

УДК 504:628.1

© Я.М. Заграй, д-р хім. наук, професор;
А.В. Ребренюк, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ (ШУНГІТУ) ЯК ЕТАПІВ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОРЕГУВАННЯ СКЛАДУ ВОДНИХ РОЗБАВЛЕНИХ РОЗЧИНІВ ДО ПРИРОДНО СФОРМОВАНОЇ ЯКОСТІ

У даній статті розглянуто природний мінерал – шунгіт. Наведені дві теорії походження шунгітових порід. Зроблено огляд фізико-хімічних властивостей шунгіту, зокрема молекул фулеренів, які присутні в ньому та визначають його корисні властивості. Розглянуто основні процеси впливу на структуру води в системі “розбавлений водний розчин, питна вода – шунгіт” і зроблено висновок, що шунгіт можна використовувати для підготовки вод питного призначення завдяки високій активності шунгітового вуглецю в окисно-відновних процесах, наявності процесів сорбції і обміну катіонів.

Ключові слова: шунгіт, фулерени, питна вода, очищення води.

Вступ

Більше мільярда людей використовують не придатну для пиття воду. Через це щорічно вмирають три з половиною мільйони дітей. Більшість українців споживають воду з поверхневих джерел – озер, ставків, рік, зокрема з Дніпра п'ють воду близько 30 млн. людей. Вода – активний розчинник. Стикаючись з будь-якими об'єктами, вона дуже повільно розчиняє їх. Тому в природі абсолютно чистої води не існує. Та й організм людини “звик” до певної концентрації різних речовин, розчинених в ній. Протікаючи через гірські породи, вона розчиняє їх і насичується відповідними компонентами – іонами кальцію, магнію, калію, заліза, молибдену, алюмінію, берилію, марганцю, міді, миш'яку, цинку. Останні шість елементів особливо шкідливі для людини, якщо їх концентрації перевищують гранично допустимі. Тому нормативні документи багатьох країн, у тому числі України, Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), вимагають обов'язкового контролю їх вмісту в питній воді [11].

Серед мінералів, які ефективно використовуються для корегування властивостей води відносяться: *шунгіт, цеоліт, кремій, граніт, кварц*. Основною задачею природних мінералів в процесі підготовки питної води є її наближення до природно сформованої якості, завдяки процесам впливу мінералів на структуру водних розбавлених розчинів, а саме процесів *сорбції, іонообміну і фільтрації*.

Походження шунгітових порід

Є факти, що підтверджують принесення сонячного вуглецю на Землю з Космосу. Ось найсвіжіші: вчені-астрономи, фахівці НАСА, досліджували пласти осадових порід у Новій Зеландії, Данії і Колорадо (США), вік яких становить 65 мільйонів років. У шарі глини вчені виявили фулерени і трубчасті фулерити.



Крім того, у фулереновміщуючій породі співвідношення ізотопів гелію He^3 : He^4 відповідає космічній матерії.

Перевірки на фулерени був підданий метеорит Алленде, що впав 30 років тому в Мексиці. Метеорит, вік якого визначили в 4,6 мільярдів років, виявляється, був напханий фулеренами і ізотропом He^3 . Висновок з усього сказаного один: принесення сонячного вуглецю з фулеренами на Землю відбувалося в самі різні геологічні епохи [2].

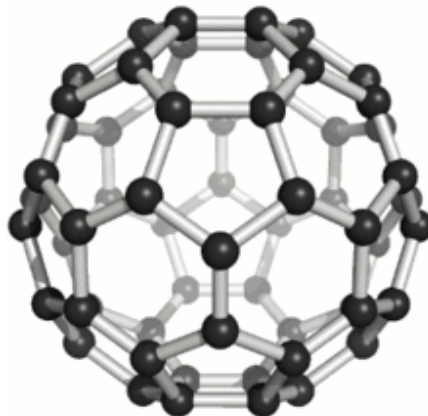
Також є й інша теорія походження шунгітових порід. На півночі Онезького озера 2,5 мільярди років тому сформувалися величезні поклади вуглецевмісних порід. Вони займають все північне підніжжя – від Ладоги до Медвеж'єгорська – і східне підніжжя. Потужність цих покладів доходить до 2,5 км у глибину. Походження цих порід органічне, мабуть, пов'язане з масовим вимиранням анаеробних бактерій під час раннього протерозою, коли кардинальним чином змінювався склад земної атмосфери з переважно метанового на кисневий. Надалі породи піддалися рівного ступеня метаморфізму, пов'язаного з температурою, високим тиском, вулканічною діяльністю, присутністю силікатних розчинів і т. д. Але ці процеси йшли вкрай нерівномірно, що призвело до великого розкиду у властивостях вуглецевмісних порід не тільки по площі залягання, але й по глибині. Це стосується і змісту власне вуглецю, який коливається від 5 до 95%. Також нерівномірність умов позначилася і на властивостях самого вуглецю. Так як шунгіт є перехідною ланкою між вугіллям і графітом (перехід досить широкий), на деякому етапі виникли умови для утворення глобул вуглецю, зокрема, фулеренів [3].

Фізико-хімічні властивості шунгіту

Шунгітовий вуглець – це аллотропна форма метастабільного вуглецю, що відрізняється від уже відомих форм: алмазу, графіту, кам'яного вугілля і сажі [1].

Склад породи Зажогінського родовища (масова частка): вуглець – 28–32%, кварц – 45–30%, складні силікати (слюди, хлорити) – 17–20%, сульфіди – 1,8–2,2%. Хімічний склад: вуглець – 28%, кремній – 58%, алюміній – 4%, залізо – 2,5% і далі по спаданню – К, Mg, Са, Na, Ti – від 1,5 до 0,2%. Шунгіт зустрічається в суцільних масах чорного (із сильним блиском) або графітного сірого кольору з раковистим або дрібнозернистим зламом. Твердість – по Мосу – 3–4, питома вага – 1,8–2 г/кв.см. Зажогінські шунгітні породи є складними наноструктурними природними композитами [3].

Фулерени – порожнисті симетричні кулясті молекули, що представляють собою замкнуті опуклі багатогранники, складені з парного числа трьохкоординованих атомів вуглецю. Самий вивчений із сімейства фулеренів – фулерен C₆₀, в якому 60 вуглецевих атомів утворюють багатогранник, який складається з 20 шестикутників і 12 п'ятикутників. Молекула фулерену C₆₀ характеризується високою симетрією і стабільністю [4].

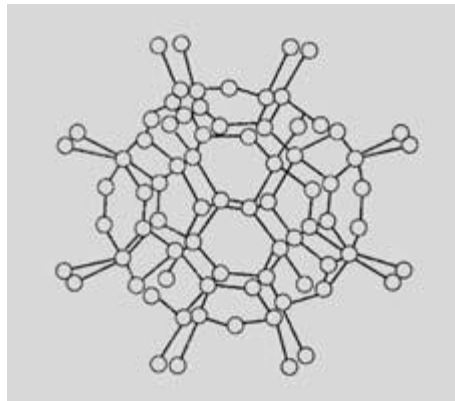


Молекула фулерену

Ненасичений зв'язок вуглецю фулеренів каталізує (активує) процеси окислення. І вірогідність проведення реакцій окиснення (згоряння харчових речовин у клітинах організму людини) до кінця (до CO₂ і H₂O) в присутності шунгіту збільшується. У цьому проявляються антиоксидантні властивості шунгіту (так як особливу небезпеку для організму людини представляють недоокислені до CO₂ «уламки» органічних речовин).

Дію фулеренів завжди помітно, хоча ці крихітні кулясті молекули становлять лише дуже незначну частину вуглецю шунгітових порід. Оскільки глобулярний шунгітовий вуглець присутній у всіх шунгітових структурах (пачечній, лускатій і навіть плівковій), отже, фулерени також будуть присутні у всіх структурах шунгітового вуглецю. Однак зміст фулеренів буде різний, і тим більше, чим більше зміст глобулярного шунгітового вуглецю.

Фулерени незвичайні не тільки своєю будовою. Усередині глобули фулерену є порожнина. На сьогоднішній день відомо, що в цю порожнину можна помістити більше третини елементів періодичної таблиці Менделєєва [5].



Хімічна будова водорозчинного фулерену, що представляє собою молекулу C₆₀ з приєднаними до неї радикалами ОН

Також шунгітові породи мають здатність поглинати і нейтралізувати електромагнітні випромінювання високих і надвисоких частот [6].

Розгляд системи “шунгіт-водний розбавлений розчин”

Шунгіт, завдяки високій активності шунгітового вуглецю в окисно-відновних процесах, наявності процесів сорбції і обміну катіонів, використовується для підготовки вод господарсько-питного призначення. Шунгіт ефективно використовується для видалення з водопровідної води хлорорганічних речовин, що мають канцерогенні властивості. Завдяки процесам обміну катіонів він здатний корегувати йонний склад металів, в тому числі і важких (заліза, марганцю, кобальту, свинцю, цинку, міді, кадмію), у воді, яка пройшла підготовку на центральній станції водопідготовки [7].

Шунгіт успішно видаляє з води органічні і неорганічні речовини (нафтопродукти, пестициди, поверхнево-активні речовини, спирти, смоли, бор, миш'як, фосфор та ін.). Це справедливо для зразків води з різною жорсткістю й кольоровістю. В експериментальних роботах було встановлено, що в системі “шунгіт-розбавлений водний розчин-вода” в присутності кисню та для певного вмісту шунгіту, протягом 3–7 годин хлороформ розпадається на 87%, бензол – на 91%, толуол – на 90%. Мікродомішки хлоридів заліза, хрому, алюмінію, ртуті через вищевказаний час контактування переходять на 70–90% у форму нерозчинної суспензії, на 20–25% – у форму, адсорбовану на поверхні шунгіта. Це пояснює механізм саморегулювання природних вод в районі Онезького озера, що відрізняється підвищеною чистотою. Шунгіт, як сильний відновник, поглинає кисень з води, утворює атомарний кисень, що окисляє сорбовані органічні речовини до вуглекислого газу і води [8].

Шунгіт покращує воду, яка, проходячи по старих водопровідних трубах, що зазнали корозії і населені залізобактеріями, вдруге забруднюється мікробами; також він має здатність дезінфікувати воду, але при цьому необхідно мати на увазі те, що вода в різних регіонах має свої відмінні властивості – кислотність, мінералізацію, навіть мікрофлору. При фільтруванні через шунгітові фільтри значно покращуються органолептичні властивості води: запах,

кольоровість, каламутність. Практично повністю змінюється мікрофлора, досягається зниження до нуля колі-індексу. Експерименти з біотестування на Дафнії і водоростях підтвердили відсутність токсичності у шунгітової води [9].

Користуючись «шунгітом для корегування мінерального складу води», важливо дотримуватися співвідношень в кількостях води і шунгітового щебеню при настоюванні, ретельно промивати щебінь проточною водою і краще користуватися прозорим скляним посудом. Якщо вода знаходиться в контакті з шунгітом меншу кількість часу, наприклад, кілька годин, то і тоді досягається ефективність корегування та знезараження води [8]. При більш тривалому контакті такої покращеної води з шунгітом, вода додатково насичується мікроелементами, глобулярним шунгітовим вуглецем і фуллеренами, які створюють бар'єр патогенним мікроорганізмам [10].

Висновок

Суть відмінності природної питної води полягає у формуванні в природних умовах її складу, який забезпечує нормальну біологічну функціональність організму людини і який не завжди вдається створити в процесі корегування розбавлених водних розчинів мембранними чи іншими методами, виникає необхідність додаткового кондиціонування такої води (обробка природними мінералами, магнітним полем, біологічна, ...). Природна питна вода різного складу може бути лікувальною в разі появи відхилень від нормальної біологічної функціональності організму людини.

Шунгіт наближує питну воду до природного стану і завдяки своїм фізико-хімічним властивостям здатний корегувати склад водного розбавленого розчину. Шунгіт використовують для кондиціонування питної води до природно сформованої якості як окремий етап в комплексних багатостадійних поетапно-функціональних технологіях (стадіями є видалення зважених частинок, видалення органічних речовин, стадія корегування неорганічного складу, стадія використання природних мінералів, магнітного поля, біологічна стадія, ...) і питної води, яка пройшла водопідготовку центральної станції водопостачання. Особливо шунгіт знайде своє використання в локальних установках корегування складу питної води.

Список використаної літератури

1. Елецкий А.В., Смирнов Б.М. «Фуллерены и структуры углерода». Успехи физических наук, том 165, № 9, сентябрь 1995.
2. Кашкина Л.В., Кашкин В.Б., Рублева Т.В., Шикунова О.А. «Изучение физических свойств фуллеренов и фуллереносодержащих саж». Сибирская аэрокосмическая академия им. акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск, 1999.
3. Ковалевский В.В. «Шунгитовые породы – кристаллогенез и нанотехнологии». Институт геологии Карельского НЦ РАН.
4. Раков Э.Г. «Нанотрубки и фуллерены». Издательство «Университетская книга», М., 2006.

5. Мосин О.В. «Шунгит – природный нанотехнологический материал». Московская гос. академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова.
6. Мошников И.А., Ковалевский В.В., Лазарева Т.Н., Петров А.В. «Использование шунгитовых пород в создании радиоэкранирующих композиционных материалов». Институт геологии КарНЦ РАН.
7. Орлов А.Д. Шунгит – камень чистой воды.
8. Санкт-Петербургский научно-дослідницький Центр екологічної безпеки РАН.
9. Скоробогатов Г.А., Калинин А.И., Калинин Ю.К. «Каталитическое окисление органических микропримесей в воде над мелкодисперсным шунгитом – III при 20 град С». Журнал органическая химия, 1995, т. 31, вып. 6.
10. ООО «Прицера-П». Москва.
11. Мягченко О.П. «Основи екології». Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. 312 с.

Стаття надійшла до редакції 04.02.14 українською мовою

© Я.М. Заграй, А.В. Ребренюк

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ (ШУНГИТ) КАК ЭТАПОВ
КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКТИРОВКИ СОСТАВА ВОДНЫХ
РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ К ПРИРОДНО СФОРМИРОВАННОМУ КАЧЕСТВУ**

В данной статье рассмотрен природный минерал – шунгит. Приведены две теории происхождения шунгитовых пород. Сделан обзор физико-химических свойств шунгита, в частности молекул фуллеренов, которые присутствуют в нем и определяют его полезные свойства. Рассмотрены основные процессы влияния на структуру воды в системе "разбавленный водный раствор, питьевая вода – шунгит" и сделан вывод, что шунгит можно использовать для подготовки вод питьевого назначения благодаря высокой активности шунгитового углерода в окислительно-восстановительных процессах, наличии процессов сорбции и обмена катионов.

© Y.M. Zagray, A.V. Rebrenyuk

**USE OF NATURAL MINERALS (SHUNGITE) AS A STAGE OF COMPLEX
TECHNOLOGIES ADJUSTMENT COMPOSITION OF WATER DILUTE SOLUTIONS
THE NATURAL FORMED QUALITY**

In this article considered a natural mineral – shungite. These two theories of origin shungitovyh rocks. A review of physical and chemical properties shung, including fullerene molecules that are presentig it and to determine its useful properties. The basic processes impact on the structure of water in the "diluted aqueous solution, drinking water – shungite" and concluded that shungite can be used to prepare water drinking purpose due to its high activity carbon of shunhite in redox processes, the availability of sorbtion processes and exchange cations.