

ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК ФОСФОРУ ЗІ СТІЧНИХ ВОД

Грищенко Ю.С., Зубченко Л.С.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, uragrisenko90@gmail.com

Однією з найважливіших проблем, що виникають при очищенні стічних вод, є очистка від сполук фосфору. Більшість діючих споруд очищення міських стоків, заснована на вживанні традиційної біотехнології, що дають низьку ступінь вилучення фосфатів (до 20-30%) та призначена для видалення, здебільшого органічного вуглецю. Видалення сполук фосфору зі стічної води є важливим завданням з декількох причин:

- присутність у стічних водах такого біогенного елементу, як фосфор спричинює процеси цвітіння та евтрофікації водойм;
- евтрофіковані водойми характеризуються підвищеним вмістом біогенних елементів та органічних речовин, зниженим рівнем розчиненого у воді кисню, появою анаеробних зон в придонному шарі та розвитком патогенних мікроорганізмів, неприємним запахом;
- сполуки азоту і фосфору спричиняють біологічне обростання трубопроводів, колекторів, інших каналізаційних устаткувань [1].

Сполуки фосфору містяться у складі миючих засобів і пральних порошків, сільськогосподарських добрив, перегної. Встановити законодавчий контроль за кількістю фосфору, що надходить у стічні води неможливо, а тому мають бути передбачені надійні технології, що могли б забезпечити видалення сполук фосфору до допустимої концентрації.

На сьогоднішній день існують фізичні, фізико-хімічні, біологічні та комбіновані методи видалення фосфору зі стічних вод.

Фізичні методи видалення сполук фосфору зі стічної води засновані на використанні фізичних явищ, пов'язаних з магнітним полем чи сорбцією. Наприклад, магнітна сепарація полягає у збільшенні швидкості злипання частинок під дією магнітного поля та їх осадженню. Процес складається з трьох стадій: перетворення сполук фосфору у нерозчинні сполуки, дією реагентів (солей заліза (III) або алюмінію), додавання до розчину феромагнітного порошку та обробка в магнітному полі. За допомогою цього методу можна довести концентрацію фосфору до значення менше ніж 0,5 мг/дм³. Метод сорбції полягає у використанні спеціальних матеріалів, здатних поглинати (абсорбувати) чи накопичувати на поверхні (адсорбувати) дисперсну фазу із води з подальшим відділенням сорбенту від розчину [2].

До фізико-хімічних методів видалення фосфору відносяться: метод осадження з кристалізацією, хімічне осадження з використанням реагентів, іонний обмін. Осадження кристалізацією – переведення сполук фосфору у кристалічний стан на фільтрах, що покриті шаром завантажувального матеріалу (наприклад фосфатом кальцію) та виділення утворених кристалів з розчину. Реагентний метод – передбачає переведення сполук фосфору у нерозчинний стан за допомогою реагентів ($Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $FeCl_3$, CaO). При цьому реагенти, реагуючи з лугами, що містяться у воді утворюють малорозчинні гідроксиди, на розвинутій поверхні яких і адсорбуються нерозчинні сполуки фосфору. Далі утворений осад видаляють з води. Даний метод є досить ефективним (ефективність може сягати 96 %), але не вигідний, через великі

витрати реагенту Іонобмінний метод полягає в застосуванні іонобмінних смол для адсорбції іонів фосфату з води. Метод є дуже ефективним, але дорогим [1;2].

Електрохімічний метод очищення від фосфору полягає у використанні електролізерів із розчинними анодами, виготовленими з алюмінію чи заліза. Сутність методу заключається в тому, що в результаті електрохімічної реакції на аноді, іони металу переходять в розчин та утворюють нерозчинні гідроксиди, що здатні адсорбувати на собі дисперсні частинки. Ефективність методу сягає понад 98% [1]. Використання фізичних та фізико-хімічних методів передбачає утворення осадів та відходів, які містять окрім сполук фосфору ще інші хімічні речовини, що ускладнює їх переробку та утилізацію.

Біологічний метод очистки полягає у здатності деяких мікроорганізмів до накопичення сполук фосфору у своїх клітинах у вигляді поліфосфатів у більшій кількості, ніж це необхідно для їхньої життєдіяльності. Таку властивість мають бактерії *Acinetobacter*, *Acetobacter*, *Nocardia*. За аеробних умов, вони здатні акумулювати фосфор з води та використовувати його, як джерело енергії за несприятливих умов, створених штучно. Тому в даному процесі є важливим дотримання чергування аеробних та аноксидних умов. Технологія дозволяє видалити до 90% фосфатів, наявних у воді [3,4].

Біологічні методи не потребують використання додаткових реагентів, та можуть бути втілені на існуючих спорудах біологічного очищення стічних вод шляхом їх модернізації. Надлишковий активний мул, що утворюється, містить підвищений вміст сполук фосфору та, за умови відповідності санітарним нормам після стабілізації може використовуватися як добриво, або як добавка при компостуванні відходів.

У випадку з комбінованими методами очистки маємо поєднання біологічного та реагентного методів. Суть методу полягає у обробці реагентами води, очищеної біологічним методом, з метою доочищення від сполук фосфору. Як реагент може бути використаний Fe_2O_3 або сірчаноокислий алюміній [1].

Видалення сполук фосфору з стічних вод є важливим завданням, оскільки підвищені концентрації цього біогенного елемента може спричинити зміну фізико-хімічних умов водного середовища та, як наслідок, зміни у видовому складі водних тварин та рослин. Серед існуючих методів очистки стічних вод від сполук фосфору використання біологічних або комбінованих методів є одним з найбільш безпечних, оскільки при його використанні не утворюються відходи, які важко переробити, а за умови правильного впровадження ефективність біологічного очищення близька до ефективності фізико-хімічних чи фізичних методів.

Список використаної літератури:

1. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Спецкурс з очистки стічних вод» /Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 90 с.
2. Вивчення впливу біогенних речовин у міських стічних водах, що скидаються, на поверхневі водойми / Т. О. Шевченко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. - 2016. - Вип. 27. - С. 437-445.
3. N. Matsche, G. Usrael, C. Ludwig. Die biologische phosphorentfernung mit dem belebungskerfahren am beispiel von klarahlagen im eihzugsgebiet des neusiedler sees // *Osterreichische Wasserwirtschaft*, 1982. 34. № 9–10. С. 219-227.
4. Кримець Г. В., Астрелін І. М., Федоров О. С. Очистка стічних вод від фосфоровмісних поллютантів. Праці Одеського політехнічного університету - 2013.- Вип. 3. - С. 278 – 280.