

аналітичній системі природоохоронних служб великого міста: Учеб. посібник / С.С. Замуч, О.Э. Якубайлик - Красноярсък, 1998;

2. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що втримуються у викидах підприємств. ОНД-86, Л, Гидрометеиздат, 1987;

УДК 664.1: 628.54

Лукіянчук О. Ю., Салавор О. М., Ничик О. В. (Україна, Київ)
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИЩЕННЯ ТРАНСПОРТЕРНО-МИЙНОЇ ВОДИ
БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ОСНОВНИМИ СОЛЯМИ АЛЮМІНІУ

Кількість води, що споживається цукровим заводом, і вимоги до її складу залежать від встановленого на заводі обладнання та прийнятого технологічного процесу. Для виробництва 1 т цукру з буряків потрібно витратити до 200 м³ води [1].

Оборотна система гідротранспорту та миття буряків – одна з основних систем водопостачання цукрового заводу. Транспортно-мийна вода складає більше 60% від загального об'єму води, що використовується цукровим заводом. Останнім часом спостерігається зниження якості води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків [2]. Через недостатнє очищення води на тракт подачі буряку додатково вводиться значна кількість механічних та хімічних домішок, а також мікроорганізмів, що викликає труднощі при транспортуванні буряків у завод та їх переробленні і, в результаті, призводить до зниження продуктивності виробництва.

Транспортерно-мийна вода за ступенем забруднення належить до висококонцентрованих стічних вод цукрового виробництва. Забруднюючі речовини транспортерно-мийних вод являють собою механічні домішки, які надходять у воду разом з коренеплодами буряків та знаходяться в ній у завислому стані.

Крім механічних домішок, транспортерно-мийна вода забруднена хімічними речовинами органічного та мінерального походження, які за ступенем диспергованості поділяють на грубодисперсні, високодисперсні, колоїдні та розчинні. При цьому більшу частину розчинних органічних речовин становить цукроза, вміст якої при багаторазовому використанні транспортерно-мийних вод в оборотній системі водопостачання збільшується в 5...7 разів.

До хімічних забруднюючих речовин транспортерно-мийної води відноситься сапонін. Ця речовина є одним з основних піноутворювачів в бурякоцукровому виробництві, а піна в значній мірі перешкоджає ефективній роботі очисних споруд, бурякопідіймальної станції, обладнання для очищення буряків від легких та важких домішок та призводить до зниження продуктивності роботи заводу. Сапонін характеризується високою токсичністю для риб, надає воді неприємного смаку і запаху, порушує кисневий обмін водою.

Багаторазова рециркуляція води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків призводить до накопичення в ній механічних та хімічних забруднень, серед яких багато органічних речовин. Ці забруднення є поживним середовищем для розвитку у воді мікроорганізмів. Мікрофлора води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків дуже різноманітна, залежить від тривалості її рециркуляції, методів очищення, знезараження та інших факторів. В 1 мл транспортерно-мийної води може нараховуватись до кількох мільярдів спор бактерій, міцеліальних грибів та дріжджів. Мікроорганізми з транспортерно-мийної води залишаються на поверхні здорових і, особливо, механічно ушкоджених коренеплодів, і, таким чином, потрапляють на верстат заводу і підвищують, в результаті своєї життєдіяльності, втрати цукрози від розкладання. Тому транспортерно-мийна вода потребує додаткового очищення і дезінфекції [3].

Існуючі способи очищення транспортерно-мийної води не дозволяють комплексно вирішувати питання очищення, знезараження води та запобігання піноутворенню в ній. Тому актуальним є розроблення нових способів очищення транспортерно-мийної води, які б забезпечували високий ефект очищення по завислих речовинах та ХСК, значне освітлення води, знезараження по всіх групах мікроорганізмів та зниження спінюваності води. Це дасть можливість зменшити питомі витрати свіжої води та кількість стічних вод на одиницю перероблених буряків і, як наслідок, поліпшить екологічний стан на бурякоцукрових заводах.

З цією метою нами проводились дослідження ефективності використання основних солей алюмінію в якості коагулянтів для очищення транспортерно-мийної води бурякоцукрового виробництва.

Проведено порівняльні дослідження фізико-хімічних показників транспортерно-мийної води, очищеної дигідроксосульфатом алюмінію (Al₂(SO₄)₂(OH)₂·11H₂O), гідроксохлоридом алюмінію (Al₂(OH)Cl) та сульфатом алюмінію (Al₂(SO₄)₃). Транспортно-мийну воду, що характеризувалась наступними показниками: ХСК – 3700 мгО₂/л, вміст завислих речовин – 4917 мг/л, оптична густина – 0,765, рН 7,2 використовували як вихідну. Паралельно транспортерно-мийну воду очищали дигідроксосульфатом, гідроксохлоридом та сульфатом алюмінію у кількостях 0,01 та 0,1% до маси води при t=20°C, тривалість оброблення – 20 хв. Отримані результати представлені в табл.1.

Ефект очищення транспортерно мийної води сульфатом алюмінію становить: за завислими речовинами 86,6-87%; за ХСК – 35,14-48,65%; ефект знебарвлення 75,68-75,95%. Значення рН транспортерно-мийної води знаходиться в слабо-кислій області.

Ефект очищення транспортерно мийної води гідроксохлоридом алюмінію становить: за завислими речовинами 89,5-91,1%; за ХСК – 45,0-51,0%; ефект знебарвлення 76,47-77,78%. Значення рН транспортерно-мийної води, очищеної гідроксохлоридом алюмінію, знаходиться в межах 5,66-6,35.

Ефект очищення транспортерно мийної води дигідроксосульфатом алюмінію становить за завислими речовинами 91,3-92,6%; за ХСК – 46,0-54,05%; ефект знебарвлення – 77,25-78,17%. Значення рН транспортерно-мийної води знаходиться в слабо-кислій області, що забезпечує низьку спінюваність води [4].

Таблиця 1 – Порівняльні дослідження фізико-хімічних показників різних реагентів для очищення транспортерно-мийної води

№ п/п	Витрати реагентів, % до маси води	ХСК, мгО ₂ /л	Ефект очищення за ХСК, %	Вміст завислих речовин, мг/л	Ефект очищення за завислими речовинами, %	Оптична густина, од. опт. густини	Ефект знебарвлення, %	рН
1	Відстоювання без реагентів	3700	-	4917	-	0,765	-	7,2
2	0,01% сульфату алюмінію	2400	35,14	659	86,6	0,186	75,68	6,5
3	0,1% сульфату алюмінію	1900	48,65	639	87,0	0,184	75,95	5,95
4	0,01% гідроксохлориду алюмінію	2035	45,0	516	89,5	0,180	76,47	6,35
5	0,1 % гідроксохлориду алюмінію	1813	51,0	438	91,1	0,170	77,78	5,66
6	0,01% дигідроксосульфату алюмінію	2000	46,0	428	91,3	0,174	77,25	6,25
7	0,1% дигідроксосульфату алюмінію	1700	54,05	364	92,6	0,167	78,17	5,45

Аналіз результатів проведених досліджень показав, що найкращі фізико-хімічні показники мали проби транспортерно-мийної води, очищеної дигідроксосульфатом алюмінію; незначно відрізняються показники транспортерно-мийної води, очищеної гідроксохлоридом алюмінію. Нижчий ефект очищення транспортерно-мийної води при використанні сульфату алюмінію пояснюється низькою пластівцеутворювальною здатністю коагулянту. Міцели, утворені в результаті його гідролізу, мають нижчий позитивний заряд, і, відповідно, нижчу адсорбційну здатність, ніж, відповідно, міцели дигідроксосульфату алюмінію та гідроксохлориду алюмінію. Крім того, при розчиненні у воді сульфату алюмінію в розчині накопичуються аніони сірчаної кислоти, що робить воду агресивною і призводить до корозії обладнання [5]. Розчини основних солей алюмінію менш агресивні порівняно із сульфатом алюмінію, що значно знижує кислотну корозію обладнання та комунікацій.

Необхідно відмітити, що дигідроксосульфат алюмінію якості коагулянту має переваги перед сульфатом алюмінію: краще розчиняється у воді, працює в ширшому інтервалі значень рН очищуваної води, потребує меншого лужного резерву і має значно кращу пластівцеутворювальну здатність, особливо за низьких температур. Кращі коагуляційні властивості дигідроксосульфату алюмінію зумовлені його здатністю до утворення при гідролізі полімерних гідроксокомплексів, які несуть високий позитивний заряд. Утворюються різні полімерні форми, наприклад: $[Al_6(OH)_{15}]^{3+}$, $[Al_8(OH)_{21}]^{4+}$, $[Al_{13}(OH)_{34}]^{5+}$ і т.д. [6, 7].

Завдяки утворенню в транспортерно-мийній воді продуктів гідролізу дигідроксосульфату алюмінію, які мають сильно розвинену поверхню і позитивний заряд, відбуваються процеси гетерокоагуляції найбільш високодисперсних частинок глинистих мінералів і адсорбція на поверхні гідроксиду алюмінію органічних речовин.

Для виробництва дигідроксосульфату алюмінію потрібно значно менше (на 33%) сульфатної кислоти, що дає змогу істотно зменшити його собівартість. Витрати цього коагулянту (в перерахунку на Al_2O_3) на 15-20%, а іноді на 30-35% нижчі за витрати сульфату алюмінію [5].

Також були проведені дослідження ефективності дії основних солей алюмінію по відношенню до різних фізіологічних груп мікроорганізмів транспортерно-мийної води. Витрати дигідроксосульфату та гідроксохлориду алюмінію склали 0,01-0,1% до маси води. Як порівняння використовували транспортерно-мийну воду, відстоювану без реагентів.

Отримані результати показали значний ефект незараження транспортерно-мийної води гідроксохлоридом та дигідроксосульфатом алюмінію: за термофілами – 74,5-77,5%; за мезофілами – 80,0-83,3%; за

слизоутворюючими мікроорганізмами – 84,2-85%; за міцеліальними грибами – 65,5-66,2%. Ефективність антимікробної дії основних солей алюмінію вища, ніж сульфату алюмінію, навіть при менших витратах.

Основні солі алюмінію у воді утворюють гідрофобні колоїдні системи, які, завдяки присутності протилежно заряджених колоїдів, коагулюють з утворенням пластівців гідроксиду алюмінію. Ці пластівці сорбують на своїй поверхні забруднення, в тому числі і мікроорганізми. Адсорбція мікроорганізмів на поверхні сорбенту (гідроксиду алюмінію) викликає аномальний обмін іонів між мікроорганізмами і середовищем, що призводить до їх загибелі. Пластівці гідроксиду алюмінію швидко укрупнюються і під дією сили тяжіння осідають, додатково захоплюючи завислі частинки та мікроорганізми.

Також під час гідролізу дигідрокосульфату та гідроксохлориду алюмінію утворюються сульфат- та хлорид-іони, які здійснюють антимікробну дію, обумовлену їх взаємодією із бактеріальними клітинами, що порушує обмін речовин і призводить до загибелі клітин мікроорганізмів. Причому сильна бактерицидна дія хлорид-іонів відбувається миттєво. Вони також активно реагують із азотистими органічними речовинами, сильними органічними відновниками. Через це бактерицидна ефективність хлорид-іона швидко зменшується. Цим пояснюється трохи кращий антимікробний ефект за всіма групами мікроорганізмів дигідрокосульфату алюмінію порівняно з гідроксохлоридом алюмінію.

Отже, використання в якості коагулянтів для очищення транспортерно-миної води бурякоцукрового виробництва основних солей алюмінію, таких як дигідрокосульфат алюмінію ($Al_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 11H_2O$) та гідроксохлорид алюмінію ($Al_2(OH)Cl$), забезпечує високий ефект очищення води за завислими речовинами та ХСК, значне знебарвлення води та зниження мікробіологічної забрудненості води різними групами мікроорганізмів.

Вода, очищена гідроксохлоридом та дигідрокосульфатом алюмінію, відповідає вимогам до якості очищеної транспортерно-миної води [8]. Використання запропонованих коагулянтів дозволяє комплексно вирішувати питання очищення, знезараження води та запобігання піноутворенню. Це дасть можливість зменшити питомі витрати свіжої води та кількість стічних вод на одиницю перероблюваних буряків, що дуже актуально у наш час, і забезпечить значне покращення екологічної ситуації бурякоцукрового виробництва в цілому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сорокин А.И. Обратное водоснабжение сахарных заводов. М.: ВО «Агропромиздат». – 1989. – 176 с.
2. Чугунов А.И., Базлов В.Н., Ананьева П.А. Методика оценки работы очистных сооружений // Сахарная промышленность. – 1995. – №1. – С. 18-19.
3. Находкина В.З. Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 93 с.
4. Штангеева Н.И., Клименко Л.С., Салавор О.М., Сорокин А.И. Дослідження піноутворення у воді оборотної системи гідротранспорту та миття буряків // Наукові праці УДУХТ, Київ – 2000. – №7. – С. 59-62.
5. А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
6. Отчет по теме «Разработка коагуляционных методов очистки транспортерно-мочных вод сахарных заводов с целью их использования в замкнутом цикле». – Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского. – Киев, 1985. – 127с.
7. Душкин С.С. Способ подготовки воды с использованием в качестве коагулянта соли алюминия // Душкин С.С., Сорокина К.Б., Аль А.М., Благодарна Г.М. – Харьков, 2001. – 45 с.
8. Сергієнко В.І., Самойленко В.С., Сорокин А.І. Інструкція з питань водного господарства цукрових заводів. – К.: УкрНДІЦП, 1994. – 114 с.

УДК 628.16

Чалова Т. С., Хижняк О. О., Скроцька О. І. (Україна, Київ)

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД БАКТЕРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОАГУЛЯНТІВ – ОСНОВНИХ СУЛЬФАТІВ АЛЮМІНІЮ

До основних екологічних проблем у світі відноситься проблема отримання води питної кондиції. Невпинне скорочення об'єму прісних вододжерел, підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та багато інших факторів зумовлюють підвищення кількості мікроорганізмів у природних джерелах, а особливо, привертає до себе увагу підвищення кількості патогенної мікрофлори [1, 2].

Основними реагентами, які застосовуються для підготовки води в Україні є коагулянти – сульфат алюмінію та знезаражуючі реагенти на основі хлору. Головним недоліком хлору є його канцерогенність, а сульфату алюмінію – малоєфективність. Тому при підготовці води постає проблема щодо ефективних і безпечних для здоров'я людини реагентів [3].

Запропоновані коагулянти, а саме, основні сульфати алюмінію (ОСА) з Мо 2,3; 2,5; 2,7 та дигідрокосульфату алюмінію (ДГСА) з Мо 2,0, мають ряд переваг перед традиційними коагулянтами – сульфатом алюмінію (СА) та гідроксохлоридом алюмінію (ГХА) [3, 4, 5].