АДСОРБЦІЯ АМОНІЙНОГО АЗОТУ

з питної води природними мінералами

Н.ТКАЧУК,
асистент
Л.МЕЛЬНИК, О.МАРЦЕНЮК,
доктори технічних наук
З.МЕЛЬНИК,
кандидат технічних наук
національний університет харчових технологій

ЗА НЕДОТРИМАННЯ вимог щодо утилізації сміття, потрапляння в підземні горизонти господарсько-фекальних стоків, розчинів мінеральних добрив, відходів шкідливих промислових виробництв, водоочищення потребує нових ефективних адсорбентів, якими можуть бути природні дисперсні мінерали вітчизняних родовищ, зокрема палигорськіт та морденіт.

Цеолітні канали палигорськіту доступні молекулам метанолу, аміаку, метиламіну, води. Вторинні пори палигорськіту виявляють високі адсорбційні властивості щодо вуглеводнів, зокрема, альдегідів, естерів, вищих спиртів, кислот.

Один з важливих нормованих показників питної води — амонійний азот. Для визначення адсорбційної спроможності палигорськіту щодо цієї домішки було підготовлено модельні суміші з вмістом амонійного азоту 2,6 мг/дм^3 (такий вміст NH_4^+ зафіксовано у воді, взятій із свердловини № 149 на глибині 137 метрів). Для очищення дослідних зразків використовували попередньо термоактивований при t=180°C протягом трьох годин палигорськіт фракції 2,0–3,0 мм Черкаського родовища, який подавали у місткість з очищуваною водою. Процес відбувався за температури 20°С контактним способом (співвідношенні адсорбент:вода — 1: 10,1:20, 1:30,1:40.

Вміст амонійного азоту в очищеній палигорськітом воді визначали за стандартними методиками. Обов'язковий етап досліджень — визначення органолептичних показників очищеної води. Усереднені результати наведені на рис. 1.

Як видно із рис. 1, найкраще адсорбується амонійний азот за концентрації адсорбент:вода — 1:10. При цьому вміст домішки зменшується за 1,5 години з 2,6 до 0,965 мг/дм^3. Аналізуючи криву, що показує адсорбцію амонійного азоту палигорськітом у співвідношенні адсорбент:вода 1:20, бачимо, що за цей же час вміст небажаної домішки зменшується до 0,985 мг/дм^3. Використовуючи співвідношення адсорбент:вода — 1:30, спостерігаємо зниження вмісту амонійного азоту у воді до 1,05 мг/дм^3.

Враховуючи те, що показники адсорбційно очищеної палигорськітом води у співвідношенні 1:10, 1:20, 1:30 (за 1,5 год.) відрізняються незначно, а витрати адсорбенту — істотно, варто використовувати концентрацію адсорбент:вода — 1:30.

Вода — важлива складова виробництва пива, лікеро-горілчаних виробів, безалкогольних напоїв. Якість цих продуктів значною мірою залежить від фізико-хімічних показників питної води, яка має бути епідеміологічно безпечною, не шкідливою за хімічним складом, мати сприятливі органолептичні властивості, тобто відповідати держстандартам

Таким чином, **очищенням води палигорськітом досягли зниження вмісту амонійного азоту більше, ніж удвічі**. Проте, згідно з ГОСТом 4192-82, вміст цієї домішки не повинен перевищувати 0,5 мг/дм^3. Тому для більш поглибленого очищення води використали морденіт у різних співвідношеннях адсорбент:вода

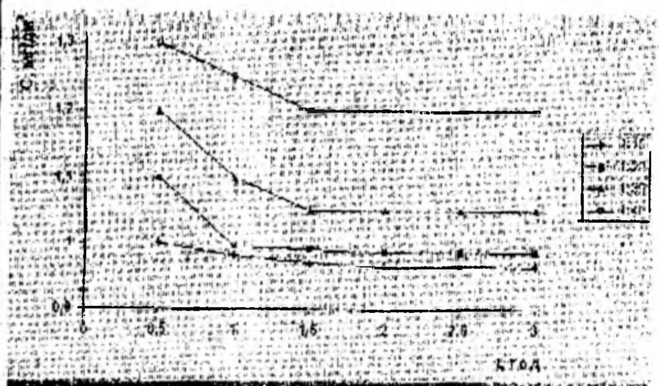

Рис. 1. Залежність вмісту амонійного азоту в очищеній палигорськітом воді від тривалості процесу за різного співвідношення адсорбент:вод

Морденіт — один з найпоширеніших цеолітових мінералів у природі. У жилах і пустотах андезитів, реолітів, кварц-порфирів, рідше в базальтах мінерал зароджує тонковолокнисті, пухнасті утворення. У таких агрегатах морденіт супроводжують кварц, халцедон і низькотемпературний кристобаліт. В осадах лужних озер морденіт зустрічається поряд з філіпситом, кварцом, хлоритом, клиноптилолітом, адуляром. Параметри елементарної комірки морденіту варіюють у вузьких межах: а=1,8052-1,8168, в=2,0527, с =0,7501-0,7537 нм. Пориста структура адсорбенту визначається системою з'єднаних між собою великих і малих каналів.

Мінерал має адсорбційні вхідні вікна кристалічних решіток, утворені з 12 атомів кисню, що входять у суміжні тетраедри (розмір вікон — 0,67–0,70 нм) або з 8 атомів кисню (розмір вікон 0,29–0,57 нм). Сумарний теоретичний об'єм великих і малих вікон – 0,16–0,2 см³/г. Морденіт — термостійкий мінерал. Його дегідратація відбувається в інтервалі температур 80–400°С. Структура сорбенту зберігається навіть при термообробці 900°С. При дегідратації катіони мігрують у катіонні позиції кристалічної гратки цеоліту. Катіони K^+, Na^+, Pb^+ і Cs^+ у дегідратованому морденіті займають місця у великих каналах і блокують їх.

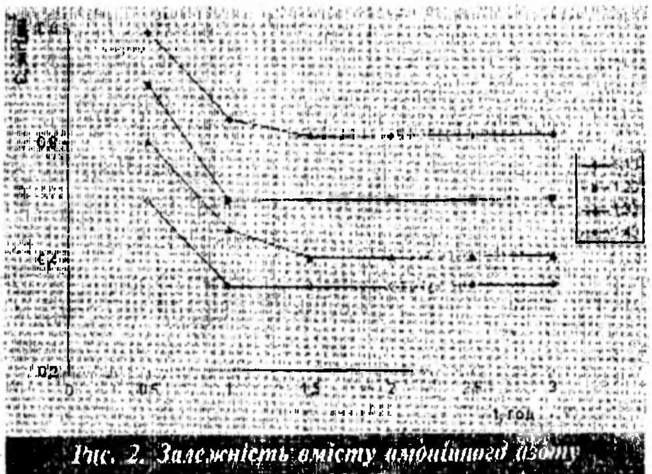

Рис. 2. Залежність вмісту амонійного азоту в очищеній морденітом воді від тривалості процесу при різному співвідношенні адсорбент:вода

Для проведення експериментів морденіт Закарпатського родовища було розсіяно на фракції й відібрано фракцію 1,0–2,0 мм. Адсорбент попередньо піддавали термоактивації за температури 400°С протягом 3 год. Після охолодження морденіт подавали в місткість з водою й перемішували. Використовували співвідношення адсорбент:вода — 1:10, 1:20, 1:30, 1:40. Вихідний вміст амонійного азоту NH_4^+ – 1,05 мг/дм³. Дослідження проводили статичним способом. Тривалість взаємодії води з адсорбентом при постійному перемішуванні — 0,5–3 год. Отримані суміші фільтрували, а в очищених зразках води визначали вміст амонійного азоту. Результати наведені на рис. 2, з якого видно, що оптимальний час адсорбції амонійного азоту — 1–1,5 години. Подальша тривалість контакту вода-морденіт недоцільна. При співвідношенні адсорбент:вода — 1:10, 1:20, 1:30 вміст амонійного азоту зменшився з 1,05 до 0,35, 0,40, 0,5 мг/дм³ відповідно. За співвідношення 1:40 не досягають того ступеня очищення від небажаної домішки, що регламентується ГОСТом 4192-82. Тому в подальших дослідженнях такого співвідношення не використовували.

Згідно з наведеним вище стандартом вода може бути очищена від амонійного азоту морденітом у співвідношенні 1:10,1:20, 1:30, але з метою економії адсорбенту та вимог щодо його утилізації варто використовувати співвідношення адсорбент:вода — 1:30.

Процес сорбції амонійного азоту з води палигорськітом непростий, він включає вандервальсову взаємодію іону амонію з розвиненою поверхнею мікрокристалів мінералів і кулонівську взаємодію заряджених молекул сорбату й адсорбенту.

Механізм поглинальної спроможності морденіту до іонів амонію базується на особливостях будови адсорбенту. Наявність у його структурі восьмичленних кисневих кілець, порівняльних з розмірами іону амонію, підвищує енергію електростатичної взаємодії катіоностів мінералу, що спричиняє поглинання цих катіонів з водного розчину.

Палигорськіт і морденіт піддаються регенерації. Як стверджують деякі дослідники, після тривалого використання відпрацьовані адсорбенти, насичені амонієвими іонами, можна використовувати в сільському господарстві як азотні добрива.

Дослідивши поглинальну спроможність палигорськіту та морденіту щодо іонів амонію, виникла ідея створення комбінованого сорбенту, що складався б із суміші природних мінералів. Для цього дослідили композиції, що включали різні співвідношення (у %) палигорськіту (Па) та морденіту (М) — 25:75, 50:50, 75:25.

Воду було очищено вище зазначеними комбінованими сорбентами в статичних умовах, визначено вміст амонійного азоту й проведено дегустаційну оцінку водних зразків. Одержані результати наведені в таблиці.

Як видно з даних таблиці, всі три комбіновані сорбенти ефективно сорбують амонійний азот з питної води, зменшуючи його вміст з 2,6 до 0,82, 0,56, 0,35 мг/дм³. Але вимоги стандарту й дегустаційна оцінка схиляють до висновку, що кращий результат — у комбінації палигорськіт:морденіт — 25:75. Дана композиція була найефективнішою ще й при фільтруванні води, оскільки при цьому був найменший гідравлічний опір.

Проведеними дослідженнями доведено високу адсорбційну спроможність палигорськіту й морденіту щодо амонійного азоту з питної води при досягненні високих органолептичних показників води.

Адсорбційна спроможність комбінованих сорбентів щодо амонійного азоту з питної води

Співвідношення Па:М,%	Вміст амонійного азоту у воді, мг/дм³	Дегустаційна оцінка, бали
[illegible]	2,6	–
[illegible]	0,82	4
[illegible]	0,56	3
[illegible]	0,35	2

Оптимальне співвідношення адсорбент:вода — 1:30 і тривалість адсорбції становить 1–1,5 години. Розроблено й досліджено комбіновані адсорбенти, що складалися з різних співвідношень палигорськіт:морденіт. Найкращі результати були в композиції палигорськіт:морденіт — 25:75. При цьому вміст амонійного азоту в питній воді зменшується з 2,6 до 0,35 мг/дм³, знижується гідравлічний опір при фільтруванні очищеної питної води, яка одержала оцінку 2 бали.