

УДК 696.135:574.63:628.394

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ЗАБРУДНЮВАЧІВ У СКИДІ В Р. ДНІПРО СТИЧНИХ ВОД МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

Волошин М.Д., Журавельова А.В., Горбунов О.Д.
Дніпродзержинський державний технічний університет
51918, м. Дніпродзержинськ, вул. Дніпробудівська, 2-а
E-mail: root@dstu.dnepropetrovsk.ua

Предложено реконструкцию пруда-осветлителя для улучшения процесса биологической очистки сточных вод металлургического комбината ОАО «ДМК». Для повышения степени очистки от нефтепродуктов в пруде-осветлителе предложено внедрить нефтеловушку.

Ключевые слова: реконструкция пруда-осветлителя, очистка от нефтепродуктов.

The reconstruction of pond-clarificator for improvement of biological treatment process of drainage water of metallurgical plant has been offered. Oiltrap for the rising of oil-products degree treatment in the pond-clarificator has been suggested for introduction.

Key words: reconstruction of pond-clarificator, the rising of oil-products.

Вступ. Чорна металургія належить до числа найбільш водоемних галузей виробництва. При цьому, наприклад, 4-6% споживчої води складають незворотні втрати в технологічних процесах, інша кількість повертається у водні басейни у вигляді стічних вод, що відрізняються підвищеною температурою та низьким умістом розчиненого кисню, високим ступенем забруднення та токсичності [1]. Основними забруднювачами стічних вод чорної металургії є завислі речовини, нафтопродукти, синтетичні жирні кислоти, сполуки заліза, солі важких металів, феноли, ціаніди, хлориди, сірчані сполуки, солі хрому, марганцю, цинку і т. д. Специфічне буре забарвлення стічних вод підприємств чорної металургії визначається високим вмістом завислих частинок сполук заліза. Очистка стічних вод від цієї категорії забруднень представляє собою складну комплексну задачу [2], очищення вод відбувається поетапно. Тому дуже актуальним є вирішення проблеми підвищення якості процесу очистки води від цих забруднювачів

Мета роботи. Покращення процесу біологічного очищення стічних вод комбінату від нафтопродуктів та запобігання забрудненню навколишнього середовища шляхом реконструкції ставка-освітлювача ВАТ «ДМК», провести розробку нових пристроїв збору нафтопродуктів стічних вод у ставку-освітлювачі.

Матеріали і результати досліджень. У біологічний ставок ВАТ «ДМК» надходять промислові стічні води з більшості цехів металургійного комбінату, які проходять біологічне очищення від багатьох розчинених мінеральних та органічних речовин. Очищені стічні води скидаються у р. Дніпро, тому важливою задачею є забезпечення ефективного та безаварійного режиму роботи очисних споруд Дніпровського металургійного комбінату. Але якість очищених стічних вод, що скидаються у р.

Дніпро, не відповідає вимогам за вмістом ряду забруднювачів (табл. 1).

Сира нафта і нафтопродукти (керосин, бензин, солярне масло) належать до високотоксичних органічних забруднювачів води. Особливо небезпечними для гідробіонтів є нафтові кислоти. Забруднення нафтопродуктами призводить до погіршення фізичних властивостей води: утворення поверхневої плівки та осадів на дні водоймища, процесам загнивання і бродіння, різкому дефіциту кисню, що в цілому веде до отруєння водоймища. З метою підвищення ефективності біологічного очищення промислових стічних вод комбінату були розроблені пристрої для вловлювання нафтопродуктів у ставку-освітлювачі ДМК.

Проведено розрахунки нових пристроїв збору нафтопродуктів потужністю 18 тис. м³/рік. Для розрахунків пристрою для вловлювання нафтопродуктів у біоставку-освітлювачу необхідно визначити сумарний об'єм відстійника, максимальний шар нафтопродуктів на поверхні води, діаметр сифонного перетоку.

Опис нафтоловушки. Нафтопродукти, які плавають на поверхні води, разом з частиною води самопливом входять у жолоб і далі по трубі перетікають у відстійник. У цьому відстійнику нафтопродукти спливають і накопичуються у верхньому шарі. Вода, яка має більш високу густину, ніж нафтопродукти, потрапляє в сифонний перетік і переходить у біоставок. Рух води і нафтопродуктів здійснюється самопливом за рахунок різниці рівнів води у відстійнику і біоставку.

Постійний рівень рідини у вторинному відстійнику забезпечується регулятором рівня води. Поступово шар нафтопродуктів розширюється і з часом необхідно евакуувати нафтопродукти з вторинного відстійника.

Таблиця 1 – Динаміка вмісту нафтопродуктів у стічних водах ВАТ «ДМК», скид р. Дніпро за 2005-2006 рік, мг /дм³

Місяця скидів	Місяці												
	2005										2006		
		05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
У річці вище випусків «ДМК»	Min	0,017	0,033	0,017	0,017	0,017	0,033	0,017	0,017	0,033	0,033	0,033	0,033
	Max	0,05	0,033	0,05	0,033	0,033	0,05	0,033	0,017	0,05	0,05	0,033	0,05
	Серед.	0,08	0,033	0,034	0,025	0,025	0,04	0,025	0,017	0,042	0,04	0,033	0,042
Скид ТЕЦ	Min	0,033	0,033	0,05	0,017	0,033	0,017	0,033	0,05	0,05	0,05	0,033	0,05
	Max	0,05	0,033	0,05	0,033	0,05	0,033	0,05	0,05	0,05	0,05	0,067	0,05
	Серед.	0,04	0,033	0,05	0,025	0,041	0,025	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Зона впливу ТЕЦ	Min	0,017	0,017	0,033	0,017	0,033	0,017	0,017	0,033	-	-	-	-
	Max	0,033	0,033	0,033	0,05	0,033	0,033	0,033	0,05	-	-	-	-
	Серед.	0,025	0,025	0,033	0,03	0,033	0,025	0,025	0,041	-	-	0,05	-
У річці вище скиду біоставка	Min	0,017	0,017	0,017	0,033	0,017	0,033	0,033	0,017	-	-	-	-
	Max	0,017	0,017	0,033	0,033	0,017	0,033	0,05	0,033	-	-	-	-
	Серед.	0,017	0,017	0,025	0,033	0,017	0,033	0,04	0,025	-	-	0,05	-
Скид з біоставка в Дніпро	Min	0,025	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,27	0,25	0,23
	Max	0,37	0,33	0,33	0,33	0,38	0,38	0,35	0,43	0,42	0,38	0,37	0,42
	Серед.	0,29	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,32	0,34	0,32	0,32	0,34
У річці нижче випусків «ДМК»	Min	0,017	0,038	0,017	0,017	0,05	0,017	0,05	0,017	-	-	-	-
	Max	0,033	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-
	Серед.	0,025	0,04	0,034	0,05	0,05	0,034	0,05	0,034	-	-	0,05	0,05
Скид дренажу в колектор «ДМК»	Min	0,033	0,05	0,033	0,03	0,033	0,05	0,035	0,05	0,05	0,033	0,033	0,05
	Max	0,067	0,05	0,05	0,033	0,05	0,05	0,05	0,067	0,067	0,067	0,05	0,067
	Серед.	0,05	0,05	0,042	0,042	0,041	0,05	0,041	0,058	0,058	0,05	0,042	0,058

Вихідні дані:

1. Об'ємна витрата води – V=20м³/год;
2. Діаметр труби – 100 мм ;
3. Динамічний коефіцієнт в'язкості – M=1·10⁻³;
4. Довжина труби – 4 м;
5. Густина води – 998 кг/м³;
6. Коефіцієнт місцевих опорів – ζ₁=1,1; ζ₂=2,0;

Розраховуємо пропускну здатність пристрою збору нафтопродуктів:

$$Q = \frac{V}{t}; \quad (1)$$

де V - об'ємна витрата, м³
τ – час, с

$$Q = \frac{20}{3600} = 0,00556 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розраховуємо швидкість руху води, м/с;

$$W = \frac{Q}{0,785 \cdot d^2}; \quad (2)$$

де W – швидкість води, м/с;
Q - об'ємна витрата, м³/с;
d – діаметр труби, м.

$$W = \frac{0,00556}{0,785 \cdot 0,1^2} = \frac{0,00556}{0,785 \cdot 0,01} = 0,708 \text{ м/с.}$$

Значення критерію Рейнольда обчислюємо за формулою:

$$Re = \frac{W \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,708 \cdot 0,1 \cdot 998}{1 \cdot 10^{-3}} = 70,66 \quad (3)$$

де μ – динамічний коефіцієнт в'язкості;
W – швидкість води, м/с;
d – діаметр труби, м;
ρ – густина води, кг/м³.

З урахуванням значення критерія Рейнольда, розрахуємо коефіцієнт тертя. Якщо Re менш, чим 2300, тоді λ :

$$\lambda = \frac{64}{70,66} = 0,905745; \lambda = 0,905745 \quad (4)$$

де λ – коефіцієнт тертя.
Розрахуємо сумарний коефіцієнт місцевих опорів:

$$\sum x = \zeta_1 + \zeta_2; \quad \sum x = 2,0 + 1,1 = 3,1. \quad (5)$$

Розраховуємо гідравлічний опір за формулою:

$$\Delta P = \frac{W^2 r}{2} \left(1 + I \frac{L}{d} + \sum x \right) \quad (6)$$

$$\Delta P = \frac{0,708^2 \cdot 998}{2} \left(1 + 0,9057 \frac{4}{0,1} + 3,1 \right)$$

$$\Delta P = 250,13 \cdot 40,385 = 10101,5 \text{ Па};$$

$$\Delta P = 10101,5 \text{ Па}; \quad \text{або в мм вод. ст.}$$

складає:

$$1 \text{ мм вод. ст.} = \frac{\Delta P}{9,81} = \frac{10101,5}{9,81} = 1029,7 \text{ Па}$$

$$\frac{1 \text{ мм.вод}}{1000} = \frac{1029,7}{1000} = 1,0297 \text{ м.}$$

Також було проведено розрахунок необхідної площі заростей вищих водяних рослин по нафтопродуктам. Вихідні дані:

1. Витрата стічних вод у відкритому каналі – 22 тис.м²/год, або 529 тис.м³/добу;
2. Витрата від новопрокатних цехів – 4410 м³/год, або 106 тис.м³/добу;
3. Витрата стічних вод із ставка-освітлювача – 18 тис.м³/год., або 432 тис. м³/добу;
4. Уміст нафтопродуктів у стічних водах новопрокатних цехів – 4,82 мг/л;
5. Уміст нафтопродуктів у випуску стічних вод із відкритого каналу – 3,02 мг/л
6. Уміст нафтопродуктів у стічних водах на виході із пруда – освітлювача – 1,5 мг/л;
7. Очищувальна здатність 1 га заростей вищих водяних рослин – 25 кг нафтопродуктів на добу.

До моменту випуску води з біоставка вміст нафтопродуктів повинен дорівнювати 0,03 мг/дм³.

За добу у ставок – освітлювач надходять наступні кількості нафтопродуктів:

$$\text{Із відкритого каналу:} \\ 529000 \cdot 3,02 = 1600000 = 1,6 \text{ (т).}$$

$$\text{Від новопрокатних цехів:} \\ 106000 \cdot 4,82 = 510000 = 0,51 \text{ (т).}$$

Разом це складає 2,11 т.

За даними лабораторії ВАТ «ДМК» у теперішній час із ставка – освітлювача скидається 1,5 мг/л нафтопродуктів:

$$432000 \cdot 1,5 = 648 \text{ (кг)} = 0,648 \text{ (т/добу).}$$

Таким чином, очищувальна здатність ставка – освітлювача по нафтопродуктам складає:

$$2,11 - 0,648 = 1,462 \text{ (т/добу), або}$$

$$\frac{1,462 \cdot 100\%}{2,11} = 70\%$$

Перше затримання нафтопродуктів відбувається у нафтоловушках на аераторах, де ступінь очищення складає 30%. Таким чином, аераторами буде затримано:

$$2,11 \cdot 0,3 = 0,633 \text{ (т/добу).}$$

Ступінь очистки стічних вод від нафтопродуктів у ставку – освітлювачі ВАТ «ДМК» за рахунок природних біологічних процесів складає 70%. Отже кількість нафтопродуктів, що у ставку, складе:

$$(2,11 - 0,633) \cdot (0,55 + 0,2) = 1,1 \text{ (т/добу).}$$

Таким чином, винос нафтопродуктів із ставка – освітлювача складає:

$$2,11 - 0,633 - 1,1 = 0,377 \text{ (т/добу).}$$

Очищувальна здатність 1 га заростей вищих водних рослин складає 25-75 нафтопродуктів на добу (при концентрації 20 мг/л). Приймаємо 25 кг/добу, тоді мінімальна необхідна площа заростей вищих водних рослин у біоставку складає $377/25 = 15$ га. З урахуванням нерівномірностей режиму зрошування ($k = 1,5$), площа заростей вищих водяних рослин буде: $15 \cdot 1,5 = 22,5$ га.

Таким чином, при існуючій технології біологічної очистки стічних вод на комбінаті не вдається ефективно позбавитися від таких шкідливих домішок, як нафтопродукти.

Висновки. В роботі запропоновано провести реконструкцію ставка-освітлювача для підвищення ефективності очищення від нафтопродуктів стічних вод металургійного комбінату ВАТ «ДМК». Упровадження нового пристрою для збору нафтопродуктів дозволить при незначних витратах значно покращити якість стічних вод.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Основи промислової екології та охорони навколишнього середовища. Огурцов А.П., Мамаєв Л.М., Волошин М.Д., та ін.: Учб. посібник – Київ, 1997. – 250 с.
2. Волошин М.Д., Плахотнік О.М., Журавльова А.В. Дослідження осадів стічних вод з метою отримання органо-мінеральних добрив // Вопросы химии и химической технологии. - 2004, №2 – С. 210-213.

Стаття надійшла 17.10.06 р.

Рекомендовано до друку к.т.н., доц.
Бахарєвим В.С.