

УДК 628.1.147

К.Б.СОРОКІНА, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ДИСПЕРСНИХ МІНЕРАЛІВ І ЇХ МОДИФІКОВАНИХ АНАЛОГІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ТА ДООЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Розглядаються перспективи використання активованого вугілля і природних мінералів для поліпшення процесів підготовки господарсько-питної води і підвищення її якісних показників.

У сучасній технології очищення води, споживаної з поверхневих і артезіанських джерел питного водопостачання, передбачається використання природних і штучних матеріалів для рішення різних задач. Реалізуються сорбційні процеси із застосуванням активованих вугілля (АВ) або їхніх аналогів – графітмінеральних сорбентів; для цих же цілей, а також у якості фільтруючого матеріалу або контактного завантаження використовуються бентонітові глини, цеоліти, кліноптилоліти та ін. Це дозволяє приблизно на 93-96% видаляти з вихідної води канцерогенні, антропогенні сполуки, нафтопродукти, СПАР, пестициди, хлорорганічні й інші розчинені речовини, поліпшувати процеси освітлення води, організувати її доочищення в місцях використання.

Застосування адсорбентів, зокрема АВ, у процесах водопідготовки вивчено досить добре. Дані, отримані при дослідженні використання АВ при очищенні питної води [1-3], дозволяють зробити висновок про те, що при дотриманні ряду вимог до сорбентів досягаються високі показники очищеної води. Широко застосовують АВ, одержувані обробкою спеціальних сортів бітумінозних вугілля водяною парою. До них відносяться АВ марок F-200, F-300, TL-830, АГМ, АГ-3. В окремих випадках використовуються АВ марок АГС-4, КАД, БАУ-А, АУА-К. Оскільки у воді містяться низько- й високомолекулярні органічні сполуки, пориста структура АВ повинна бути представлена розвитою мікро- і мезопористою структурою [1]. Вона залежить не тільки від технології активації, але і від сировини. З антрациту одержують мікропористе вугілля, оскільки в ньому переважає кристалічний вуглець. У процесі карбонізації бітумінозних вугілля утворюється багато аморфного вуглецю, при активації якого можна одержувати АВ з розвитою мезопористою структурою. З бурих вугілля формують переважно мезопористу структуру. З берези одержують макропористі вугілля.

Застосування АВ дає можливість очищення води до показників, наведених у табл.1. Ці показники відображають вміст завислих речо-

вин (мутність) і органічних сполук (окислюваність, кольоровість) в досліджуваній воді; одночасно кольоровість належить до групи органолептичних показників, що мають велике значення саме для води, застосовуваної для питних потреб.

Таблиця 1 – Показники очищення питної води

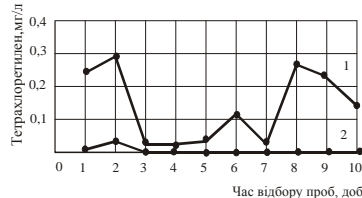
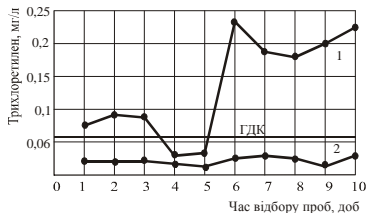
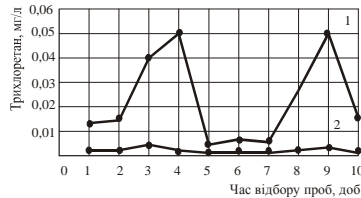
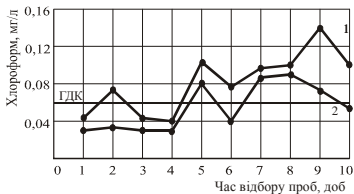
Витрата води, дм ³	Показник					
	окислюваність, мгО/дм ³		кольоровість, град		мутність, мг/дм ³	
	до вугілля	після вугілля	до вугілля	після вугілля	до вугілля	після вугілля
<i>Вугілля марки TL-830</i>						
565	4,0	0,9	13,0	Сл.	0,81	0,38
840	2,6	0,5	17,5	3,5	1,25	0,38
1100	4,4	1,5	19,0	5,0	1,04	0,52
1600	5,4	3,1	15,6	7,5	0,67	0,46
<i>Вугілля марки АГ-3</i>						
205	5,0	1,2	17,0	8,0	0,56	0,87
295	5,5	1,8	19,0	5,5	0,68	0,93
380	4,8	2,4	13,0	-	0,81	-
<i>Вугілля марки БАУ</i>						
130	3,5	1,2	12,6	2,4	0,61	0,41
223	4,5	1,6	10,9	5,7	0,41	0,41
354	4,2	2,1	15,0	5,7	0,61	0,41
448	5,2	2,5	18,7	11,0	0,78	1,22
<i>Вугілля марки АУА</i>						
10	5,0	0,32	15,6	1,8	0,67	0,38
18	5,4	0,3	18,4	5,6	0,75	0,58
40	6,9	3,5	18,1	10,7	0,87	0,58

Крім того, вміст органічних сполук є важливим з точки зору подальшого знезаражування води, здійснюваного в даний час в основному хлоруванням. Під час цієї операції за рахунок реакцій заміщення між хлором і органічними сполуками можуть утворюватися канцерогенні хлорпохідні. Для вирішення цієї проблеми треба або видаляти вихідні органічні сполуки (наприклад, застосуванням АВ – табл.1), або видаляти утворені хлорорганічні сполуки. На рисунку показана ефективність видалення хлорорганічних сполук при сорбційному очищенні води.

Гірше всього з хлорорганічних сполук на активованих вугіллях видаляється хлороформ. Середня ефективність видалення його з води складає 23%. Стосовно чотирьоххлористого вуглецю активоване вугілля володіє більшою сорбційною ємністю: середня ефективність видалення його з води складає близько 50%. У процесі фільтрування через активоване вугілля з води видаляються трихлоретилен у середньому на 30-70%, трихлоретан на 50-70%, тетрахлоретилен на 60-80%.

У процесі очищення води активовані вугілля поступово дезактивуються. Необхідно відновити їх сорбційну ємність. Найбільш широко застосовуваний метод відновлення сорбційної ємності ґрунтується на наступних принципах: десорбція водяною парою; регенерація при температурі до 500 °С; реактивація при 800 °С.

В даний час інтерес представляє використання нових сорбентів у процесах водопідготовки. У Владимирській філії СП МКС «Плюс» здійснено виробництво і впровадження в практику водопідготовки природних, екологічно чистих графітмінеральних сорбентів СГН-30 (фракційний склад 0,5-2,8 мм), СГН-30М (0,6-1,2 мм) і СГН-30А (0,6-0,071 мм) [4]. За своїми сорбційними властивостями СГН близький до активованих вугілля класу БАУ й АГ-5. На підставі досліджень, проведених фахівцями Мінздраву, НДІ ВОДГЕО, Інституту екології людини і гігієни навколишнього середовища ім. Сисіна АМН РФ, ДК санітарії й епідеміології, отримані позитивні рекомендації для застосування цього сорбенту в господарсько-питному водопостачанні. Головними його перевагами є висока сорбційна ємність і механічна міцність, низька ціна. Сорбент рекомендується для використання в системах міськводоканалів, на водозаборах, станціях озонування для одержання глибоко очищеної води замість традиційного річкового піску, а також для створення двохшарових фільтрів; у системах очищення води від радіонуклідів.



Ефективність видалення хлороорганічних сполук при сорбційному очищенні води:
1 – вода після освітлювача; 2 – вода після вугільного завантаження.

Велика увага приділяється вивченню і застосуванню природних цеолітутримуючих порід як сорбентів для процесів водопідготовки.

Природні цеоліти відрізняються унікальними властивостями: високою селективністю поглинання і здатністю розділяти за розмірами іони і молекули різних речовин, великою обмінною ємністю.

В Україні геологами відкриті найбагатші запаси природної сировини – бентонітів, каолінів, цеолітів та ін. У багатьох областях України (Черкаській, Закарпатській, Хмельницькій, Тернопільській обл. і в Криму) виявлені багаті поклади бентонітових глин, які є незамінною сировиною в технології очищення питної води від радіонуклідів і важких металів [5].

Установлено, що за цілим рядом властивостей природні цеоліти не поступаються синтетичним, які виробляють у багатьох країнах світу, а собівартість мають значно нижчу. Для умов відкритого видобутку ресурси цеолітових порід складають ~1 млрд. т.

Через наявну складну екологічну обстановку в Україні, Беларусі, Росії, а також у СНД першочергова задача перед вченими і фахівцями полягає в тому, щоб визначити шляхи раціонального використання дешевої природної мінеральної сировини (монтморилоніт, каолініт, палигорскіт та ін.) для охорони водного і повітряного басейнів.

Для розширення спектра домішок, що видаляються з води, і підвищення селективності природних сорбентів можлива їхня модифікація, яка досягається різними способами, наприклад, шляхом гідрофобізації кремнійорганічними речовинами спученого перліту, термоокислення модифікованого перліту при 320-350 °С, одержання вугільно-мінеральних сорбентів на основі оксидів алюмінію і кремнію шляхом нанесення на поверхню цих сорбентів органічних речовин з наступним їх високотемпературним піролізом, модифікування кліноптилоліта двооксидом марганцю та ін.

Основне застосування природні і модифіковані матеріали знаходять у процесах очищення води фільтруванням. Традиційно використовувані для завантаження фільтрів матеріали (кварцовий пісок, антрацит) забезпечують видалення з води завислих речовин, механічних домішок і являються інертними до істинно розчинених речовин і колоїдів. При застосуванні на водопровідних очисних станціях в якості фільтруючого матеріалу кліноптилоліту замість кварцового піску швидкість фільтрування збільшується в 1,5-1,7 рази, мутність фільтрату нижче на 0,1-1,0 мг/дм³, кольоровість – на 1-8 град. [5]. Спостерігається поліпшення очищення води від планктону, гумусових речовин, водоростей і мікроорганізмів, що можна пояснити сорбційними властивостями кліноптилоліта.

Інтерес представляє можливість розширення області застосування даних матеріалів. Наприклад, одним зі шляхів інтенсифікації роботи

освітлювачів із завислим осадом при очищенні маломутних вод є штучне підвищення концентрації твердої фази у вихідній воді – введення контактного завантаження, для чого можливе застосування додавання до води механічних домішок (кварцовий пісок, дроблений кліноптилоліт). У результаті спостерігається збільшення вагової концентрації завислого осаду, гідравлічної крупності й об'ємної ваги пластівців завислого осаду.

Поліпшення технологічних параметрів освітлення води в освітлювачах з контактним завантаженням дозволяє збільшити в них швидкість висхідного потоку води і, отже, збільшити їхню продуктивність. Результати дослідження концентрації завислого осаду при зміні швидкості висхідного потоку води показані в табл.2.

Таблиця 2 – Зміна концентрації завислого осаду при зміні швидкості висхідного потоку оброблюваної води

Концентрація завислих речовин в вихідній воді, мг/дм ³	Швидкість висхідного потоку води							
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
	концентрація завислого осаду, мг/дм ³				коефіцієнт розширення			
<i>Робота освітлювача в звичайному режимі</i>								
50	1981	845	533	346	1	2,34	3,72	5,72
100	2433	1078	675	489	1	2,26	3,60	4,98
200	3138	1374	895	668	1	2,28	3,51	4,70
500	4184	1860	1191	885	1	2,25	3,51	4,73
<i>Робота освітлювача із введенням контактного завантаження</i>								
50	2475	1141	773	467	1	2,17	3,2	5,30
100	2920	1402	945	587	1	2,08	3,09	4,97
200	3515	1707	1146	842	1	2,06	3,07	4,17
500	4477	2065	1298	956	1	2,17	3,45	4,68

При збільшенні швидкості висхідного потоку як при звичайному режимі, так і при введенні контактного завантаження, спостерігається зменшення концентрації завислого осаду. Однак, якщо при використанні звичайного коагулянту концентрація зменшується в середньому на 77-82% при збільшенні висхідної швидкості з 0,5 до 2,0 мм/с, то у випадку використання контактного завантаження спостерігається зменшення концентрації в середньому на 55-70%, що дозволяє зробити висновок про можливість збільшення пропускної здатності освітлювачів із завислим осадом і збільшення їхньої продуктивності.

Перспективу має спосіб очищення природної води, який заснований на введенні порошкоподібного природного алюмосилікату (кліноптилоліта, сапоніта та ін.) як додаткового реагенту до розчину коагулянту для інтенсифікації процесу коагулювання [6]. Суть його полягає в тому, що порошкоподібний природний силікат попередньо змішують

з розчином сульфату алюмінію у ваговому співвідношенні «сульфат алюмінію (у перерахуванні на Al_2O_3) – природний силікат», рівному 1:(0,5-2). Отриманий реагент вводять в оброблювану воду, відстоюють і відокремлюють осад, що утворюється.

При введенні у водний розчин коагулянту природного силікату відбувається заміщення катіонів Na^+ і Ca^{2+} , що знаходяться в структурі алюмосилікату, на іони Al^{3+} , що забезпечує появу додаткових центрів коагуляції дисперсних домішок, а також створення сорбційних центрів для видалення гумусових речовин [6].

Обробка води отриманою в такий спосіб дисперсією забезпечує максимальне осідання пластівчастих продуктів гідролізу із сорбованими на них різними забрудненнями і більш повну участь сполук алюмінію в самому процесі гідролізу. Це приводить до глибокого очищення води від гумусових і зважених речовин при одночасному зниженні залишкових концентрацій алюмінію.

Дослідження довели наявність збільшення ефекту очищення з мутності на 60-68%, з кольоровості – на 31%, із залишкового алюмінію після відстоювання – на 46-55% і після фільтрування – на 50-53%. Одночасно поліпшуються органолептичні властивості води, знижується вміст органічних сполук, жорсткості, гідрокарбонатів і заліза.

Застосування замутнювачів, що мають адсорбційну активність або підвищені адгезійні властивості, із наступним осадженням суспензії може бути використане для видалення з води бактерій і вірусів, тобто розробки раціональної технології знезаражування води. Також інтерес представляє застосування комбінацій глин і АВ для видалення з води домішок колоїдного і розчиненого характеру. Використання глин у комбінації з АВ ефективніше, ніж застосування кожного з цих реагентів окремо.

Таким чином, розширення застосування природних дисперсних мінералів і їхніх модифікованих аналогів дозволить значно інтенсифікувати процеси очищення і доочищення питної води при зниженні її собівартості. В найближчий час актуальними напрямками дослідження є вибір раціональних схем введення природних мінералів в оброблювану воду і питання утилізації утворених осадів з можливістю їх повторного використання.

1.Махорин К.Е., Пищай И.Я. Очистка питьевой воды активными углями // Химия и технология воды. – 1997. – Т.19, №2. – С.188-195.

2.Махорин К.Е. Активные угли и их применение в водоподготовке // Химия и технология воды. – 1998. – Т.20, №1. – С.52-60.

3.Алексеева Л.П., Драгинский В.Л. и др. Уменьшение концентрации хлороорганических соединений // Водоснабжение и санитарная техника. – 1994. – № 11. – С.4-6.

4.Демин И.А., Данилов А.А. Новый фильтровально-сорбционный материал для

очистки питьевой воды ОДМ-2Ф // Вода и экология: проблемы и решения. – 2001. – №3(8). – С.28-31.

5.Третинник В.Ю. Природные дисперсные минералы Украины и перспективы их использования в технологии водоочистки // Химия и технология воды. – 1998. – Т.20, №2. – С.183-189.

6.Остапенко В.Т., Кулишенко А.Е. и др. Применение порошкообразного клиноптилолита при коагулировании поверхностных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – № 5. – С.29-31.

Отримано 23.10.2006

УДК 502

С.Н.ДУДИНА

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова
(Российская Федерация)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся результаты исследований физико-химических свойств глин месторождений Белгородской области с целью изучения возможности применения их в качестве сорбентов при очистке сточных вод.

В настоящее время одним из перспективных направлений в очистке сточных вод от загрязняющих компонентов является использование природных материалов и в том числе глинистых минералов. В литературе приводится много данных о применении для этих целей монтмориллонита, каолинита, клиноптилолита, цеолитов, так как эти минералы характеризуются высокими сорбционными свойствами. Однако, в природе месторождения этих минералов в чистом виде встречаются крайне редко. В нашей стране много месторождений различных глинистых минералов, среди которых могут быть и пригодные для очистки сточных вод.

Целью данной работы было установление минералогического состава образцов и исследование сорбционных свойств глин Аркадьевого, Бессоновского, Веселовского, Орловского, Поляновского, Сергеевского месторождений Белгородской области.

Изучение минералогического состава образцов глин проводили рентгенофазовым, дериватографическим анализами и методом избирательного окрашивания. По результатам анализов образцов глин месторождений Аркадьева, Бессоновка, Веселовка, Орловка, Поляна, Сергеевка Белгородской области можно сделать вывод, что все изучаемые глины являются по минералогическому составу полиминеральными. Глинистая составляющая представлена такими минералами как каолинит и его полиморфные модификации – диккит и накрит, монтмориллонит в кальциевой и натриевой формах, присутствует не-