і здатність протистояти дії газів і шлаків.

Легкоплавкі глини – це глинисті гірські породи переважно залізисто-монтморилонітового складу з високим вмістом SiO_2 (65-80 %) і

оксидів заліза (до 8-12 %) та низьким вмістом Al_2O_3 (до 15-18 %). Легкоплавкі глини переважно полімінеральні, як правило, в них присутні монтморилоніт, бейделіт, гідрослюди і домішки кварцу, слюд, карбонатів та інших мінералів. Для них характерний високий вміст тонкодисперсних домішок залізистих, кальцієвих, магнієвих і лужних мінералів.

Легкоплавкі глини використовують для виробництва будівельних матеріалів (цегла, черепиця), грубої кераміки (дренажні труби, метласька плитка, глиняний посуд), цементу. Вироби будівельної і грубої кераміки залежно від призначення мають пористий (температура спікання становить 900-1000°C) або щільний черепок (температура спікання має бути 1200°C).

Якісні властивості глин

Основоположними ознаками при визначенні якісних показників і промислової цінності глин є пластичність, вогнетривкість, спікання, спучування, набухання, усушка, усадка, адсорбційна здатність, в'язуча здатність, покривна здатність, колір, здатність утворювати стійку суспензію з надлишком води, відносна хімічна інертність.

Пластичність – здатність глини, змішуючись з водою, утворювати глиняне тісто, яке під тиском набирає певної форми і зберігає її після припинення дії тиску, а також під час сушіння і випалювання. Пластичність глин визначається їхнім мінеральним складом і дисперсністю. Найвища пластичність властива тонкодисперсним монтморилонітовим глинам, далі у порядку зменшення

пластичності йдуть гідрослюди, бейделітові та каолінові різновиди глин, суглинки і супіски. Глинисті сланці та аргіліти є непластичними.

Пластичні властивості глинистих порід характеризуються числом пластичності, яке визначають за формулою:

$$P = W1 - W2, \text{ де}$$

P – число пластичності;

W1 – вологість, яка відповідає нижній границі плинності глини;

W2 – вологість проби, яка відповідає границі розкочування глини.

За ступенем пластичності глинисті породи поділяють на високопластичні (з числом пластичності більше 25), середньопластичні (15-25), помірно пластичні (7-15), малопластичні (менш 3-7) і непластичні, які не утворюють пластичного тіста (глинисті сланці й аргіліти). Пластичність суглинків коливається в межах 7-17, супісків – менше 7.

Вогнетривкість – властивість глинистих порід протистояти високій температурі без істотного розм'якшення і деформації. Глини поділяють на вогнетривкі (температура більше 1580°C), тугоплавкі (1350-1580°C) і легкоплавкі (температура нижче 1350°C). Найбільш вогнетривкими є каоліни і каолінові глини, до легкоплавких глин належать монтморилонітові, бейделітові, гідрослюди глини. Класифікацію глинистих порід за вогнетривкістю, згідно з ГОСТ 9169-75, наведено в таблиці 2.

Спікання – властивість глинистої сировини, що визначається її частковим плавленням за температури нижче від температури вогнетривкості, внаслідок

Таблиця 2. Типи глин за вогнетривкістю

Тип глини	t плавлення, °C	Мінеральний склад	Al_2O_3 , %	SiO_2 , %	Шкідливі домішки
Вогнетривкі	>1580	каолініт, галуазит, гідрослюди	до 39,5	до 46,5	кальцит, гіпс, сидерит, сполуки Ti та Mn
Тугоплавкі	1350-1580	каолініт, галуазит, гідрослюди, кварц, слюда, польовий шпат	50-60	18-24 до 30-32	кальцит, гіпс, сидерит, сполуки Ti та Mn
Легкоплавкі	<1350	полімінеральні	80	15-18	

док чого вона перетворюється на щільне каменеподібне тіло (черепок). Температура спікання різних глинистих порід коливається в межах від 850°C (монтморилонітові, гідрослюди, палигорськітні глини) до 1400°C (деякі каолінітові й галуазитові глини). Температурою спікання є температура, за якої випалений черепок має водопоглинання не більше 5 %. Спікання зумовлене наявністю мінералів (польові шпати, слюди, хлорити, карбонати, гіпс, сполуки заліза та ін.), які плавляться раніше, ніж основна маса. Температура спікання підвищується у глинах, які містять велику кількість кварцу, і знижується за наявності в них польових шпатів, оксидів заліза, карбонатів кальцію, магнію і лугів.

Інтервал спікання – температурний інтервал від початку спікання глинистих порід до початку їх спучування і деформації, коли водопоглинання перестає зменшуватись. Оптимальним вважається інтервал спікання 100-150°C, у деяких різновидів вогнетривких і тугоплавких глин він сягає 300-350°C. Короткий інтервал спікання 30-50°C, як правило, призводить до браку виробів.

Спучування – здатність деяких глинистих порід збільшуватися в об'ємі під час випалювання, утворюючи міцні матеріали з пористою структурою, які застосовують у виробництві легких наповнювачів для бетонів. Спучування здійснюється внаслідок виділення газоподібних продуктів, що утворюються при згоранні органічних речовин і при дисоціації оксидів і карбонатів. Добре спучуються глини, складені монтморилонітом і гідрослюдами, а також різні глинисті сланці, які містять органічну речовину.

Спучування є негативною властивістю для виготовлення керамічних виробів.

Набрякання – властивість глинистих порід збільшуватися в об'ємі внаслідок поглинання води. Набрякання залежить від мінерального і зернового складу порід. Найбільше набрякають глини, до складу яких входять мінерали групи монтморилоніту (монтморилоніт, нонтроніт, бейделіт), найменше – каолінітові глини.

Усихання – зменшення в розмірах виробів з глини внаслідок їх висихання (усихання ще називають повітряною усадкою).

Усадка – зменшення в розмірах виробів з глини у результаті їх випалення (усадку ще називають вогневою усадкою).

Загальною усадкою називають сумарну зміну розмірів виробів як у результаті висихання, так і в результаті випалу. На практиці зазвичай обмежуються вимірюванням лінійної усушки й усадки.

Адсорбційна здатність – властивість глинистих порід поглинати (адсорбувати) з навколишнього середовища й утримувати на поверхні різні іони і молекули. Ця здатність залежить від складу глинистих порід та рівня їх дисперсності. Найбільш активними адсорбентами є монтморилонітові і бейделітові глини. Тонкодисперсні монтморилонітові глини, які мають високу адсорбційну здатність, каталітичну активність, зв'язуючу, клеючу та емульгуючу здатність, називаються бентонітами. Каталітична активність бентонітових глин зумовила їх використання як каталізатора у хімічному виробництві, під час синтезу каучуку, крекінгу, нафти та ін.

В'язуча здатність – властивість глинистих порід зв'язувати частинки іншого непластичного матеріалу та створювати при висиханні тверду масу. В'язуча здатність перебуває в тісному зв'язку з пластичністю і пояснюється капілярними силами та силами злипання частинок глинистих мінералів. Ця властивість глини має велике значення і використовується при агломерації руд, у кераміці та будівництві.

Покривність – властивість фарби робити невидимим колір поверхні, яка фарбується. Деякі забарвлені залізисті глини застосовують у виробництві фарб як мінеральних пігментів. Залежно від кольору і походження такі пігменти називаються вохра, мумія, умбра, болюс тощо. Покривність забезпечує економічність фарби і виражається в грамах сухого пігменту або готової фарби на квадратний метр поверхні.

Здатність утворювати стійку суспензію з надлишком води – властивість деяких різновидів глини (монтморилонітових, бейделітових) у природному стані утворювати з надлишком води стійкі суспензії, що перешкоджають осіданню великих частинок, які містяться в них. Ця властивість визначає застосування глинистих розчинів під час буріння свердловин, відливки керамічних ви-

робів, виготовлення пастоподібних мас, у виробництві тканин тощо.

Відносна хімічна інертність – властивість глинистих порід не вступати в хімічні сполуки з деякими кислотами і лугами. Це дозволяє використовувати їх для надання продукції специфічних властивостей, наприклад, жорсткості і кислотостійкості – гумі, білизни – паперу.

Білизна – здатність глини відбивати світло в блакитній частині спектру, яка виражається у відсотках інтенсивності відбиття світла високодисперсним порошком MgO.

Генетичні типи родовищ глини

Утворення глинистих порід є різноманітним. Серед них присутні як **ендогенні (гідротермальні)**, так і **екзогенні** родовища. Окреме місце посідають **метаморфізовані** глинисті породи – аргіліти і глинисті сланці.

Ендогенні родовища

Вулканогенно-гідротермальні метасоматичні родовища найбільш характерні для бентонітів, у меншій мірі для каолінів і вогнетривких глини. Родовища бентонітів цього типу утворюються внаслідок впливу лужних поствулканічних розчинів. Рудні тіла причетні до зон розломів і тріщинуватості, а за запасами характеризуються як великі й унікальні. Такі родовища знаходяться в Азербайджані, Грузії, Вірменії, Японії і США.

Родовища каолінів просторово і генетично пов'язані з окварцованими і аргілітизованими андезит-дацитовими товщами кайнозою, рідко більш давнього віку. Форми тіл жилоподібні, лінзовидні, трубчасті потужністю десятки і площею десятки і сотні метрів. Запаси подібних каолінів складають біля третини світових запасів. Родовища знаходяться в Туреччині, Італії, Японії, Чилі, Мексиці та Закавказзі.

Вулканогенно-осадові родовища характерні для бентонітів. Розрізняють морські родовища, пов'язані з підводними перетвореннями вулканогенних порід, і континентальні, що утворилися в содових озерах. Морські родовища мають важливіше значення. Вони причетні до районів активної вулканічної діяльності і виникають шляхом підводного розкладання вул-

канічного попелу і туфів без суттєвого перевідкладення, які в умовах лужного середовища змінюються на монтморилоніт і бейделіт, утворюючи потужні скупчення лужних і лужноземельних бентонітових глин. Форми тіл: верстви і лінзи площею від декількох десятків квадратних метрів до сотень квадратних кілометрів і потужністю до 40 м.

Родовища знаходяться у Туркменії, Грузії, Узбекистані, США.

Екзогенні родовища

Родовища кори вивітрювання (залишкові) утворились у результаті вивітрювання магматичних, метаморфічних, рідше осадових порід. У залежності від складу материнських порід утворилися каолінітові, галуазитові, гідролудисті, монтморилонітові глини.

Найбільш практичне значення мають залишкові родовища каолінів, які сформувалися з кислих, лужних й інших силікатних порід (граніти, гнейси, кристалічні сланці тощо). Елювіальні поклади називають первинними каолінами, а перевідкладені делювіальні й алювіальні – вторинними каолінами. Рудні тіла плащоподібної форми потужністю декілька десятків метрів розташовані у верхній частині кори вивітрювання і через слабо вивітрілі породи та жорстку зв'язані з материнськими породами. У мінеральному складі, крім каолініту, наявні галуазит, монтморилоніт, халцедон, реліктові мінерали. Родовища цього типу поширені в Україні (Великогадоминецьке, Турбовське, Глуховецьке, Просянівське).

Інфільтраційні (екзогенно-метасоматичні) родовища утворились у результаті метасоматичного перетворення бокситів і їх заміщення каолінітом і галуазитом.

Уламкові родовища утворилися шляхом пролювіального і делювіального переміщення осадових речовин. Пролувіальні родовища глин, причетні до конусів виносу, утворюють верстви серед грубоуламкових і піщаних порід. Ці глини полімінеральні і погано відсортовані. Делювіальні родовища виникають під час сповзання продуктів вивітрювання по схилах пагорбів і утворюють полімінеральні поклади плащоподібної форми з непостійною потужністю і поганим сортуванням

глин. Родовища цього типу характерні суглинкам і легкоплавким глинам, які можуть бути використані для будівельних робіт і грубої кераміки. Практичне значення обмежене через малі запаси.

Осадкові родовища виникають внаслідок їх розмиву, перенесення, відкладення (або перевідкладення) і діagenезу продуктів кори вивітрювання. Серед осадових родовищ глин виокремлюють:

- **континентальні**, серед яких вирізняють *алювіальні, льодовикові, флювіогляціальні, озерно-болотні й озерні, еолові*;

- **лагунні**, серед яких вирізняють родовища *опріснених і осолонених лагун*;

- **морські**, серед яких вирізняють родовища *прибережної і віддаленої від берега частини шельфу*.

Алювіальні родовища виникли в результаті зносу і відкладення глинистих продуктів вивітрювання в руслах річок.

Льодовикові (моренні) родовища утворилися за рахунок глинистого матеріалу, захопленого і перенесеного льодовиками і відкладеного під час їх танення. Родовища глин цього типу широко поширені, але через невеликі запаси і переважно низьку якість сировини, яка складена погано відсортованим матеріалом, мають обмежене промислове значення. Глини цих родовищ належать до легкоплавких, придатні для будівельної та грубої кераміки, а в окремих випадках також для виробництва цементу.

Флювіогляціальні (озерно-льодовикові) родовища глин сформувалися внаслідок перемивання морен потоками талих вод льодовика і відкладення глинистих частинок в озерних западинах. Глини складені прошарками піщанистого і глинистого матеріалу, які чергуються ("стрічкові глини"), і є легкоплавкими. Використовують в основному для виробництва будівельної цегли, іноді – цементу.

Озерні і озерно-болотні родовища виникли шляхом відкладення глинистих мінералів на дні прісноводних озер. З **континентальних** вони мають найбільше промислове значення. У глинах цього типу часто зустрічаються ясні рослинні залишки. У центральних частинах покладів глини тонкодисперсні, однорідні за зерно-

вим складом, містять невелику кількість піщанистих включень. За цих умов відсутність електролітів сприяє повільному випаданню речовини, що приводить до нагромадження однорідних тонкодисперсних глин. Від центру до периферії розміри частинок зростають і глини змінюються алевритами і пісками, іноді зустрічаються прошарки вугілля. За мінеральним складом глини каолінітові, крім цього, присутні галуазит і гідролудисті, іноді гідрат оксиду алюмінію, домішки карбонатів, гідроксиди заліза. Поклади мають лінзовидну форму, площа їх складає кілька квадратних кілометрів, потужність коливається від десятків сантиметрів до кількох десятків метрів. Глини вирізняються сталою потужністю, стабільним мінеральним і зерновим складом. До них належить більшість родовищ цінних вогнетривких глин, які розробляють як керамічну, вогнетривку, формувальну сировину. В Україні це Часово-Ярське і Дружківське родовища Донецької області.

Морські родовища глин сформувалися переважно в мілководних зонах шельфу як у відкритому морі, так і в затоках, лагунах і на ділянках, що не піддаються інтенсивному хвилеприбійному впливу, а також поза зонами сильних придонних течій.

Прибережно-морські родовища з'явилися внаслідок відкладення глинистої речовини на глибинах до 50 м у бухтах, затоках, підводних частинах річкових дельт, між прибережними островами. Глини залягають у вигляді лінзовидних пластів потужністю до кількох метрів і площею у сотні тисяч квадратних метрів. Вони погано сортовані й неоднорідні за мінеральним і зерновим складом; складені переважно гідролудистими, бейделітом, монтморилонітом, хлоритом, рідше каолінітом. Глини здебільшого тугоплавкі.

Родовища віддаленої від берега частини шельфу мають найбільше промислове значення серед **морських**. Глини у вигляді великих покладів розташовані серед потужних товщ алеврито-глинистих порід, що інколи містять прошарки дрібнозернистих пісковиків, опок, вапняків, мергелів. Потужність покладів глин сягає 100 м і більше, площа – до сотень квадратних кілометрів. Глини цих родовищ мають досить однорідний зерновий

склад і дуже тонку шаруватість, яка виявляється лише під мікроскопом. У їх складі переважають гідроліти і бейделіт, рідше монтморилоніт. Як домішки присутні сидерит, фосфоритові, марганцеві і кременісті включення, конкреції і дрібні зерна піриту, глауконіту, карбонатів. Ці глини належать до легкоплавких, їх розробляють для виробництва будівельної і грубої кераміки.

У умовах мілководних лагун помірного гумідного клімату, а також у більш віддалених від берега і застійних ділянках морських водойм аридної зони сформувалися родовища бентонітів переважно кайнозойського віку. Лужне середовище водойм сприяло перетворенню хлорит-гідролітичних продуктів вивітрювання у монтморилоніт. Родовища бентонітових глин у морських і прісноводних басейнах утворені також шляхом перевідкладення і діагенетичного перетворення продуктів вивітрювання вивержених, вулканогенних і вулканогенно-осадових порід, а також перемивання бентонітових глин з родовищ іншого генезису. Залежно від речовинного складу перевідкладення продуктів вивітрювання і фізико-хімічного режиму водного басейну утворюються бентоніти різного складу, властивостей і практичного значення. До таких належить Черкаське (Дашуківське) родовище бентонітових і палигорських глин.

Метаморфізовані глинисті породи утворилися внаслідок ущільнення, дегідратації і часткової перекристалізації осадів у процесі діагенезу на початкових стадіях метаморфізму. До таких належать родовища непластичних глинистих порід: аргіліти (в тому числі, так звані "сухарі" і "кремнівки"), глинисті сланці. Аргіліти залягають серед континентальних і прибережно-морських ущільнених та цементованих товщ піщано-глинистих відкладень. Розробляють як сировину для цементного і керамічного виробництва. Глинисті сланці поширені в складчастих областях у товщах слабометаморфізованих порід, представлених перешаруванням пісковиків і глинистих, глинисто-кременістих, кременістих сланців. Глинисті сланці використовують переважно для виробництва керамзиту і цементу.

Використання глин

В основному глинисті породи використовують для виробництва грубої і тонкої кераміки, вогнетривких матеріалів, цементу, керамзиту, для очищення нафтопродуктів і жирів, окатишів залізних і флюоритових концентратів, у ливарному виробництві, буровій справі, в хімічній і будівельній галузях. Крім того, глинисті породи застосовують як наповнювач у паперовій, фармацевтичній, парфумерній, виноробній, комбікормовій, харчовій, текстильній промисловостях, як матеріал для будівництва невеликих споруд, у сільському господарстві.

Для виготовлення виробів будівельної кераміки (цегла, камінь і плитка керамічні різних видів, черепиця й ін.) використовують головним чином легкоплавкі глини і суглинки, рідше леси, аргіліти, глинисті сланці. На сьогодні не існує єдиних вимог до якості глинистої сировини для виробів будівельної кераміки, регульованих стандартами, придатність сировини встановлюють за якістю готових виробів і можливістю одержання стандартної продукції. Легкоплавкі глинисті породи повинні мати необхідну пластичність і сполучну здатність, причому для напівсухого способу формування цегли можуть застосовувати і малопластичні глинисті породи. Якість сировини залежить також і від вмісту в ній глинистих часток, адже вони можуть викликати дірчастість робочої маси. За хімічним складом придатними є глинисті породи, які містять SiO_2 – 53-81 %, Al_2O_3 – 7-23 %, Fe_2O_3 – 2,5-8 %, Ca – до 15 %. Небажаним є вміст великої кількості крупних включень карбонатів Ca і Mg, підвищений вміст SO_3 (до 2 %), солей лужних (до 4-5 %) і лужноземельних (до 2 %) металів, гіпсових включень, а також включень алевритового складу з фракціями понад 3 мм. Допустимий вміст піщаних фракцій до 10 %.

Для виробництва предметів грубої кераміки (кислототривкі вироби, каналізаційні труби, дренажні труби, плитка для підлоги, клінкерна цегла й інші вироби) застосовують переважно тугоплавкі глини, а також низькоспівливі різновиди вогнетривких глин (для клінкерної цегли). Для виготовлення кислототривких виробів використовують

низькоспівливі середньопластичні тугоплавкі і вогнетривкі глини. Вони не повинні мати включень сірчаного колчедану, гіпсу і оксидів заліза, а вміст карбонатів Ca і Mg має не перевищувати 3 %. Для виробництва клінкерної цегли використовують легкоплавкі глини і суглинки, які не містять домішок піску, включень карбонатів, гіпсу, вугілля. Основними показниками їх придатності є температура початкової деформації (не нижче 1200°C) і великий діапазон спікання (не менш 100°C), що забезпечує однорідність черепка. Глини і суглинки, які не мають зазначеного інтервалу спікання або з високою температурою спікання (вище 1300°C), можна застосовувати для виробництва зазначених виробів за умови введення добавок, які знижують температуру плавлення. Для виробництва каналізаційних труб і плиток для підлоги застосовують тугоплавкі і вогнетривкі глини, пластичні, з однорідним складом, низькою температурою спікання й температурою спікання не менше 200°C. При випалюванні глини повинні давати щільний черепок без деформацій, плям і мушок. Крім наявних стандартів на ці види сировини, існує низка стандартів щодо якості глин окремих родовищ, наприклад, ОСТ чи ТУ, які регламентують вміст глинозему, оксидів титану, заліза, кальцію й інших шкідливих домішок у глинах.

Для виробництва предметів тонкої кераміки (порцеляна, напівпорцеляна, фаянс), як основний компонент використовують каолін з дуже низьким вмістом барвників-оксидів, а як сполучник – біловипалені різновиди пластичних вогнетривких і бентонітових глин. Найбільш високі вимоги пред'являють до глин, з яких виготовляють порцеляну. Однак і для фаянсових виробів сировина не завжди може бути використаною в природному вигляді і потребує збагачення. У глинистій сировині для тонкої кераміки шкідливими домішками є барвники – оксиди заліза і титану, сірчані з'єднання, що викликають спучування черепка, включення піриту і марказиту, які спричиняють поверхневі і приховані випалки на черепку. Як порцелянові, так і фаянсові вироби належать до групи білого черепка. Вони можуть мати глазурований і неглазурований



Рисунок 1. Каолін КВ-3



Рисунок 2. Глина кускова



Рисунок 3. Каолін КС-1. Глуховецьке родовище



Рисунок 4. Вогнетривка глина. Новорайське родовище



Рисунок 5. Глина палигорська. Дашуківське родовище



Рисунок 6. Глина бентонітова. Дашуківське родовище



Рисунок 7. Каолін цементний



Рисунок 8. Суглинок

черепок. Відмінність їх полягає у тому, що порцелянові вироби у зламі мають сильно спечений (масивний) черепок, а фаянсові – пористий. Пористість фаянсу складає від 10 до 14 %, а порцеляни – не більше 0,5 %.

Для виготовлення вогнетривких виробів використовують вогнетривкі глини. Більше половини цих виробів споживає чорна металургія, де вогнетриви застосовують для футерівки вагранок, доменних печей, кауперів, виробництва сталерозливного припасу, а також у машинобудуванні. На якість глин впливає наявність у їх складі окремих оксидів. Так, зі збільшенням вмісту Al_2O_3 за обмеженого вмісту оксидів заліза підвищується вогнетривкість. Вільний кремнезем, присутній у вигляді піску, зменшує пластичність, усадку, усушку, в'язкість глин. Наявність Fe_2O_3 , FeO , Ca , Mg і лугів знижує вогнетривкість, крім того, оксиди заліза викликають появу виплавок, мушок, плям жовто-бурого кольору на черепку. Шкідливими для якості виробів є також SO_3 .

Для виробництва цементу використовують переважно легкоплавкі глини, аргіліти і глинисті сланці, які є окремою складовою частиною цементної шихти, іншою основною складовою – карбонатні породи. Допустимий вміст корисних і шкідливих компонентів у глинистих породах залежить від їхнього вмісту в карбонатній складовій. Оцінку можливості використання глинистих порід як цементної сировини регламентують відповідні технічні умови.

Для вироблення керамзитового гравію використовують в основному легкоплавкі глини, глинисті сланці, су-

глинки, які мають властивість спучуватися при нагріванні їх до температури 1050-1250°C. Також можуть застосовуватися пухкі, щільні, камене-подібні глини і суглинки, які не розмокають у воді, метаморфізовані глинисті сланці, аргіліти і бентонітові глини. Хімічний, зерновий і мінеральний склад глинистої сировини не регламентований, а вміст окремих компонентів повинен знаходитися в таких межах: SiO_2 – до 70 %, Al_2O_3 – 12-23 %, $Fe_2O_3 + FeO$ – 5-10 %, $Ca + Mg$ – 3-8 %, $Na_2O + K_2O$ – 2,5-5 %, вільний кремнезем – до 25 %. Крім того, придатною є тонкодисперсна домішка органічної речовини (0,9-2,5 %).

Для підготовки бурових розчинів використовують тонкодисперсні пластичні глини з мінімальним вмістом піску, здатні утворювати з водою грузлу суспензію, яка довго не осідає. Найкращими властивостями володіють істотно лужні (натрієві) різновиди монтморилонітових (бентонітових) глин, глинопорошки, які застосовують головним чином під час буріння нафтових і газових свердловин. Добрі солестійкі властивості мають палигорські глини, які використовують для буріння соленосних порід. Високодисперсні бейделітові, каолінітові і гідролудисті глини також мають задовільні властивості.

Глинисті породи як вибілювальні матеріали (в основному природні й активовані бентонітові глини) застосовують для очищення нафтопродуктів (бензину, гасу, мастил), олій і тваринного жиру. Деякі види вибілювальних глин використовують для очищення оцту, вина, фруктових соків і т. ін. Їхню

придатність визначає величина індексу активності й адсорбції.

Бентонітові глини, використовувані як адсорбенти і коагулянти в харчовій промисловості, оцінюють за зерновим складом, вологістю, вмістом вільної H_2SO_4 , фільтраційними і вибілювальними властивостями. Також цю сировину застосовують у сільському господарстві, медицині, фармакології й ін.

У великих кількостях каолінітові глини використовують як наповнювач у виробництві паперу, а також для обробки його поверхні. Особливо цінними є чисті каолінітові глини з доброю орієнтацією пластинчастих лусочок. Дуже важливі при цьому властивості колоїдної системи глина-вода. Додаток каоліну робить поверхню паперу більш гладенькою, збільшує щільність паперу та покращує усотування друкарської фарби, зменшує прозорість паперу. Звичайно паперова маса містить 20 % каоліну, а в деяких сортах паперу його вміст сягає 40 %. До каолінів, використовуваних у паперовій промисловості, пред'являють високі вимоги щодо білизни, яка повинна бути 85-90 %. Природні каоліни, як правило, забарвлені, тому їх попередньо вибілюють – здійснюють спеціальну хімічну обробку, в результаті якої зменшується кількість хімічних сполук заліза – найбільш розповсюдженого хромофору. Палигорські глини застосовуються у виробництві спеціального паперу, який дозволяє отримувати копії під час письма і друкування без копіювального паперу.

Каолінітові глини широко використовують у гумотехнічній промисловості. Каолін як наповнювач додає гумовим виробам стійкості проти стирання та збільшує їхню кислотостійкість. Для цього застосовують високодисперсні каоліни з мінімальною адсорбційною здатністю щодо барвників, які не містять зерен кварцу, а також домішок хімічних сполук заліза, міді та марганцю (хімічні сполуки металів призводять до старіння гуми).

Хімічна промисловість є одним з найбільших споживачів каоліну, який використовують як активний наповнювач у виробництві синтетичних продуктів для збільшення їх деформаційних властивостей. Для цього застосовується каолін з частинками найменших розмірів, з високим рівнем одно-



рідності та без домішок оксидів міді, марганцю і заліза.

Характеристика основних родовищ глин України

Часово-Ярське родовище вогнетривких глин розташоване біля м. Артемівськ Донецької області. Площа родовища – 50 км², складена 10 ділянками. Глини належать до полтавської серії неогену. Потужність пластів – 3-12 м. За забарвленням переважають глини сірих відтінків, у верхніх горизонтах вони забарвлені у строкаті кольори. Глини білого забарвлення зустрічаються рідше. Їх вирізняє висока пластичність (число пластичності – 16-44) і низький вміст лугів. Часово-Ярські глини поділяються на дві групи: напівкислі й основні. Головна особливість полягає у великому діапазоні спікання-плавлення: у напівкислих – 300-400°C, в основних – 600-700°C. За низької температури початок спікання – 1000-1250°C, вогнетривкість – 1580-1730°C. Це зумовлено наявністю у складі великої кількості Al₂O₃ (30-40 %) і лужних оксидів (до 3 %). Найякіснішими є темно-сірі, жирні, пластичні глини, які залягають у нижній частині товщі. Використовуються переважно для виробництва тонкої кераміки та інших білих випалених виробів.

Веселівське родовище вогнетривких глин знаходиться в Донецькій області та є єдиною в країні сировинною базою біловипалених вогнетривких глин для фарфорово-фаянсової промисловості. Запаси вищих сортів майже вичерпані.

Новорайське родовище вогнетривких глин у Костянтинівському районі Донецької області належить до полтавської серії неогену. Запаси становлять 60 млн т. Потужність пласта глин від 0,1 до 6,5 м, в середньому – 1,75 м. Глибина залягання – 0,2-56 м. Глини високопластичні (число пластичності до 43,0), вогнетривкість – 1540-1760°C. Їх використовують підприємства чорної металургії, для виробництва будівельних матеріалів, у хімічній промисловості.

Артемівське родовище глин складене напівкислими, тугоплавкими, біловипаленими глинистими породами з вмістом оксиду заліза 2,6-3 %. Темпе-



Рисунок 9. Просянівське родовище



Рисунок 10. Новорайське родовище



Рисунок 11. Пологівське родовище



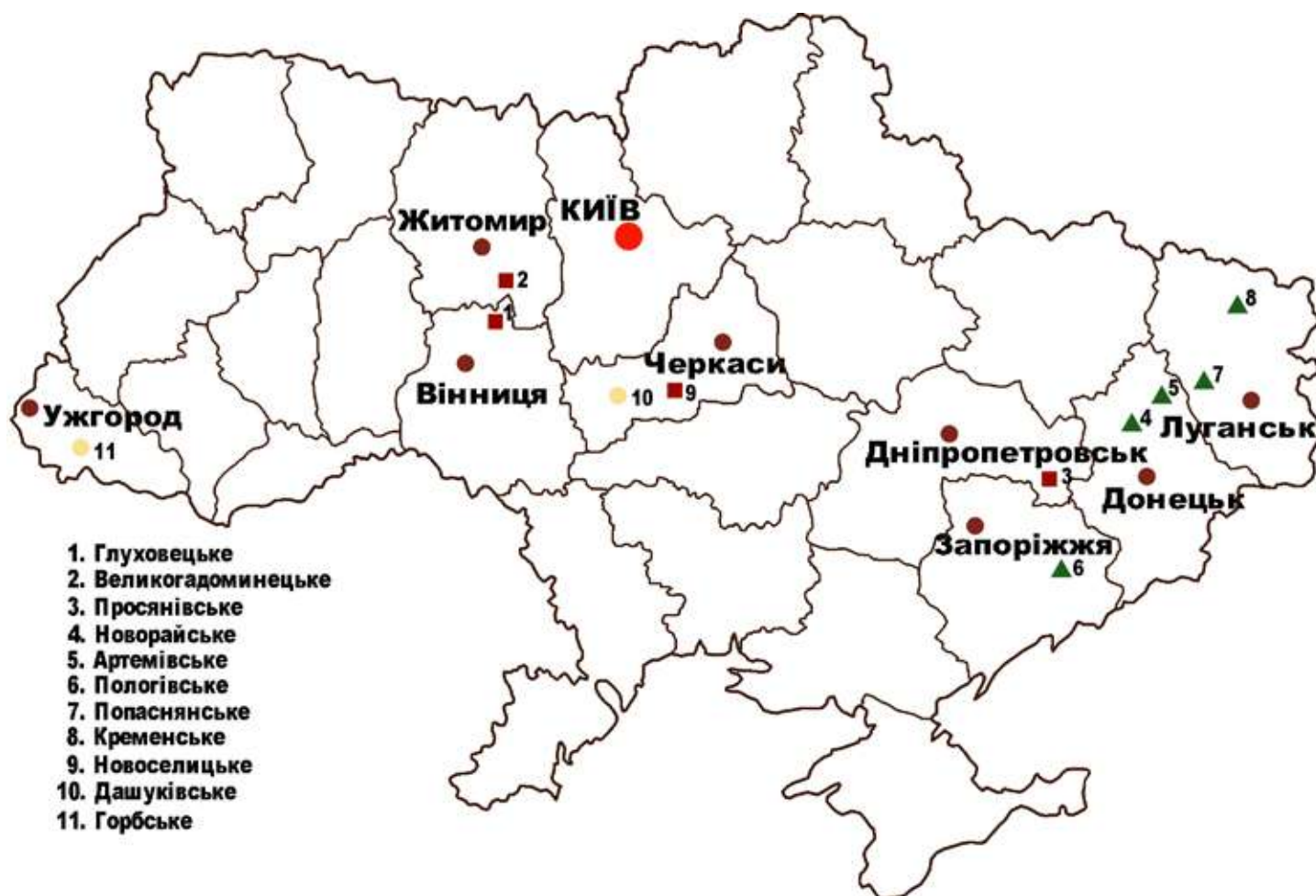


Рисунок 12. Місцезнаходження основних родовищ глини на території України

ратура спікання 1200°C, вогнетривкість 1580°C і вище. Застосовують для виготовлення кислототривкої та будівельної кераміки.

Миколаївське і Никифорівське родовища глини знаходяться біля м. Слов'янськ Донецької області. Глини тугоплавкі, спікаються за температури 1140-1200°C. З них виробляють плитку для підлоги.

П'ятихатське родовище вогнетривких глини знаходиться поблизу ст. П'ятихатки Дніпропетровської області. Складене двома ділянками – Східною і Північною. Вогнетривкі глини

каоолітового типу належать до полтавської серії неогену і залягають у вигляді окремих лінз серед дрібнозернистих кварцових пісків. Потужність пласта вогнетривкої глини – 4-7 м. Вогнетривкість – 1670-1730°C. Кращі сортові різновиди глини – сірі і темно-сірі, іноді майже чорні, середньопластичні.

Кіровоградське родовище вогнетривких глини розташоване в Кіровоградській області та складене двома ділянками – право- і лівобережною. Глини каоолітового типу належать до відкладень бучакської світи палеогену. Потужність пластів глини від 0,45 до

30,0 м, в середньому – 6,0-7,5 м. Глини сірі, темно-сірі, середньопластичні. На лівобережній ділянці середня потужність глини – 3,7 м; в нижній частині товщі зустрічаються глини червоні і цегельно-червоні. Вогнетривкість – 1730-1770°C. Використовуються для виробництва вогнетривких виробів.

Черкаське (Дашуківське) родовище бентонітів знаходиться в Лисянському районі Черкаської області. Тут зосереджено більше 90 % вітчизняних запасів розвіданих і підготовлених до промислового використання бентонітових глини. Цей бентоніт вирізняє ви-

сокий вміст монтморилоніту, що є важливим показником якості. Родовище складене п'ятьма верствами глин різного мінерального і хімічного скла-

ду та промислового значення. Сьогодні найінтенсивніше розробляється другий продуктивний шар, складений глинами монтморилонітового складу.

Крім зазначених вище, в Україні розробляється велика кількість великих родовищ глин (табл. 3).

Таблиця 3. Крупні родовища глин України

Тип сировини	Назва родовища	Місцезнаходження, обл.
Каолін	Жежелівське, Глуховецьке (вихід каоліну – 55-60 %)	Вінницька
Глина	Вендичанське	
Каолін	Просянівське (вихід каоліну – 45-55 %), П'ятихатське	Дніпропетровська
Глина	Веселівське, Андріївське, Жовтневе, Південно-Жовтневе, Никифорівське, Миколаївське, Новорайське, Артемівське, Часово-Ярське, Сіверське	Донецька
Каолін	Володимирівське (вихід каоліну – 75-82 %)	Донецька
Каолін	Шаберівське, Великогадоминецьке, Дубровинське (вихід каоліну – 31-35 %)	Житомирська
Глина	Тарасівське, Хасанське, Пологівське	Запорізька
Каолін	Берегівське	Закарпатська
Бентоніт	Горбське, Королівське	
Глина	Дубриницьке, Фогош, Обухівське, Зеленківське, Озернівське	Київська
Каолін	Аджарське, Верболюзьке, Обознівське, Кіровоградське	Кіровоградська
Глина	Дережицьке, Судововишнянське, Бояницьке	Львівська
Каолін	Новозванівське	Луганська
Глина	Кременське, Попаснянське, Північнодонецьке	
Каолін	Березноговацьке, Генівське	Миколаївська
Глина	Мокріївщинське, Опошнянське	Полтавська
Аргіліт	Бережанське	Тернопільська
Глина	Нижньоволковецьке, Кривинське, Гуменецьке, Майдан-Вільське	Хмельницька
Бентоніт	Черкаське (Дашуківське)	Черкаська
Каолін	Мурзинське, Новоселицьке	
Глина	Ловінське	Чернігівська
Глина	Герцаєвське-III, Стрілецько-Кутське, Міхальчанське (Чернівецьке)	Чернівецька

Використана література:

1. Гурський Д.С., Єсіпчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини України. – Том II: Неметалічні корисні копалини. – Київ – Львів: Видавництво “Центр Європи”, 2006. – 552 с.
2. Михайлов В.А., Виноградов Г.Ф., Курило М.В. та ін. Неметалічні корисні копалини України. – 2-ге видання. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 494 с.