

## СОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Худоярова О. С., к. т. н., доцент

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, м. Вінниця

Однією з провідних галузей промисловості України є виробництво харчових продуктів та напоїв, для яких є характерним високе споживання води і утворення великої кількості висококонцентрованих стічних вод. Серед підприємств харчової галузі важливе місце за об'ємами спожитої води та обсягами стоків займають заводи безалкогольних напоїв, на яких практично відсутні очисні споруди. Тому розробка та застосування модернізованих технологій підготовки та використання води на таких підприємствах є важливим завданням цієї галузі.

Під час виробництва безалкогольних напоїв вода витрачається на варіння сиропу, приготування купажу, охолодження сиропу, мийку обладнання, пляшок, технологічних трубопроводів і на роботу холодильно-компресорних установок. Тобто джерелами стічних вод є практично всі стадії виробництва. Для цієї суміші стічних вод характерний широкий діапазон коливань рівня рН і температури, а також надзвичайно високий вміст забруднюючих речовин, як правило, у розчиненому вигляді.

Для очищення водно-цукрових розчинів цукрових виробництв, а також виробництва безалкогольних напоїв широко використовуються адсорбційні методи очищення з використанням різних марок активованого вугілля, наприклад, активоване деревне подрібнене вугілля БАУ-А. Його виготовляють з екологічно чистої сировини (деревини берези) під впливом водяної пари при температурі 800–950°C з подальшим подрібненням. Даний сорбент є пористим матеріалом з сильно розвинутою сорбційною поверхнею, широким діапазоном пор. Це дає можливість ефективного використання БАУ-А для очищення рідких середовищ від широкого спектра домішок (від дрібних, порівняних з молекулами йоду, до молекул жирів, масел, нафтопродуктів та хлорорганічних сполук).

Відпрацьоване активоване вугілля після промивання вивантажують і направляють на регенерацію. Для видалення золи вугілля спочатку кип'ятять в 1-4% хлоридній кислоті, а для видалення поглинутих фарбуючих речовин в 1% розчині натрій гідроксиду. Потім, після висушування вугілля, в печах при 500-600°C піддають крекінгу органічні речовини, поглинені вугіллям. При цьому, пори вугілля частково блокуються утвореним киснем і адсорбційна здатність вугілля знижується на 10-20%. Втрати порошкоподібного вугілля при регенерації складають 5-10%. Одним з методів регенерації вугілля може бути термічна обробка при 800°C без доступу повітря. При цьому більшість органічних сполук розкладається до вуглецю і летких сполук.

Також як сорбенти для очищення водно-цукрових розчинів в Україні пропонується використання природних дисперсних мінералів, наприклад, монтморилоніту та глауконіту. Завдяки пористій структурі та високорозвиненій поверхні такі мінеральні сорбенти здатні селективно вилучати з водних розчинів різні забруднюючі речовини. Важливим при цьому є не лише очищення води, а й повторне її використання в замкнених виробничих циклах. До переваг адсорбційного методу очищення водно-цукрових розчинів відносять: можливість видалення забруднень практично до мінімальної залишкової концентрації незалежно від їхньої хімічної стійкості та відсутність вторинних забруднень.

Для практичного використання вуглецевих адсорбентів в цукровій промисловості важливою обставиною є їх здатність зберігати властивості після багаторазової регенерації. Сучасні технології виробництва безалкогольних напоїв повинні відповідати комплексному ви-

рішенню питань енерго-, ресурсо- та екологіозбереження. Згідно цього, сучасне виробництво цукру повинно передбачати такі взаємопов'язані технологічні процеси: додаткове очищення технічної води та збільшення її частки в оборотних промислових циклах; додаткове використання регенованих фільтруючих речовин (активованого вугілля, кізельгуру, інших штучних або природних сорбентів); розроблення модульних технологій з використанням багатоступеневих адсорбційних установок з послідовним введенням сорбенту. Такий підхід дозволяє повторно використовувати регеновані сорбенти та технологічну воду, зменшити матеріальні і енергетичні витрати і, як наслідок, зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Ці принципи положення стосуються і стадії очищення водного цукрового сиропу виробництва безалкогольних напоїв. Незважаючи на велику кількість сучасних методів очищення води від органічних домішок: нано-, ультра-, мікрофільтрація, коагуляція, реагентне оброблення, фотокаталіз – адсорбція активованим вугіллям залишається одним з найбільш ефективних методів очищення промислової води від органічних домішок. Однак значна кількість активованого вугілля та інших сорбентів, що застосовуються у харчовій промисловості, повторно не використовується, що пов'язано із складністю його регенерації та суттєвими матеріальними затратами. Таким чином, на сьогодні актуальним є дослідження регенерації та повторного використання сорбентів, що використовуються у виробництві безалкогольних напоїв.

Встановлено можливість регенерації [1, 2] відпрацьованого (після стадії очищення цукрового сиропу) промислового сорбенту (АВ+К), що складався із активованого вугілля (АВ) марки Деколар А і кізельгуру (К) промислових марок Бекогур 200 і Бекогур 3500, з метою подальшого його використання для локального сорбційного очищення стічних вод окремих виробництв. Показано, що стадійне оброблення відпрацьованого сорбенту (АВ + К) водою, а далі 1,25 % NaOH (або послідовно 1 % NaOH та 4 % HCl) дозволяє на 100 % відновити сорбційну ємність дослідженого сорбенту. Встановлено раціональні параметри процесу регенерації сорбенту (АВ + К) : масове співвідношення (АВ + К) : H<sub>2</sub>O = 1 : 4; час проведення регенерації 45–60 хв; температура процесу 50–60°C; інтенсивність перемішування реакційної маси 200 об/хв. Рентгенофазовим дослідженням поверхні зразків сорбенту (АВ + К) підтверджено, що відновлення після регенерації його сорбційної ємності пов'язано з проходженням, в першу чергу, кислотно-основних хімічних реакцій на матричній поверхні сорбентів. Встановлена можливість ефективного використання регенованого сорбенту (АВ + К) для очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок [3]. Розроблено принципову технологічну схему ділянки регенерації відпрацьованого сорбенту (АВ + К) та очищення промислової води в замкнених циклах виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок [4]. Встановлено, що кількість органічних домішок за один цикл зменшується в 2,9 рази, що вказує на ефективність запропонованого методу очищення.

#### Джерела інформації

1. Ranskiy A.P. Regeneration of Sorbents Mixture after the Purification of Recycled Water in Production of Soft Drinks / A.P. Ranskiy, O.S. Khudoyarova, O. A. Gordienko, T. S. Titov, R. D. Kryklyvyy // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2019. – Vol. 41 (5). – P.537–542.

2. Спосіб регенерації суміші активованого вугілля та кізельгуру від органічних забруднювачів: патент 134391 Україна: С01В32/30, С01В32/36, В01J20/34 / О.С. Худоярова, А.П. Ранський, О.А. Гордієнко та ін. – № у 2018 12909; заявл. 26.12.2018; опубл. 10.05.2019, Бюл. № 9. – 4 с.

3. Худоярова О.С. Оптимізація очищення водного цукрового сиропу регенерацією суміші сорбентів / О.С. Худоярова, А.П. Ранський, О.А. Гордієнко та ін. // III Міжнародна (XIII Українська) наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених, 25–27 березня 2020 р., Вінниця, Україна. – ДонНУ імені Василя Стуса, 2020, С. 145.

4. Худоярова О.С. Комплексне сорбційне очищення промислових стічних вод від сульфід- та купрум(II)-іонів: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.21 / Худоярова Ольга Степанівна. – Київ, 2021. – 170 с.