

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КАРТОННО-ПАПЕРОВОЇ ФАБРИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ

Лариса Саблій¹, Віктор Луцик

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 36, корпус 4, пр. Перемоги, м. Київ, Україна,

²ТОВ «ОСТВА», 36/16, вул. Київська, м. Рівне, Україна

¹докт. техн. наук, професор, larisasabliy@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4217-3535

DOI:10.32347/2524-0021.2023.43.74-80

Анотація. Представлено результати досліджень фізико-хімічних методів для попереднього очищення стічних вод картонно-паперової фабрики в Хмельницькій області. На картонно-паперовій фабриці стічні води проходять очищення на каналізаційній очисній станції, яка включає пісковловлювачі, первинні радіальні відстійники, аеротенки-витиснювачі з регенераторами активного мулу, вторинні радіальні відстійники, біоставки. Було запропоновано використання методів коагуляції і хлорування перед біологічним очищенням в аеротенках. Як коагулянт було застосовано алюмофлок 18%, флокулянт – ПАА, як підлужуючий реагент – гідроксид натрію. Дослідження проводили на суміші виробничих і побутових стічних вод з ХСК і БСК₅ – 3200 і 1575 мг/дм³, відповідно, і на виробничих стічних водах з ХСК і БСК₅ – 4480 і 1960 мг/дм³, відповідно. Ефекти зниження показників ХСК і БСК₅ в першому випадку після коагуляції становили 30 і 40%, після хлорування - 37,82 і 43,18%, відповідно, в другому після коагуляції - 28,58 і 47,25%, відповідно. Встановлено, що значна частка органічних речовин за показником ХСК знаходиться в розчиненому стані – 60 – 70%. Доведено, що в результаті хлорування досягається максимальне зниження «чистого» ХСК, тому в технології очищення стічних вод картонно-паперової фабрики слід розглянути можливість та доцільність хлорування води після вторинного відстійника збільшеними дозами. Отримані в результаті досліджень ефекти очищення стічних вод картонно-паперової фабрики методами коагуляції та окиснення дозволять знизити концентрацію органічних речовин за показниками ХСК і БСК перед біологічним очищенням стічних вод в аеротенках та забезпечать підвищення ефективності біологічного очищення.

Ключові слова: виробничі стічні води, картонно-паперова фабрика, коагуляція, алюмофлок, хлорування.

ВСТУП

Стічні води картонно-паперових фабрик вносять суттєвий вклад в забруднення навколишнього середовища і водних об'єктів. Такі води являють собою стійку колоїдну систему. Органічні речовини, присутні у стічних водах, спричиняють складні зміни у водних об'єктах [1]. Вони порушують установлені абіотичні умови, включаються в хімічні і біохімічні процеси. В результаті виникають необоротні зміни в складі біоценозів, якість води річки суттєво знижується.

Стічні води містять волокна целюлози, паперу, наповнювачі, барвники, латекси, емульсії, клейкі речовини та ін. Вони мають високий вміст завислих речовин (ЗР) і органічні речовини, специфічний запах.

Джерела органічних речовин – продукти деструкції целюлози, утворюються при відбілюванні і переробці. Це такі речовини, як аліфатичні (спирти, аміни, кислоти, альдегіди та ін.) і терпенові вуглеводні, ароматичні вуглеводні фенольного ряду, низькомолекулярні спирти, жирні кислоти та ін. [2]. Через значний вміст орга-

нічних речовин стічні води характеризуються високими значеннями ХСК, що коливаються в межах 800 до 2000 мг/дм³. Значення показника БСК₅ знаходяться в межах 500-800 мг/дм³. Співвідношення БСК₅/ХСК має середні показники, що вказують на можливість застосування біологічного методу переробки стоків. БСК₅/ХСК має значення в діапазоні від 0,2 до 0,7. Завислі речовини коливаються в діапазоні від 900 до 3000 мг/дм³. Отже, стічні води фабрики потребують попереднього механічного очищення, результатом якої є видалення грубодисперсних і завислих речовин та частини колоїдних частинок [3]. Присутність у стічних водах незначних концентрацій сполук фосфору та азоту свідчить про те, що для проведення біологічного процесу їх варто додавати у воду.

Сьогодні найбільш розповсюдженими методами очищення стічних вод картонно-паперових фабрик є фізико-хімічні: реагентна обробка – коагуляція, флокуляція, хімічне та електрохімічне окиснення [4], та біологічні. Використання реагентних методів потребує закупівлі хімічних реагентів: коагулянтів на основі заліза, алюмінію, дорогих флокулянтів чи сильних окисників: озон [5, 6], пероксид водню (метод Фентона) [4], і не забезпечує високої ефективності очищення в умовах багатокомпонентних забруднень. Методи адсорбції [7] можуть бути застосовані для доочищення стічних вод і потребують складного обладнання.

Найбільш доступним і ефективним як з точки зору високої ефективності процесу очищення, малих витрат на будівництво та експлуатацію, так і впливу на навколишнє середовище і природні водні об'єкти є біологічний метод [8-11], а саме, аеробний [12, 13] та анаеробний [14, 15] процеси.

На картонно-паперовій фабриці в Хмельницькій області стічні води проходять очищення на каналізаційній очисній станції, яка включає пісковловлювачі, первинні радіальні відстійники, аеротенки-витиснювачі з регенераторами активного мулу, вторинні радіальні відстійники, біоставки. Продуктивність очисних

споруд 7000 м³/добу. Аеротенки розраховані на 14 год аерації і 12 год регенерації. До головного недоліка роботи очисної станції належить недостатня ефективність очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин за показниками ХСК і БСК, що спричинило необхідність проведення досліджень для пошуку і використання методів попереднього очищення стічних вод фабрики за допомогою фізико-хімічної обробки.

Мета роботи – дослідження процесів очищення стічних вод картонно-паперової фабрики з використанням фізико-хімічних методів – коагуляції та окиснення, з метою збільшення ефективності видалення органічних забруднень за показниками ХСК і БСК.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для аналізу було відібрано серію проб таких стічних вод:

- суміш виробничих та побутових стоків з приймальної камери каналізаційних очисних споруд (КОС) картонно-паперової фабрики;
- виробничі стоки безпосередньо на виробництві.

У першому випадку визначали показники: рН; завислі речовини; ХСК; БСК₅, вихідної стічної води, води після проведення коагуляції, а також хлорованої коагульованої води.

У другому випадку проводили визначення тих самих показників для вихідної та коагульованої води.

Для проведення дослідження використовували реагенти з такими дозами.

Для коагуляції:

- алюмофлок 18% - 0,6 см³/дм³;
- гідроксид натрію – 55 мг/дм³;
- флокулянт ПАА – 2 мг/дм³.

Об'єм осаду після відстоювання становив – 20%.

Для хлорування:

- активний хлор - 42 мг/дм³.

Коагуляція в обидвох випадках пройшла успішно. В отриманій після відстоювання прозорій воді у першому випадку завислі речовини знизилися з 127 до 15 мг/дм³, а в другому – з 162 до 20 мг/дм³.

Результати проведених аналізів за середніми значеннями зведено в табл. 1.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В другій половині табл. 1 (рядки 5 – 10) наведені результати деяких перерахунків, які характеризують ефективність очищення стічних вод з використанням застосованих методів коагуляції та хлорування.

Дослідження процесу очищення стічних вод фабрики за методом коагуляції показали наступне.

У випадку суміші виробничих і побутових стічних вод. В суміші стічних вод з приймальної камери КОС після коагуляції БСК₅ знижується на 40%, а ХСК – на 30%. Відношення БСК₅/ХСК для наступного біологічного очищення в аеротенках станції КОС має бути більше 0,5. В даному разі, як показали результати, коагуляція погіршила співвідношення з 0,49 до 0,42.

Різниця показників ХСК і БСК₅ («чисте» ХСК) становить:

$$3200 - 1575 = 1625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3;$$

$$2240 - 945 = 1295 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

Різниця «чистого» ХСК стічних вод з приймальної камери КОС до і після коагуляції становить: $1625 - 1295 = 330 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

«Чисте» ХСК стічної води (без врахування її БСК₅) після коагуляції зменшилось всього на $330 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, або 20,3%.

В результаті хлорування було отримано такі показники.

У стічних водах з приймальної камери КОС після коагуляції і хлорування БСК₅ знижується на 43,18%, а ХСК - на 37,82%.

Хлорування (окремо, після коагуляції) дало зниження показника БСК₅ на 3,18%, а ХСК – на 7,82%.

Хлорування в порівнянні з коагуляцією додатково знизило БСК₅ на 5,3%, а ХСК на 11,17%.

Відношення БСК₅/ХСК у разі використання коагуляції і хлорування знизилось з 0,49 до 0,45.

«Чисте» ХСК (за мінусом БСК₅) буде становити:

$$3200 - 1575 = 1625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3;$$

$$2240 - 945 = 1295 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3;$$

$$1990 - 895 = 1095 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

Різниця «чистого» ХСК стічних вод з приймальної камери КОС до і після коагуляції та хлорування буде:

$$1625 - 1095 = 530 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

«Чисте» ХСК стічної води (без врахування її БСК₅) після коагуляції і хлорування зменшилось всього на $530 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ або 32,62%.

Різниця «чистого» ХСК стічних вод з приймальної камери КОС до і після коагуляції буде:

$$1625 - 1295 = 330 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

«Чисте» ХСК стічної води (без врахування її БСК₅) після коагуляції зменшилось всього на $330 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ або на 20,3%.

Різниця «чистого» ХСК стічних вод з приймальної камери КОС між коагульованою та хлорованою стічною водою становитиме:

$$1295 - 1095 = 200 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

«Чисте» ХСК стічної води (без врахування її БСК₅) між коагульованою та хлорованою стічною водою зменшилось всього на $200 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ або 12,4%.

У випадку виробничих стічних вод картонно-паперової фабрики показник БСК₅ після коагуляції знижується на 47,25%, а ХСК - на 28,58%.

Відношення БСК₅/ХСК в даному разі коагуляція погіршила з 0,43 до 0,32.

«Чисте» ХСК (за мінусом БСК₅) буде становити:

$$4480 - 1960 = 2520 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3;$$

$$3200 - 1034 = 2166 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

Різниця «чистого» ХСК виробничих стічних вод до і після коагуляції буде:

$$2520 - 2166 = 354 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3.$$

«Чисте» ХСК (без врахування БСК₅) після коагуляції зменшилось всього на $354 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ або на 14,05%.

Для оцінки ефективності біологічного очищення стічних вод картонно-паперової фабрики визначається співвідношення ХСК/БСК₅ та обернена величина БСК₅/ХСК (рядки 5, 6 табл. 1). Прийнятне співвідношення має бути більше 0,5. Тобто, БСК₅ повинно становити не менше половини від ХСК, інакше зниження ХСК в процесі очищення стічної води з викорис-

Табл. 1. Зміна показників стічних вод картонно-паперової фабрики в процесах коагуляції та хлорування

Table 1. Change in parameters of waste water of a cardboard and paper factory in the processes of coagulation and chlorination

№ п/п	Назва показника	Од. вимірювання	Величина				
			Суміш виробничих і побутових стічних вод			Виробничі стічні води	
			вихідна	після коагуляції	після коагуляції та хлорування	вихідна	після коагуляції
1	2	3	4	5	6	7	8
1	рН	-	6,3	7,1	7,25	6,5	7,2
2	Завислі речовини	мг/дм ³	127	15	15	162	20
3	ХСК	мгО ₂ /дм ³	3200	2240	1990	4480	3200
4	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	1575	945	895	1960	1034
5	Співвідношення ХСК/БСК ₅	-	2,03	2,37	2,22	2,28	3,09
6	Співвідношення БСК ₅ /ХСК	-	0,49	0,42	0,45	0,43	0,32
7	ХСК – БСК ₅ («чисте» ХСК)	мгО ₂ /дм ³	1625	1295	1095	2520	2166
8	Зменшення БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	630 (40%)		50 (43,18%)		926 (47,25%)
			680 (43,17%)*				
9	Зменшення ХСК	мгО ₂ /дм ³	960 (30%)		250 (37,82%)		1280 (28,58%)
			1210 (37,81%)*				
10	Зменшення «чистого» ХСК	мгО ₂ /дм ³	330 (20,3%)		200 (12,4%)		354 (14,05%)
			530 (32,62%)*				

* Розрахункові різниці значень показників вихідної стічної води та води після коагулювання і хлорування.

танням активного мулу не забезпечить досягнення допустимих величин показників (ХСК менше 70-80 мгО₂/дм³), так як мікроорганізми не завжди спроможні за час аеробного процесу розкласти важкоокиснювані сполуки, яких за співвідношення БСК₅/ХСК > 0,5 буде занадто багато.

Як видно з табл. 1 (рядки 7, 8), використання коагуляції і відстоювання дозволяє знизити БСК₅ в першому і другому випадках на 40 і 47,2%, ХСК – на 30% і 28,58%, відповідно. Ці показники опосередковано вказують, скільки відсотків органічних забруднень (за БСК₅) та сумарний вміст органічних речовин (за ХСК)

знаходяться в стічній воді в завислому та колоїдному стані. Водночас варто відмітити, що коагуляція більш ефективно знижує БСК₅ ніж ХСК, а це свідчить про те, що в розчиненому стані знаходиться більшість важкоокиснюваних сполук.

Щоб оцінити ці значення в безвідносних величинах і усунути вплив БСК₅, виконується перерахунок зниження ХСК за мінусом відповідного БСК₅ (рядок 7 табл. 1) у відсотках до і після коагуляції (для 1 випадку коагуляції і хлорування – рядок 10 табл. 1).

Використання окиснення (хлорування високими дозами) коагульованої стічної води у першому випадку понизило БСК₅ і

ХСК на 3,18% і 7,82%, відповідно, що в перерахунку на «чисте» ХСК склало вже 12,4% (рядки 8 - 10 таблиці).

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень процесу коагуляції для очищення стічних вод картонно-паперової фабрики отримано зниження показників завислих речовин, БСК та ХСК.

Співвідношення БСК₅/ХСК становило менше 0,5, і це потрібно враховувати при коригуванні складу стічних вод (змінюючи співвідношення легко і важкоокиснюваних речовин за рахунок виявлення і зменшення хімічних компонентів, що надходять з виробництва).

Встановлено, що значна частка органічних речовин за показником ХСК знаходиться в розчиненому стані – 60...70%.

При коагуляції стічних вод встановлено ефективність очищення за показником БСК₅ – 40...47%.

Встановлено, що в результаті хлорування досягається максимальне зниження «чистого» ХСК, тому в технології очищення стічних вод картонно-паперової фабрики слід розглянути можливість та доцільність хлорування води після вторинного відстійника збільшеними дозами.

Слід відзначити, що використання реагентів у прийнятих в дослідженнях дозах навряд чи буде економічно обґрунтованим, але доцільно буде влаштувати перед первинним відстійником окиснювач-біокоагулятор, в якому замість реагентів використати активний мул.

ЛІТЕРАТУРА

1. **The "Global Paper Packaging Market: Growth, Trends, Competitive Landscape, and Forecasts" report** // GLOBE NEWSWIRE / Dublin, Dec. 03, 2020. P. 45.
2. **Hubbe M. A.** Wastewater treatment and reclamation: A review of pulp and paper industry practices and opportunities / Hubbe M. A., Metts J. R., Hermosilla D., Blanco M. A., Yerushalmi L., Haghghat F., Lindholm-Lehto P., Khodaparast Z., Kamali M. and Elliott A. // BioRes. 2016. 11(3). 7953-8091.
3. **Ashrafi O., Yerushalmi L., Haghghat F.** Wastewater treatment in the pulp-and-paper industry: A review of treatment processes and the

associated greenhouse gas emission // Journal of Environmental Management. 2015. V. 158. P. 146–157.

4. **Eskelinen K., Särkkä H., Kurniawan T. A., Sillanpää, M. E. T.** Removal of recalcitrant contaminants from bleaching effluents in pulp and paper mills using ultrasonic irradiation and Fenton-like oxidation, electrochemical treatment, and/or chemical precipitation: A comparative study // Desalination 255, 2010. P. 179-187.

5. **Naoyuki Kishimoto** Treatment of Paper and Pulp Mill Wastewater by Ozonation Combined with Electrolysis / Takahiro Nakagawa, Hirokazu Okada, Hiroshi Mizutani // Journal of Water and Environment Technology, 2010. Volume 8. Issue 2. P. 99-109.

6. **W. De los Santos Ramosa.** Remediation of lignin and its derivatives from pulp and paper industry wastewater by the combination of chemical precipitation and ozonation / W. De los Santos Ramosa, T. Poznyaka, I. Chairez, I. Córdova // Journal of Hazardous Materials Volume 169, Issues 1–3, 30 September 2009. P. 428-434.

7. **Shaveta Kakkar.** Treatment of pulp and paper mill effluent using low-cost adsorbents: An overview / Shaveta Kakkar, Anju Malik, Sanjeev Gupta // Journal of Applied and Natural Science, 2018. 10 (2). P. 695–704.

8. **Ram C.** Pulp and paper industry wastewater treatment: use of microbes and their enzymes / Ram C., Rani P., Gebru // Physical Sciences Reviews. 2020. V. 5. P. 8-10.

9. **Singh P., Srivastava A.** Enzymatic color removal of pulp and paper mill effluent by different fungal strains // Int. J. Pharm. Bio. Sci. 2014. 5(3). P. 773-783.

10. **María Noel Cabrera.** Biological Wastewater Treatment and Resource Recovery / María Noel Cabrera, Ahmad, Zaki // Pulp Mill Wastewater: Characteristics and Treatment), 2017, 10. 5772/62795 (Chapter 7).

11. **Schnell A.** Enhanced biological treatment of bleached kraft mill effluents — II. Reduction of mixed function oxygenase (MFO) induction in fish / P.V. Hodson, P. Steel, H. Melcer, J. H. Carey // Water Research, 2000. V. 34(2). P. 501-509.

12. **Curtis W. Bryant** Updating a model of pulp and paper wastewater treatment in a partial-mix aerated stabilization basin system // Water Sci. Technol., 2010. 62 (6). P. 1248–1255.

13. **Dubski C. V.** Biological treatment of pulp mill wastewater using sequencing batch reactors / Branion, R.M.R., Lo, K.V. // J. Environ. Sci. Health. 2001. V. 36. P. 1245-1255.

14. **Tielbaard M., Wilson T, Feldbaumer E., Driessen W.** Full-scale anaerobic treatment

experiences with pulp mill evaporator condensates // Proc. TAPPI Environmental Conf., TAPPI Press, Atlanta, 2002.

15. **Leo Habets, Willie Driessen.** Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents – status quo and new developments // *Water Sci. Technol.*, 2007. 55 (6). P. 223–230.

REFERENCES

1. **Quintana Research and Consulting (2020)** *Global Paper Packaging Market: Growth, Trends, Competitive Landscape, and Forecasts:* report. GLOBE NEWSWIRE Dublin. ID: 5206185.
2. **Hubbe, M. A., Metts, J. R., Hermosilla, D., Blanco, M. A., Yerushalmi, L., Haghghat, F., Lindholm-Lehto, P., Khodaparast, Z., Kamali, M., & Elliott, A. (2016).** Wastewater Treatment and Reclamation: A Review of Pulp and Paper Industry Practices and Opportunities. *BioResources*, 11(3), 7953–8091. <https://doi.org/10.15376/biores.11.3.hubbe>
3. **Ashrafi, O., Yerushalmi, L., & Haghghat, F. (2015).** Wastewater treatment in the pulp-and-paper industry: A review of treatment processes and the associated greenhouse gas emission. *Journal of Environmental Management*, 158, 146–157. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.010>
4. **Eskelinen, K., Särkkä, H., Kurniawan, T. A., & Sillanpää, M. E. T. (2010).** Removal of recalcitrant contaminants from bleaching effluents in pulp and paper mills using ultrasonic irradiation and Fenton-like oxidation, electrochemical treatment, and/or chemical precipitation: A comparative study. *Desalination*, 255(1–3), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.12.024>
5. **Kishimoto, N., Nakagawa, T., Okada, H., & Mizutani, H. (2010).** Treatment of Paper and Pulp Mill Wastewater by Ozonation Combined with Electrolysis. *Journal of Water and Environment Technology*, 8(2), 99–109. <https://doi.org/10.2965/jwet.2010.99>
6. **De los Santos Ramos, W., Poznyak, T., Chairez, I., & Córdova R., I. (2009).** Remediation of lignin and its derivatives from pulp and paper industry wastewater by the combination of chemical precipitation and ozonation. *Journal of Hazardous Materials*, 169(1–3), 428–434. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.03.152>
7. **Kakkar, S., Malik, A., & Gupta, S. (2018).** Treatment of pulp and paper mill effluent using

low cost adsorbents: An overview. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(2), 695–704. <https://doi.org/10.31018/jans.v10i2.1769>

8. **Ram, C., Rani, P., Gebru, K. A., & Abrha, M. G. M. (2021).** 10 Pulp and paper industry wastewater treatment: use of microbes and their enzymes. *Green Pulp and Paper Industry*, 217–238. <https://doi.org/10.1515/9783110592412-010>
9. **Singh P., & Srivastava A. (2014).** Enzymatic color removal of pulp and paper mill effluent by different fungal strains. *Int. J. Pharm. Bio. Sci.*, 5(3). 773-783. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/287275375_Enzymatic_colour_removal_of_pulp_and_paper_mill_effluent_by_different_fungal_strains
10. **Cabrera, M. N. (2017).** Pulp Mill Wastewater: Characteristics and Treatment. *Biological Wastewater Treatment and Resource Recovery*. <https://doi.org/10.5772/67537>
11. **Schnell, A. (2000).** Enhanced biological treatment of bleached kraft mill effluents — II. Reduction of mixed function oxygenase (MFO) induction in fish. *Water Research*, 34(2), 501–509. [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(99\)00161-x](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(99)00161-x)
12. **Bryant, C. W. (2010).** Updating a model of pulp and paper wastewater treatment in a partial-mix aerated stabilization basin system. *Water Science and Technology*, 62(6), 1248–1255. <https://doi.org/10.2166/wst.2010.934>
13. **Dubeski, C. V., Branion, R. M. R., & Lo, K. V. (2001).** Biological treatment of pulp mill wastewater using sequencing batch reactors. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 36(7), 1245–1255. <https://doi.org/10.1081/ese-100104875>
14. **Tielbaard, M., Wilson, T, Feldbaumer, E., & Driessen, W. (2002).** Full-scale anaerobic treatment experiences with pulp mill evaporator condensates. *Proc. TAPPI Environmental Conf.*, TAPPI Press, Atlanta, 2002. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/286884290_Full-scale_anaerobic_treatment_experiences_with_pulp_mill_evaporator_condensates
15. **Habets, L., & Driessen, W. (2007).** Anaerobic treatment of pulp and paper mill effluents – status quo and new developments. *Water Science and Technology*, 55(6), 223–230. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.232>

Intensification of wastewater treatment of the paper and cardboard factory using physical and chemical methods

Larysa Sablii, Viktor Lutsyk

Abstract. The results of research on physical and chemical methods for the preliminary treatment of wastewater of a cardboard and paper factory in Khmelnytskyi region are presented. At the cardboard and paper factory, wastewater is treated at a sewage treatment plant, which includes sand traps, primary radial sedimentation tanks, aeration tanks with activated sludge regenerators, secondary radial sedimentation tanks, and bioponds. The use of coagulation and chlorination methods before biological treatment in aeration tanks was proposed. Alumofloc 18% was used as a coagulant, PAA was used as a flocculant, and sodium hydroxide was used as an alkalizing reagent. The study was conducted on a mixture of industrial and domestic wastewater with COD and BOD₅ – 3200 and 1575 mg/dm³, respectively, and on industrial wastewater with COD and BOD₅ – 4480 and 1960 mg/dm³, respectively. The effects of reducing COD and BOD₅ indicators in the first case after coagulation were 30 and 40%, after chlorination - 37.82 and 43.18%, respectively, in the second after coagulation - 28.58 and 47.25%, respectively. It was established that a significant proportion of organic substances according to the COD indicator is in a dissolved state - 60-70%. It has been proven that as a result of chlorination, the maximum reduction of "pure" COD is achieved, therefore, the possibility and expediency of chlorination of water after the secondary settling tank with increased doses should be considered in the wastewater treatment technology of the cardboard and paper factory. The effects of wastewater treatment of a cardboard and paper factory using coagulation and oxidation methods, obtained as a result of research, will allow to reduce the concentration of organic substances according to COD and BOD indicators before the biological treatment of wastewater in aeration tanks and will ensure an increase in the efficiency of biological treatment.

Key words: industrial wastewater, cardboard and paper factory, coagulation, alumofloc, chlorination.

Стаття надійшла до редакції 02.06.2023