УДК 504.4:628.3:677.01

ЗАХИСТ ВОДОЙМ ВІД ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ ВОЛОКОН

О. О. Одемчук
студент 1 курсу, група БЦІ-12, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
В. А. Шугайло
студент 1 курсу, група АКіТ-11, навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки
Наукові керівники – к.т.н., доцент Н. М. Корчик,,
к.х.н., доцент Н. М. Буденкова

Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна

Експериментальними дослідженнями встановлено можливість застосування електрохімічно-генерованих реагентів для очищення стічних вод виробництва капролактаму коагуляцією та окисненням. Шляхом наступних випробувань показано, що в якості лужного реагенту результативною є суміш католіту з 1% розчином $Ca(OH)_2$ в співвідношенні 1:1, при цьому витрата реагенту $Ca(OH)_2$ зменшується в 3 рази. В результаті застосування аноліту виключаються із технологічної схеми реагенти для підкислення та окиснення органічних речовин. Таким чином забезпечується зменшення вторинного забруднення реагентами стічних вод, що створює умови збільшення відсотку водообігу.
Ключові слова: очищення стоків, електрохімічно-генеровані реагенти, потенціометричне титрування, активні радикали, окиснення, капролактам.

Экспериментальными исследованиями установлена возможность применения электрохимично-генерированных реагентов для очистки сточных вод производства капролактама коагуляцией и окислением. Путем следующих испытаний показано, что в качестве щелочного реагента результативной является смесь католита с 1% раствором $Ca(OH)_2$ в соотношении 1:1, при этом затраты реагента $Ca(OH)_2$ уменьшаются в 3 раза. В результате использования анолита исключаются из технологической схемы реагенты для подкисления и окисления органических веществ. Таким образом обеспечивается уменьшение вторичного загрязнения реагентами сточных вод, что создает условия увеличения процента водообращения.
Ключевые слова: очистка стоков, электрохимично-генерированные реагенты, потенциометрическое титрование, активные радикалы, окисление.

Experimental research has established the possibility of using electrochemically generated reagents for the purification of wastewater by caprollaci with coagulation and oxidation. By following tests it is shown that as an alkaline reagent the resulting mixture of cathculitis with 1% solution $Ca(OH)_2$ 1:1. The use of $Ca(OH)_2$ decreases 3 times. As a result of use of anolitis are excluded from the technological scheme of reagents for the oxidation of organic substances. The reduction of secondary pollution of wastewater reagents thus create conditions for increasing of percentage of water circulation.
Keywords: wastewater treatment, electrochemically generated reagents, potentiometric titration, active radicals, oxidation, caprolactam.

Охороні водойм від забруднень стічними водами хімічних виробництв приділяється постійна увага. Виробництво хімічних волокон за об'ємом водоспоживання і скидання стічних вод займає одне з перших місць серед інших галузей хімічної промисловості. Особливо високі темпи розвитку отримало виробництво синтетичних волокон , в тому числі капролактаму. Об'єм скидання всіх категорій стічних вод залежно від потужності виробництва знаходиться в межах 20-50 тис. $м^3$ на добу.

Найважливішу роль в охороні водойм від забруднень відіграє впровадження систем оборотного водопостачання. Відсоток обороту від загального водоспоживання на виробництвах синтетичних волокон складає в середньому 68%. Причому на окремих виробництвах коливається в межах 25-82%, що вказує на наявність невикористаних резервів.

Особливо перспективним для розвитку оборотних систем водопостачання представляє локальне очищення і використання умовно чистих вод, оскільки об'єм їх в 2-3 рази перевищує об'єм всіх стоків разом взятих. Після впровадження локальних схем очищення і використання умовно чистих вод витрати свіжої води на 1 т капронової нитки скоротиться в 2,5 рази. З метою зниження забруднення стічних вод і зменшення втрати капролактаму на виробництвах запроваджують системи очищення конденсату надосадочних колон цеху регенерації капролактаму. Стічна вода (конденсат) передається на очисні споруди, де відбувається її очищення коагулюванням з використанням розчинів алюміній сульфату і їдкого натру. Після фільтраційної установки вода надходить в адсорбер. Очищений конденсат передається на регенерацію. Для ряду виробництв розроблені комплексні схеми очищення і використання стічних вод. Основними елементами схеми є біохімічне очищення виробничих стоків, очищення умовно чистих вод методами напірної флотації і фільтрування, доочищення біохімічно оброблених стоків адсорбцією, озонування і повернення всіх очищених стоків у виробництво [1]. Схема включає локальні водооборотні системи з самостійними установками і утилізацією цінних хімічних речовин. Для цієї схеми розроблені різні фізико-хімічні методи очищення стічних вод , які використовуються також самостійно для окремих категорій стоків.

Таким чином стічні води синтетичних волокон поділяють на умовно чисті і виробничі, для яких перспективним є комплексні схеми очищення, що здійснюються в комбінованих системах з організацією локальних циклів та централізованих систем. Технології очищення базуються на процесах: біохімічного окиснення, в тому числі з застосуванням селективної мікрофлори з високою ферментативною активністю, коагуляції, хімічного окиснення, адсорбції. В зв'язку з великим об'ємом стічних вод виникає необхідність впровадження оборотного водопостачання. Для охорони водойм від промислових викидів виробництва синтетичних волокон актуальним є застосування в комплексних схемах очищення стічних вод технології, що призводить до зменшення витрат товарних хімічних реагентів в тому числі на коагуляцію та окиснення. Одним з безреагентних методів очищення стічних вод є електрохімічний, який забезпечує процеси очищення забруднених стічних вод під дією електричного поля в глибині розчину електродними реакціями та продуктами електродних реакцій.

Метою наших досліджень було встановлення можливості застосування електрохімічно-генерованих реагентів для очищення стічних вод виробництва капролактаму для забезпечення умов коагуляції та окиснення.

В якості об'єкта дослідження застосовували стічні води виробництва капролактаму в Чернігівської області. Для електрохімічної генерації реагенту застосовували діафрагменний електролізер з нерозчинними графітовими електродами. В якості робочого розчину застосовували розчин натрію хлориду з концентрацією 5г/л. Контроль електрохімічного процесу здійснювали за показниками pH і Eh католіту та аноліту. За результатами досліджень визначали технологічні показники, витрати електричного струму та

електроенергії на генерацію реагенту. При цьому густина струму на електродах складала 20-40 а/м^2. Витрата струму визначалась за формулою $D = \frac{I \cdot t}{V}$, де I – сила струму (а), t- час (с), V – об'єм розчину (л). В роботі розглянуто фізико-хімічний метод очищення стічних вод, який включає окиснення із застосуванням аноліту в присутності розчину $FeSO_4$ з наступним додаванням лужного реагенту: 1% розчину $Ca(OH)_2$, розчину католіту, суміші 1% розчину $Ca(OH)_2$ і католіту в співвідношенні об'ємів 1:1.

Результати досліджень електрохімічної генерації реагентів для забезпечення умов окиснення наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати потенціометричного титрування стічних вод виробництва капролактаму лужним регентом.

V аноліту/100мл	0	0,4	0,8	2,0	2,8	4,0	6,8	12	16	20	24
pH	7,65	7,1	-	6,55	-	4,1	-	2,7	2,45	2,3	2,1
Eh, мв	+255	+535	+610	+740	+815	+910	+1045	+1140	+1160	+1170	+1176

За результатами досліджень за витратою струму 600 Кл/л (витрата електроенергії 1,5 квт-год/м^3) кислотно-основна та окисно-відновна рівновага аноліту характеризується наступними параметрами: pH=1,3, Eh= 1185 мв. Аноліт характеризується сильнокислотним та сильноокисним середовищем і тому може бути застосованим в технології очищення для підкиснення та окиснення.

В ряді робіт обґрунтовано застосування електрохімічно-генерованих реагентів кисневими сполуками хлору в технологіях водоочищення [2]. Сучасне трактування механізму глибокого окиснення органічних речовин в розчинах кисневими сполуками хлору засновано на взаємодії цих речовин з киснем, попередньо переведеним в активований стан каталізаторами. В присутності останніх в розчинах кисневих сполук хлору можливе утворення активних вільних радикалів: $ClO\cdot, Cl\cdot, HO\cdot$, джерелом яких може бути як HClO, так і ClO^-, причому висока окисна здатність системи виявляється в тих випадках, коли в розчині присутні обидві форми:

$$HClO + ClO^- \xrightarrow{K} ClO\cdot + Cl^- + HO\cdot \qquad (1)$$

Активні радикали $ClO\cdot$ беруть участь в реакціях утворення атомарного кисню і $HO\cdot$ Подальшому розвитку ланцюгу сприяє процес формування атомарного хлору:

$$HO\cdot + Cl^- \rightarrow Cl\cdot + HO^- \qquad (2)$$

Радикали, які утворилися, і атомарний кисень взаємодіють з органічними речовинами

$$RH_2 + HO\cdot \rightarrow RH\cdot + H_2O$$

RH_2, здатними до окиснення: $RH_2 + Cl\cdot \rightarrow RH\cdot + HCl$ (3)

$$RH_2 + O\cdot \rightarrow RH\cdot + HO\cdot$$

В процесі можливо утворення молекулярного кисню шляхом рекомбінації двох цього атомів або $ClO\cdot$ радикалів за бімолекулярною реакцією другого порядку:

$$2ClO\cdot \rightarrow Cl_2 + O_2. \qquad (4)$$

Вважаємо, що оптимальне співвідношення витрат аноліту на 1 $м^3$ виробничих стоків складає 80 л , при цьому відповідні значення pH і Eh складають 3,55 та +1090 мв. Як каталізатор застосовують йони Fe^{2+}, які після підлуження виконують роль коагулянту [3]. В табл. 2, 3, 4 наведені дані результатів досліджень застосування реагентів для підлуження:

Таблиця 2

Результати потенціометричного титрування стічних вод виробництва капролактаму 1% розчином $Ca(OH)_2$

V $Ca(OH)_2$, мл	0,1	0,4	0,8	1,0	1,2	1,7
pH	8,4	9,0	10,5	11,0	11,5	12

Таблиця 3

Результати потенціометричного титрування стічних вод виробництва капролактаму розчином католіту

V католіту, мл	5,0	6,0	7,0	8,0
pH	11,75	11,85	11,93	12,0

Як видно з табл. 2 і 3, показано можливість застосування як реагенту для підлуження католіту.

Показано можливість застосування аноліта як хімічного реагента для підкислення та забезпечення умов окиснення органічних речовин в стічних водах капролактаму кисневими сполуками хлору, які утворюються в розчині (стічних водах) в результаті анодних реакцій. Як лужний реагент більш доцільною є суміш католіту з 1% розчином $Ca(OH)_2$ 1:1, при цьому витрата реагенту $Ca(OH)_2$ зменшується в 3 рази. В результаті застосування аноліту виключаються із технологічної схеми реагенти для підкислення та окиснення органічних речовин. Таким чином забезпечується зменшення вторинного забруднення реагентами стічних вод, що створює умови збільшення відсотку водообігу. Це сприяє захисту водойм від промислових стоків виробництва синтетичних волокон.

1. Краснобородько И. Г., Моносов Е. М., Кузнецов В. В. Математическая модель процесса гетерогенно-каталитического окисления в водных растворах органических загрязнений активным хлором. *Химия и технология воды*. 1989. № 9. Т. 11. С. 848–850. **2.** Предзимірська Л. М. Кавітаційне очищення природних і стічних вод від органічних та біологічних забруднень : дис. … канд. техн. наук : 26.06.01 / Львівська політехніка. Львів, 2015. 199 с. **3.** Корчик Н. М., Буденкова Н. М. Процеси електрохімічного і хімічного відновлення сполук Cr^{6+} в концентрованих стічних водах гальванічного виробництва. *Вісник НУВГП. Сер. Технічні науки*. 2010. Вип. 4(52). С. 230–235.