

Янович В. П.
Полєвода Ю. А.
Токарчук О. А.
Єленич А. П.

*Вінницький
національний аграрний
університет*

Ianovych V. P.
Polyevoda Y. A.
Tokarchuk O. A.
Yelenich A. P.

*Vinnitsia National
Agrarian University*

УДК 636.083

РОЗРОБКА ВІБРАЦІЙНОГО МЛИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕНТЕРО- ТА ІМУНОСОРБЦІЙНОГО ГЛАУКАНІТОВОГО ПОРОШКУ

В статті наведені дослідження та розглянуто технологічні аспекти виробництва глауконітового порошку і механізми його взаємодії з організмом людини у якості ентеро- та імуносорбційного матеріалу. Розроблено технологічну та конструктивну схему вібраційного торовидного млина, яка дає можливість реалізувати технологічний процес надтонкого дроблення глауконітової сировини.

***Ключові слова:** глауконіт, ентеросорбція, імуносорбція, дрібнодисперсне подрібнення, розчинність, вібраційний млин.*

Вступ. Унікальність глауконіту полягає у його використанні в якості вискоєфективного ентеро та імуносорбента [1], що інтенсивно приймає участь у процесі зв'язування та виділення з крові антитіл або антигенів. Реакція зв'язування певних молекул заснована на реакції антиген – антитіло. Даний метод є одним з найбільш сучасних і перспективних варіантів видалення з крові патологічних молекул. На противагу іншим методам екстракорпоральна гемокорекція, імуносорбція дозволяє не просто видалити з організму плазму (як при плазмафорезі), і навіть не всю групу молекул, що володіє патогенними властивостями (як при кріофорезі), а лише певний цільовий вид молекул, які «розпізнаються» та осаджуються в обладнанні, заповненому специфічним імуносорбентом. Сорбент являє собою пов'язані з носієм антитіла (антигени), здатні зв'язуватися з антигенами (антитілами), які циркулюють в крові. Через такий сорбент пропускають кров або плазму, в процесі чого і досягають ефекту очищення від конкретного патологічного агента.

В основному, успішного застосування набуло два специфічних адсорбційних методи: метод видалення ліпопротеїнів низької

щільності при спадкових формах гіперхолестеринемії (LDL – аферез) та сорбція за використання протеїну А при аутоімунних захворюваннях. Даний метод дозволяє пов'язувати антитіла та імунні комплекси і викликати модифікацію імунної відповіді.

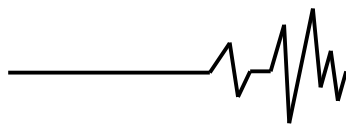
Найбільш значущими недоліками імуносорбційних методів є висока вартість та обмежений набір імуносорбентів.

Способи отримання сорбентів, типи і конструкції машин впливають на властивості і терапевтичну ефективність готової продукції. Вибір оптимального режиму виробництва повинно здійснюватися на основі теоретичних і практичних знань, що враховують загальні закономірності даних процесів [2].

Тому актуальним є пошук інтенсивних, зокрема, вібраційних методів обробки сировини мінерального походження.

Мета досліджень. Метою даної роботи є розробка нового вискоєфективного обладнання для дрібнодисперсного здрибнення глауконітового мінералу за умови механоактивації поверхневої структури новоутворених часток.

Викладення основного матеріалу. Глауконіт широко поширений в природі



мінерал, зокрема в Україні, загальні ресурси оцінюються в 35,7 млрд. тонн. Даний мінерал має високі абсорбційні та катіоннообмінні властивості. Його іонообмінна здатність знаходиться в межах 0,1 – 0,4 моль / кг, пористість 20-25%, твердість 1,3 – 2,0, щільність 1,8 – 3,0, розмір часток від 0,03 до 0,65 мм. Ємність катіонного обміну концентрату глауконіту змінюється від 390 до 550 мг/екв. на 1 грам навішування. Гранична поглинальна

здатність по відношенню до важких металів: міді – 781,2; нікелю – 342,4; заліза – 1317 мг/екв. на 1 кг мінералу [3].

Здатність глауконіту абсорбувати важкі метали з розчинів становить (у% від вихідного змісту) Pb-99, Hg-64, Co-97, Cu-96, Cd-96, Mn-95, Cr-92, Ni-90 Zn-90, Fe-99.

Глауконіт по природній структурі є мінерал зеленого кольору (рис. 1), має наступний склад табл. 1.

Таблиця 1

Структурна характеристика глауконіту

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅
52,9	11,8	16,7	4,31	0,82	8,52	0,14	0,03	0,04-0,26

Глауконіт (рис.1), як природний алюмосилікат відповідає всім вимогам, що пред'являються до імуносорбентів: інертність по відношенню до біологічних препаратів; стабільність властивостей в широкому діапазоні; твердофазний і механічноміцний; не схильний до руйнування при впливі мікроорганізмів; висока сорбційна ємність; здатність до ковалентному зв'язування ліганд як в початковому стані, так і при модифікації.

Перспективними для застосування в методах імуноаналізу є твердофазні носії, в тому числі різні гранульовані сорбенти, а останнім часом сорбенти з магнітними властивостями.

Загальна ємність катіонного обміну глауконіту ще не характеризує повною мірою його поглинаючі властивості, а також від того, який з катіонів (Ca, Mg, K, Na) бере участь в обмінних реакціях. Відомо, що поглинання глауконітом перехідних елементів четвертого

періоду відбувається за механізмом іонного обміну, що супроводжується витісненням іонів калію.

Глауконіт має здатність виборчого поглинання довгоживучих радіоактивних ізоотопів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr. Сорбційна здатність підвищується після нагрівання до 300-400°C. Механізм поглинання глауконітом радіоізоотопів – процес іонного обміну, описуваного законом діючих мас. Разом з тим неоднорідність обмінних груп, що володіють різною енергією зв'язку обмінюються катіонами, призводять до порушення даної закономірності [4]. Ступінь виборчого поглинання глауконітом даних ізоотопів залежить від співвідношень між слюдисто і монтмориллонітовою фазами в структурі мінералу. Зі збільшенням процентного вмісту розбухають шарів сорбція радіогенного стронцію підвищується, а цезію – зменшується і навпаки.

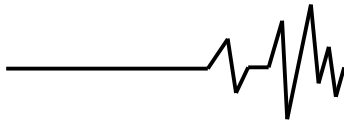


до подрібнення



після подрібнення

Рис. 1. Стадії виробництва обробки глауконітової сировини



Високий вміст калію в глауконітовому концентраті дозволило широко використовувати його в якості джерела рухомого калію в різних областях від калійних добрив в рослинництві до лікарських препаратів в медицині і ветеринарії.

Природні алюмосилікати осадового походження (глауконіти) мають не каркасне, а шарувату будову. Частина внутрішньо молекулярних сил не врівноважена взаємодією з розташованими в порожнині одного такого шару іонами хімічних елементів. Дані сили можуть вступати у взаємодію з іонами хімічних речовин, що містяться в розчинах або в повітрі. В результаті, вони накопичуються на активних поверхнях пластинок та складових загального кристалу. Таким чином, площа активної поверхні даного збільшується і в цьому, можливо, основна відмінність біологічної дії глауконіту в порівнянні з цеолітами.

Біологічний ефект алюмосилікатів залежить від структури кристалічної решітки, типу обмінних катіонів, ступеня їх сорбції та десорбції. Володіючи великою активною поверхнею (кілька сот m^2/g) алюмосилікати селективно сорбують NH_3 , NH_4^+ , H_2S , CH_4 , CO_2 , воду, вуглеводні, феноли, екзо- і ендотоксини, важкі метали, радіонукліди, деякі мікроорганізми.

Однією з функцій алюмосилікатів є регуляція складу і концентрації електролітів травного тракту, а через них – мінерального обміну та кислотно-лужного стану організму. Бактерицидний ефект, який вони викликають в травному тракті пояснюється викидом вільних радикалів кисню [5].

Відомо про здатність алюмосилікатів до іммобілізації ферментів шлунково-кишкового тракту, тим самим підвищуючи їх активність і стабільність сприяючи перетравності поживних речовин, засвоєння азоту, кальцію і фосфору.

Алюмосилікати не пригнічують антиоксидантну функцію печінки, а уповільнюють просування в тонкому і товстому кишечнику, сприятливо впливають на морфологічний стан слизової оболонки, підсилюють функціонування мікроборсинок, що покращує травлення і всмоктування, регулюють вміст вільної рідини в кишечнику, тим самим сприяють формуванню більш щільних калових мас.

Добавка алюмосилікатів в раціон харчування спричиняє виборчу дію на споживання кисню різними тканинами. При цьому споживання кисню тканинами міокарда зростає в 2 рази, тканиною печінки – на 70 %.

У шлунку, де концентрація соляної кислоти може бути досить високою (рН до 1 – 1,5), під дією кислоти алюмосилікати частково

утворюють водневі форми цих мінералів з активними центрами різної природи. На зовнішній поверхні гранул породи відбувається декатайонування та деалюмініування алюмосилікатів, які в результаті можуть перетворюватись в тверду, частково структуровану кремнієву кислоту. Остання, в свою чергу, при переміщенні зі шлунка в кишечник розчиняється в лужних середовищах тонкого кишечника (рН = 8-10).

Кремній впливає на метаболізм макроелементів і ліпідів, а також необхідний для нормального функціонування сполучних тканин – додавання їм потрібної пружності, міцності та проникності. Кремній стимулює ріст кісткової тканини, сприяє кальцифікації молодих кісток. На важливу біологічну роль кремнію вказує його присутність в генетичному апараті тварин – нуклеїнові кислоти.

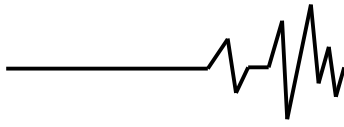
Каталітичні властивості алюмосилікатів в складі змішаних порід, особливо їх водневих форм з високою концентрацією кислотних центрів, дозволяє припускати їх активну участь в біокатайлізі в ролі пролонгатора дії ферментів, жовчних кислот та антиоксидантів.

З позиції розуміння механізму дії глауконіту в організмі становить інтерес оцінити їх як джерело макроелементів, що вивільняються в результаті обмінних процесів. Хоча макро- і мікроелементи глауконіту є додатковим джерелом мінеральних речовин в раціоні, перебуваючи в більш доступній формі для організму, що пов'язано з поліпшенням функцій травного тракту [6].

Підвищення засвоєваності кормів в присутності глауконіта також пов'язано з внесенням в легкосасвоєваної рухомий форми калію, кальцію та деяких мікроелементів з буферним ефектом глауконіту, стабілізуючим кислотність шлункового соку, змінюючи іонний склад хімусу і оптимізуючи умови діяльності травних ферментів.

Завдяки суворо визначеним розмірам внутрішніх порожнин, глауконіти мають молекулярно-ситові властивостями, є хорошими адсорбентами для багатьох неорганічних і органічних речовин, здатні поглинати і виводити з організму токсичні продукти травлення і токсичні речовини, що вносяться з їжею. Крім того, глауконіти адсорбують радіонукліди, солі важких металів, мають детоксикаційну дію до нітратів, нітратам та мікотоксинів.

Про посилення вуглеводного обміну свідчать також дані ультраструктурних досліджень, за результатами яких встановлено активізація інтацелюлярного біосинтезу зі



збільшенням вмісту глікогену в гепатоцитах печінки.

Під впливом глауконіту відбувається стимулювання специфічної і неспецифічної резистентності: зростання лужного резерву, підвищення титру аглютининів і зростання фагоцитарної активності лейкоцитів.

Пусковою ланкою в механізмі підвищення неспецифічної резистентності організму є іонообмінні властивості глауконіту, які дозволяють адсорбувати і брати участь в

евакуації з організму токсичних продуктів метаболізму.

Завдяки строго каліброваному розміру пористої структури (рис. 2), він здатний виявляти сорбційні властивості тільки по відношенню до іонів макро- і мікроелементів і органічних сполук з невеликими розмірами молекул (метан, сірководень, аміак та ін.). Не вступаючи в пряму взаємодію зі складними органічними сполуками (вітамінами, білками і ін.).

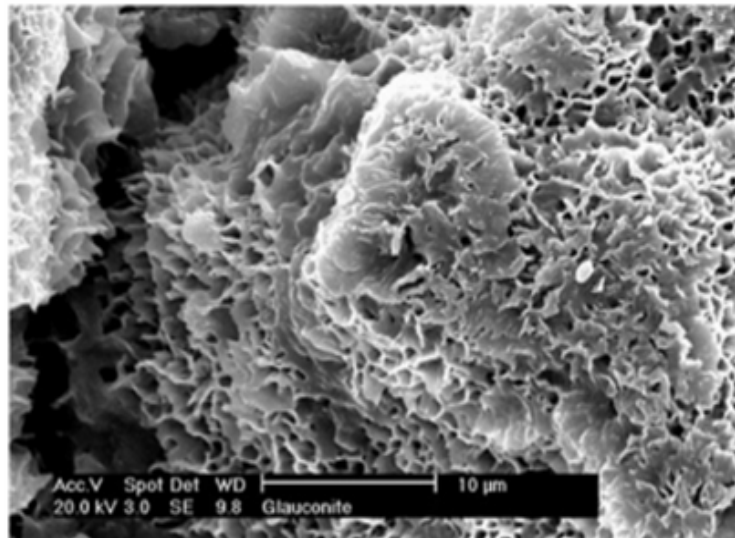


Рис. 2. Структурна будова глауконіту

Для іммобілізації нутрієнтів (ферментів, вітамінів, білкових компонентів) і поступового (продовженого) вивільнення їх в шлунково-кишковому тракті, зв'язування кишкових газів і профілактика здуття живота, позбавлення від печії.

Підтверджено можливість всмоктування кліноптілоліта (цеоліту, глауконіту) в шлунково-кишковому тракті. Результати показали, що природний цеоліт (глауконіт) резорбується і не депонується в організмі тварин: як при одноразовому, так і повторному введенні в шлунково-кишковому тракті [7, 8].

На основі проведеного аналізу технологічних аспектів застосування глауконіту та конструктивних схем існуючого обладнання для реалізації процесу тонкодисперсного помелу сипких мас, визначені основні напрямки вирішення поставлених задач, сутність яких полягає у розробці принципово нової схеми вібраційного млина, який міг би реалізувати ідею надтонкого здрібнення сировини за умови значної активізації поверхні оброблюваного матеріалу.

Дана задача розв'язується шляхом створення вібраційного торовидного млина в якому за рахунок обертання приводного валу з ексцентрично розміщеними дебалансами забезпечується коливний рух торовидної камери зі зміщеною гвинтоподібною поверхнею дека, що розгалужена ситовими перетинками.

На рис. 3. принципова схема розробленого млина, на рис. 4. його конструктивна реалізація.

Вібраційний торовидний млин містить електродвигун 1, еластичну муфту 2, приводний вал 3 з ексцентрично розміщеними дебалансами 4, який через підшипникові вузли 5 та траверси 6 змонтований у внутрішньому циліндрі 7 помольної торовидної камери 8 зі зміщеною гвинтоподібною поверхнею дека 9, що розгалужена ситовими перетинками 10 та розміщена на пружних елементах 11, технологічний наповнювач 12, патрубкі 13 і 14 відповідно для подачі та розвантаження технологічного середовища.

Вібраційний млин працює наступним чином.

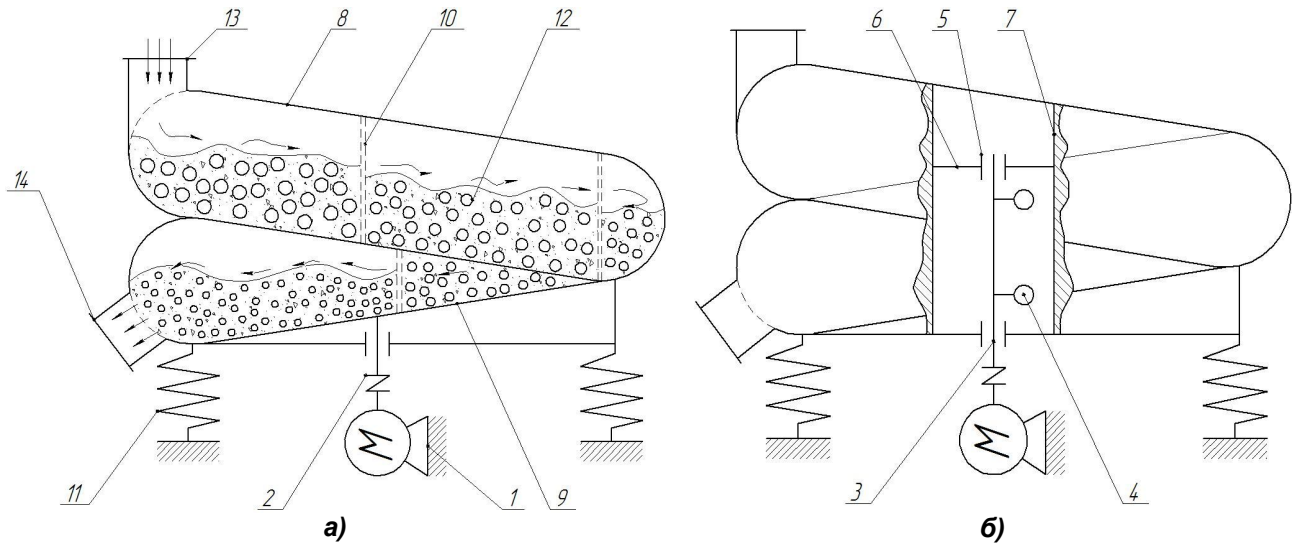
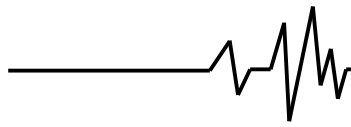
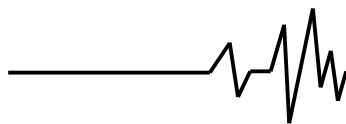


Рис. 3. Схема вібраційного торovidного млина: а) принципова схема; б) схема розміщення вібропривода; 1 – електродвигун; 2 – еластична муфта; 3 – приводний вал; 4 – дебаланси; 5 – підшипникові вузли; 6 – траверси; 7 – внутрішній циліндр; 8 – помольна торovidна камера; 9 – зміщена гвинтоподібна поверхня дека; 10 – ситові перетинки; 11 – пружні елементи; 12 – технологічний наповнювач; 13, 14 – патрубки відповідно для подачі та розвантаження



Рис. 4. Конструкція вібраційного торovidного млина: а) 1 – завантажувальний бункер; 2 – регулююча заслінка; 3 – живильна горловина; 4 – торovidний контейнер; 5 – пружинні елементи; 6 – станина; 7 – електродвигун; б) 1 – ситові елементи; 2 – вивантажувальний патрубок; в) 1 – контейнер; 2 – внутрішній циліндр для вібропривода; 3 – фракція 12 мм; 4 – фракція 8 мм; 5 – фракція 1 мм; 6 – ситові фіксатори



При включені електродвигуна 1 крутний момент через еластичну муфту 2, передається на приводний вали 3 з ексцентрично розміщеними дебалансами 4, обертання яких за рахунок жорстко змонтованих траверс 6 між підшипниковими вузлами 5 та внутрішнім циліндром 7 торovidної камери 8 призводить до створення комбінованої силової та моментної нерівноваженості останньої. Оброблювальний матеріал безперервно надходить через

завантажувальний патрубок 13, подрібнюючись в наслідок силового впливу технологічного наповнювача 12, різного фракційного складу в залежності від зони обробки, що створюється в наслідок відокремлення ситовими перетинками 10, прямує по гвинтоподібній поверхні дека 9 до патрубку 14 де вивантажується з млина.

Основна технічна характеристика розробленого обладнання приведена в табл. 2.

Таблиця 2

Технічна характеристика вібраційного торovidного млина

Найменування параметрів	Значення
Режим роботи	безперервний
Рух робочого органа	коливний
Форма коливань	еліптичні горизонтальні
Продуктивність, кг/год	400
Ємкість завантаження, дм ³	50
Розмір кінцевих ситових поверхонь, мм	1
Частота обертів приводного вала контейнера, хв ⁻¹	1100
Амплітуда коливань, мм	6
Споживана потужність, кВт	3
Габаритні розміри, м:	
довжина	0,7
ширина	0,7
висота	1,5
Маса, кг	85

Такий коливний технологічний рух та конфігурація торovidного контейнера млина з виокремленими зонами обробки дає можливість значно підвищити силовий вплив технологічного наповнювача на оброблювальний матеріал, а як внаслідок підвищити продуктивність та якість означеного процесу.

Висновки

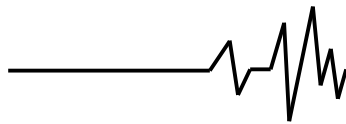
Проведені аналітичні дослідження засвідчили високі ентеро – та імуносорбційні властивості глауконіту. Також виявлено можливість всмоктування клінопітіоліта (цеоліту, глауконіту) в шлунково-кишковому тракті. Результати показали, що природні глауконіти резорбуються та не депонуються в біологічному організмі: як при одноразовому, так і повторному введенні в шлунково-кишковий тракт.

Застосування розробленого вібраційного торovidного млина дає можливість значно підвищити ступінь руйнування часток мінеральної сировини за умови значної деструкції її молекулярної структури матеріалу, а як наслідок інтенсифікувати процес

розчинення та засвоєння діючої речовини у сипкій формі.

Список використаних джерел

1. Білоніжка П. Глауконіт, сколіт, селадоніт: кристалохімія, номенклатура, системати-ка, умови утворення / П. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2012. – № 62, вип. 1. – С. 38–51.
2. Білоніжка П. Фосфорити з палеогенових відкладів Криму / П. Білоніжка, Ю. Дацюк // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2011. – Вип. 25. – С. 114–124.
3. Глауконіти Поділля – сорбенти радіонуклідів / Ю. Б. Козуб, О. І. Матковський, А. Ю. Сеньковський, Ю. І. Федоришин // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. – 1998. – Вип. 13. – С. 139–142.
4. Глауконіти – природні сорбенти радіоізотопів стронцію та цезію / У. І. Феношин, О. В. Цьонь, Ю. О. Ольховик [та ін.] // Мінерал. журн. – 1995. – № 3. – С. 97–102.
5. Минералы: [Справочник] : [Слоистые силикаты (каолиновые минералы, серпенти-ны, пирофиллит, тальк, слюды)] / [Гл. ред. Ф. В. Чухров]. – М. : Наука, 1992. – Т. 4, вып. 1. – 599 с.



6. Цибальникова А. Электронно-микроскопическое изучение формы кристаллов глау-конита / А. Цибальникова, В. А. Дриц, А. Л. Дмитрик // Литология и полезные ископаемые. – 1973. – № 1. – С. 121–127.

7. Mineralogical characteristics and geological significance of Albian (Early Cretaceous) glauconite in Zanda, southwestern Tibet, China / Xiang Li [et al.] // Clay Minerals. – 2012. – Vol. 47. – P. 45–58.

8. Welton J. E. SEM Petrology Atlas / Joann E. Welton. – American Association of Petroleum Geologists, 1984. – 237 p.

Список джерел в транслітерації

1. Bilonizhka P. Glaukonit, skolit, seladonit: kry' staloximiya, nomenklatura, systematyka, umovyutvorennya / P. Bilonizhka // Mineral. zb. – 2012. – № 62, вип. 1. – S. 38–51.

2. Bilonizhka P. Fosforytz paleogenovykh vidkladiv Krymu / P. Bilonizhka, Yu. Dacyuk // Visn. Lviv. un-tu. Ser. geol. – 2011. – Vyp. 25. – S. 114–124.

3. Glaukonity Podillya – sorbenty radionuklidiv / Yu. B. Kozub, O. I. Matkovskiy, A. Yu. Senkovskiy, Yu. I. Fedoryshyn // Visn. Lviv. un-tu. Ser. geol. – 1998. – Vyp. 13. – S. 139–142.

4. Glaukonity – pryrodni sorbenty radioizotopiv stronciyu ta ceziyu / U. I. Fenoshyn, O. V. Czou, Yu. O. Olxovyk [ta in.] // Mineral. zhurn. – 1995. – № 3. – S. 97–102.

5. Myneral: [Spravochnyk]: [Sloystye sylykаты (kaolynovye myneral, serpentyn, pyrofylyt, talk, slyud)] / [Gl. red. F. V. Chuxrov]. – M.: Nauka, 1992. – T. 4, вып. 1. – 599 s.

6. Cybalnykova A. Elektronnoy kroskopycheskoye yzuchenye formy krystallov glau-konyta / A. Cybalnykova, V. A. Drycz, A. L. Dmytryk // Lytologyya y poleznye ysko-paemye. – 1973. – № 1. – S. 121–127.

7. Mineralogical characteristics and geological significance of Albian (Early Cretaceous) glauconite in Zanda, southwestern

Tibet, China / Xiang Li [et al.] // Clay Minerals. – 2012. – Vol. 47. – P. 45–58.

8. Welton J. E. SEM Petrology Atlas / Joann E. Welton. – American Association of Petroleum Geologists, 1984. – 237 p.

РАЗРАБОТКА ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНТЕРО- И ИМУНОСОРБЦИОННОГО ГЛАУКОНИТОВОГО ПОРОШКА

Аннотация. В статье приведены исследования и рассмотрены технологические аспекты производства глауконитового порошка и механизмы его взаимодействия с организмом человека в качестве энтеро- и имуносорбционного материала. Разработана технологическая и конструктивная схема торовидной вибрационной мельницы, которая дает возможность реализовать технологический процесс сверхтонкого дробления глауконитового сырья.

Ключевые слова: глауконит, энтеросорбцию, имуносорбция, мелкодисперсное измельчение, растворимость, вибрационный мельница.

DEVELOPMENT VIBRATORY MILL FOR PRODUCTION ENTERO- AND IMUNOSORBTSIYNOHO HLAUKANITE POWDER

Annotation. In the article the research and the technological aspects of production glauconitic powder and mechanisms of its interaction with the body as entero- and imunosorption materials. The technological and constructive scheme torus vibratory mill, which makes it possible to implement workflow hyperfine splitting of glauconitic materials.

Key words: glauconitic, enterosorption, munosorption, fine grinding, solubility, vibratory mill.