

Отримані дані по вмісту природних радіонуклідів в навколишньому середовищі (грунті, мулах, воді, повітрі, продуктах харчування, рослинності) складуть основу радіоекологічного моніторингу в районі підприємства при його функціонуванні та будуть в майбутньому основою для проведення дозиметричних оцінок впливу на населення та персонал Заводу.

Список літератури

1. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України; Державні санітарні правила 6.177-2005-09-02. Видання офіційне; Київ-2005
2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи – Київ. Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду Міністерства охорони здоров'я України, 1998
3. United Nations, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (1993).
4. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биогеоценозы / Р.М. Алексахин, Н.П. Архипов, Р.М. Бархударов и др. - М.: Наука, 1990 - 368с.
5. IAEA The Environmental Behaviour of Radium Technical Reports Series №310 (1990).
6. Ермолаева - Маковская А.П., Литвер Б.Я. Свинец-210 и полоний-210 в биосфере, М.: Атомиздат, 1978, 130с.
7. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1984.
8. A. Molchanov, Y. Soroka, N. Isayeva, E. Mortberg. The state of environmental on former site of in-situ leaching uranium. // Proc. of Fifth International Conf. "Radioactive waste management and Environmental Remediation" ICEM' 95, September 3-7, 1995, Berlin, Germany.- USA, New York: ASME, v.2, p.p.1507-1010.
9. Wichterey K., Wirth E., Allgemeine Werte der natürlichen spezifischen Aktivität von Radionukliden in Lebensmitteln. Tischvorlage zur 146-Sitzung des Ausschussws Radioökologie der SSK, 27.11.1998.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовским О.В.
Надійшла до редакції 15.05.2013*

УДК 622.271:504.05

© Ю.М. Котенко, О.В. Зберовський

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІКО-МІНЕРАЛОГІЧНИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЛИН РОЗКРИВНИХ ПОРІД ВІЛЬНОГІРСЬКОГО ГМК

В роботі досліджені хіміко-мінералогічні та фізико-механічні властивості глин, які входять до складу розкривних порід Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, з метою їх використання для вирішення екологічних проблем.

В работе исследованы химико-минералогические и физико-механические свойства глин, которые входят в состав вскрышных пород Вольногорского горно-металургического комбината с целью их использования для решения экологических проблем.

This paper investigated the chemical and mineralogical and physico-mechanical properties of clays, which are part of the overburden Vilnohirsk State Mining and Metallurgical Plant, with a view to their possible use to solution environmental problems, in particular, as a sorbent.

Вступ. Глина – цікавий матеріал як за походженням, так і за властивостями. Внаслідок надзвичайно широкого розповсюдження на земній глини на протязі усієї історії людства постійно були в центрі уваги [1]. Глина набула широкого застосування у керамічній та гончарній справі, у виробництві різноманітних будівельних матеріалів, у ливарному виробництві як зв'язувальний компонент формувальних сумішей, для виготовлення ливарних форм, паперу, фарб, гуми, миючих засобів, цементу, алюмінію. Для медицини глина використовується в якості адсорбенту токсинів та у косметичних добавках. На сьогоднішній час широко обговорюються та досліджуються шляхи використання глин для вирішення екологічних проблем. В Україні найцінніші в господарському відношенні глини є в межах Українського щита (Вінницька, Дніпропетровська, Запорізька, Черкаська, Кіровоградська та Хмельницька область) та у Північно-Західному Донбасі [2]. Значний інтерес представляють такі властивості глинистих порід, як висока адсорбційна здатність, яка дозволяє проводити ефективну очистку різних речовин. Глинисті породи також являються природними мінеральними бар'єрами проти розповсюдження забруднення [1]. Наприклад, встановлені сорбційні властивості зеленої каолініто-гідрослюдистої глини зі складу розкривних порід Нікопольського марганцеворудного родовища у відношенні до окремих важких металів з продуктів спалювання твердих побудових відходів [3]. Глини використовують для очистки води від радіоактивного стронцію шляхом отримання сорбенту через випалювання та подальшу обробку розчинами заліза і солями ортофосфатної кислоти. Очистку атмосферного повітря від оксидів азоту, сірки, формальдегіду виконують шляхом отримання сорбенту за рахунок опушування висушеної глини піролюзитом з подальшим прокалюванням. Для дезактивації важких металів у ґрунті застосовують сорбент-меліорант, отриманий з глини, глауконітового піску та відвальної породи вугільних шахт. У якості сорбентів і відбілювачів глинисті породи (головним чином природні й активовані бентонітові глини) застосовуються для очищення та освітлення нафтопродуктів (бензину, гасу, мастильних масел), рослинних олій і тваринних жирів. Деякі види освітлюючих глин використовуються для очищення оцту, вина, фруктових соків тощо. Оцінка їхньої придатності проводиться за величиною сорбційної активності й індексу активності.

Матеріал для глинистих сорбентів видобувають в Черкаській (Дашуківське родовище), Закарпатській (Горбське родовище), Хмельницькій (Пижевське і Жабинське родовища) областях [2]. В той же час, є чимало родовищ, на яких глини добуваються «попутно»: їх складають у відвали або використовують у ході виконання рекультиваційних робіт. Враховуючи досвід застосування глин з різних родовищ в якості сорбенту чи для створення очисних екранів, була поставлена задача дослідження властивостей глин Вільногірського ГМК.

Дані дослідження цілком збігаються з Переліком пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до

2015 року «Технології раціонального водокористування, підвищення ефективності очищення стічних вод та запобігання забрудненню водних об'єктів» та «Технології очищення та запобігання забрудненню атмосферного повітря» у напрямку 4 «Раціональне природокористування» із Переліку пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки на період до 2020 року.

Постановка задачі. Метою роботи є дослідження хіміко-мінералогічних та фізико-механічних властивостей глин, які входять у склад розкривних порід Вільногірського ГМК.

Викладення матеріалу та результати.

Сировинною базою Вільногірського ГМК є розсипне комплексне Малишевське циркон-рутил-ільменітове родовище. Родовище є прибрежно-морським піщаним відкладенням сарматського ярусу неогену і піщаного відкладення полтавської серії нижнього неогену – верхнього палеогену. Нижче рудоносних пісків цих відкладень по розрізу залягають піщано-глинисті осадові утворення олігоцену, палеогену, кора вивітрювання і кристалічні породи Українського кристалічного щита. Перекриваються продуктивні піски сарматськими глинами і четвертинними червоно-бурими глинами, червоно-бурими і лесовидними суглинками.

Вскришні породи Вільногірського гірничо-металургійного комбінату представлені (зверху вниз): паливно-жовтими лесовидними макропористими суглинками (до 18–20 м.), червоно-бурими щільними суглинками (5–13 м.), червоно-бурими та бурими щільними глинами (6–14 м.), зеленувато-сірими щільними, з включеннями гіпсу, глинами. Схема розташування розкривних порід представлена на рис. 1.

Для досліджень були відібрані зразки зеленувато-сірих глин сарматського ярусу і червоно-бурих глин четвертинного походження (рис. 2). Проби були досліджені з точки зору їх мінерального і хімічного складу та геологічних особливостей.

Петрографічний аналіз проб розкривних порід дав наступні результати.

Проба №1 – це глина зеленувато-сірого кольору. Вона представлена щільними крупними уламками однорідного зеленувато-сірого забарвлення. На дію соляної кислоти не реагує, що вказує на відсутність карбонату кальцію. При переході світла від поляризаційного мікроскопу відмічено переважання глинистої складової. Форма агрегатів щепковидна та короткогольчата, показники переломлення близькі до 1,54. Інтерференція в межах червоного кольору, що характерно для монтморилоніту з домішками гідроліти. Гідрооксиди заліза в глинистих мінералах розподілені рівномірно.

Піщано-алевритова фракція розміром від 0,001 до 1 мм складає 40–43 % та представлена округлими зернами кварцу (35 %) і призматичними уламками польових шпатів (5–8 %). В пробі відмічена присутність мілких сотовидних уламків діатомітових водоростей, складених опал-кристобалітовою речовиною, вміст якої складає близько 5 %.

| Масштаб 1:500 | Геологічний індекс | Проектний геологічний розріз | Потужність шару, м | Категорія порід за буримістю | Короткий літологічний опис порід |
|---------------|---------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|--|
| | Q _{IV} | | 1,0 | II | <i>Грунтово-растительний</i> |
| | Q _{II+III} | | 17,0 | II | <i>Суглинок палево-жовтий, бурий и червоно-бурий</i> |
| | Q _I | | 13,0 | III | <i>Глина червоно-бура, глиниста, в'язка гіпсоносна</i> |
| | N _{1S3} | | 6,0 | IV | <i>Глина зеленувато-сіра, щільна, в'язка, гіпсоносна</i> |
| | | | | | |

Рис. 1. Схема залягання вскришних порід на Малишевському циркон-рутил-ільменітовому родовище Вільногірського ГМК

Проба № 2 представлена глиною червоно-бурого кольору з фіолетовим відтінком. Вона має щільну однорідну структуру, при взаємодії з соляною кислотою інтенсивно закипає. При переході світла від поляризаційного мікроскопу визначено переважання глинистої складової у вигляді щепко- і голкоподібних агрегатів з показником заломлення 1,55. Інтерференція до жовтуватого та червонуватого кольорів, що характерно для монтморилоніту зі значним вмістом гідрослюдистих мінералів. Крім цього, у пробі відмічена присутність значної кількості (10–15 %) опал-кристобалітової речовини у вигляді слабко інтерфе-

ренційованих (до сірого кольору) залишків діатомей, спікул губок і радіолярій, а також призматичних уламків гіпсу..



Рис. 2. Загальний вигляд глини на кар'єрі Вільногірського ГМК:
а) зеленувато-сірі глини; б) червоно-бурі глини.

Результати досліджень гранулометричного складу проб наведено в таблиці 1.

Результати вказують, що за гранулометричним складом згідно ДСТУ Б В.2.7-60-97, за вмістом частин розміром менше 1 мкм, проби відносяться до високодисперсної глинистої речовини.

Результати досліджень мінералогічного складу проб показують, що:

- проба №1 зеленувато-сірі глини характеризуються такими речовинами як: монтморилоніт з гідрослюдою 50–53 %, кварцу близько 35 %, польових шпатів 5–8 %, опал-кристобаліту менше 5 % і гідрооксидів заліза близько 2 %.

- проба №2 представлена глиною червоно-бурого кольору з фіолетовим відтінком та включає: монтморилоніт зі значним вмістом гідрослюдистих мінералів, гідрооксидів заліза (5 %) у вигляді червоно-бурих плям, тонко дисперсні карбонатні включення (до 5 %). Домішки пішано-алевриту складають близько 15 % і складаються з мілких зерен кварцу (10 – 12 %) і польових шпатів (3 – 6 %).

Таблиця 1

Гранулометричний склад проб

| Назва проби | Розмір фракцій (мкм) та їх вміст (%) | | | | |
|--|--------------------------------------|---------|--------|-------|---------|
| | 1000 – 60 | 60 – 10 | 10 – 5 | 5 – 1 | менше 1 |
| проба №1 – глина зеленувато-сірого кольору | 24,75 | 3,21 | 2,64 | 8,28 | 61,12 |
| проба №2 – глина червоно-бурого кольору | 2,04 | 8,44 | 4,76 | 20,04 | 64,72 |

Проби №1 і №2 було досліджено на вміст основних оксидів. Дані, отримані в ході лабораторно-хімічних досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Хімічний склад глин Вільногірського ГМК

| Назва проби | Масова частка оксидів, % | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------|--------------------------------|---------|--------------------------------|------|------------------|------|------|-----------------|------------------|-------|----------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe заг. | Fe ₂ O ₃ | FeO | TiO ₂ | CaO | MgO | SO ₃ | R ₂ O | ВПП* | Орг. реч |
| Проба №1 | 70,76 | 11,58 | 4,96 | 4,49 | 0,47 | 0,8 | 1,89 | 0,96 | 0,21 | 2,26 | 6,58 | 0,22 |
| Проба №2 | 53,4 | 14,05 | 6,72 | 5,92 | 0,8 | 0,71 | 5,36 | 3,7 | 0,11 | 5,24 | 11,42 | 0,45 |

*Втрати при прокалюванні

Визначення хімічного складу глин дозволяє зробити наступні висновки щодо придатності та доцільності використання глин для зазначених цілей.

За вмістом SiO₂ обидві проби відносять до глин з високим вмістом кремнезему (за даними ДСТУ Б В.2.7-60-97 відсотковий показник має становити більше 25 %). Високий вміст кварцового піску може вплинути на сполучну здатність глин та погіршувати в'язкість.

В залежності від вмісту Al₂O₃ у прожареному стані пробу №1 можна віднести до кислої групи (показник становить менше 14 %), а пробу №2 – до напівкислої групи (від 14 до 28 %). Окис алюмінію знаходиться в глині у зв'язаній формі в складі глиноутворюючих мінералів. Він є досить тугоплавким окислом. З підвищенням вмісту окису алюмінію в глині підвищується її пластичність та міцність виробів.

Наявність домішок заліза, в залежності від кількості, впливає на здатність глин до спучування. Забарвлення глин обумовлене домішками іонів заліза трьохвалентного (червоний, жовтий колір) або двовалентного (зелений, синюватий).

Рутил (TiO₂) – важливий компонент титанових руд, який знайшов своє впровадження в електродній і лакофарбовій промисловості, слугує також джерелом добування Nb і Ta.

Домішки кальцію знижують вогнетривкість глин, скорочують інтервал спікання, а також підвищують пористість, що дуже важливо для використання глин в якості сорбенту.

Окис кальцію (CaO) та оксид магнію (MgO) входять в склад карбонатних порід – вапняка, кальцита, доломіту і знаходяться в глині в формі карбонатів CaCO₃ і MgCO₃. Наявність карбонатвмісної складової з метою одержання залізовмісних глинистих сорбентів дозволяє проводити хімічне модифікування поверхні глинистих частинок кислими розчинами солей металів, здатних до гідролізу.

Органічні домішки у вигляді залишків рослин і гумусових кислот забарвлюють глину в темні тони, підвищують пластичність за рахунок великої кількості зв'язаної води і, отже повітряну осадку. Зі збільшенням їх змісту зростає пористість.

До основних фізико-механічних властивостей глин відносять пластичність, липкість, набухання, усадка, зв'язність, текучість і твердість. В даних до-

слідженнях було проведено визначення показників пластичності, текучості та набухання [4,5].

Пластичність (П) визначається як властивість глиняної проби піддаватись формуванню та зберігати надану йому форму при сушінні та випалюванні, визначається як різниця між вологістю, яка відповідає нижній межі текучості глини і вологістю проби, яка відповідає межі розкачування. За ступенем пластичності глинисті породи поділяють на високопластичні (з числом пластичності більше 25), середньопластичні (15–25), помірнопластичні (7–15), малопластичні (3–7) і непластичні, що не дають пластичного тіста.

Показник текучості (Т) визначається тільки для пилувато-глинистих ґрунтів і являє собою різницю вологостей, які відповідають двом станам проби: природному і на межі розкачування до показника індексу пластичності (П). Для глин і суглинків, які використовують для виготовлення керамічних будівельних матеріалів застосовують таку класифікацію визначення показника текучості:

- тверда консистенція (менше 0); напівтверда (від 0 до 0,25);
- тугопластична (від 0,25 до 0,5); м'якопластична (від 0,50 до 0,75);
- текучопластична (від 0,75 до 1); текуча (більше 1).

Здатність глин до набухання характеризується вологістю набухання (W_n) і тиском набухання (P_n).

За величиною тиску набухання глинисті породи поділяються на ненабухаючі ($P_n < 0,025$ МПа); слабонабухаючі ($P_n = 0,025-0,1$ МПа); середьонабухаючі ($P_n = 0,1-0,25$ МПа) і сильнонабухаючі ($P_n > 0,25$ МПа).

Результати визначення показників пластичності, текучості та набухання відібраних проб наведені в таблиці 3.

Враховуючи, що значення (П) усіх проб більше 25, можна зробити висновок, що досліджувані зразки глини є високопластичними. Маючи показник текучості (Т) обох проб, які менші нуля, можемо віднести зразки до глин з напівтвердою або твердою консистенцією. За величиною тиску набухання (P_n) досліджені зразки глин відносяться до середьонабухаючих глин, що мають у своєму складі монтморилоніт, який відомий своїми сорбційними властивостями.

Таблиця 3

Фізико-механічні показники глинистих порід

| Назва проби | Число пластичності П | Показник текучості Т | Тиск набухання P_n |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Глини зеленувато-сірі | 38,0 | менше 0 | 0,20 |
| Глини красно-бурі | 53,7 | менше 0 | 0,19 |

Висновки. В роботі розглянуті хіміко-мінералогічні та фізико-механічні властивості розкривних глинистих порід Вільногірського ГМК.

Хімічний склад глин характеризується наявністю елементів у вигляді оксидів SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , CaO , MgO , SO_3 , R_2O та органічної речовини. Глиниста порода характеризується вмістом оксиду алюмінію (до 14 %), заліза (до 6 %), кальцію (до 5 %) і магнію (до 4 %).

Мінералогічний склад глин включає: монтморилоніт з гідрослюдою 50–53 %, кварцу близько 35 %, польових шпатів 5 – 8 %, опал-кристобаліту менше 5 % і близько 2 % гідрооксидів заліза.

За ступенем пластичності глини є високопластичними. Зі показнику текучості визначено, що глини мають напівтверду або тверду консистенцією. За величиною тиску набухання глин відносяться до середньоонабухаючих глин.

Механічні властивості глин характеризуються гранулометричним складом і за вмістом частин розміром менше 1 мкм. згідно ДСТУ Б В.2.7-60-97 класифікують глини як високодисперсну сировину.

За даними хіміко-мінералогічних та фізико-механічних показників глин можна говорити про можливість подальшого використання корисних властивостей розкритих глинистих порід Вільногірського ГМК для вирішення екологічних проблем.

Список літератури

1. Соколов В. Микромір глинистых пород / В. Соколов // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - №3. – С. 56-64.
2. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki>. – вільна енциклопедія.
3. Борисовська О. О. Удосконалення методів захисту доквілля від продуктів спалювання твердих побутових відходів з використанням гірських порід: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / Борисовська Олена Олександрівна; Національний гірничий університет. — Д., 2009. — 19 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-60-97 Будівельні матеріали: сировина глиниста для виготовлення керамічних будівельних матеріалів. Видання офіційне. Держкоммістобудування України. – Київ 1997.
5. Грунтоведение / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1983. = 389 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Колесником В.Е.
Надійшла до редакції 15.04.2013*

УДК 371.2

© Г.І. Скороход

ПРИКЛАДИ УКРУПНЕННЯ ДИДАКТИЧНИХ ОДИНИЦЬ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Розвинуті рекомендації методу укрупнення дидактичних одиниць та наведені приклади їх застосування при викладанні вищої математики.

Развиты рекомендации метода укрупнения дидактических единиц и приведены примеры их применения при обучении высшей математике.

The recommendations of the didactic units integration method and examples of their use in teaching higher mathematics are given.

Суть методу укрупнення дидактичних одиниць [1] – в поєднанні у часі та просторі навчальної інформації, тісно пов'язаної між собою, для стиснення та кращого її сприйняття. Поєднання у часі означає вивчення матеріалу на одному