

УДК: 621.187.1

**ДИНАМІКА КОНЦЕНТРУВАННЯ СОЛЕЙ В ОБОРОТНИХ СИСТЕМАХ
ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПРИ ЗМІНІ ЇХ ОБ'ЄМУ**

В. Г. Муляр

студентка 3 курсу, група ТЕ-31, навчально-науковий інститут водного
господарства та природооблаштування

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент В. З. Кочмарський

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

Показано, що ефективною щодо зниження концентрації солей в оборотній воді є продувка зі зменшенням водного об'єму за умови $q_{ж} < q_{пр} + q_{вп}/2$; $q_{ж}$, $q_{пр}$, $q_{вп}$ – витрати води на підживлення, продувки та випарювання.

Ключові слова: концентрація солей, продувка, оборотна вода.

Показано, что эффективной для снижения концентрации солей в оборотной воде является продувка с уменьшением водного объёма при условии $q_{ж} < q_{пр} + q_{вп}/2$; $q_{ж}$, $q_{пр}$, $q_{вп}$ – расход воды на подпитку, продувку и испарение.

Ключевые слова: концентрация солей, продувка, оборотная вода.

It is shown that effective in reducing the concentration of salts in the reversible water is purging with a decrease in the volume of water, provided $q_j < q_{pr} + q_{vp} / 2$; q_j , q_{pr} , q_{vp} – water consumption for feed, purge and evaporation.

Keywords: salt concentration, purging, reversible water.

Однією з особливостей оборотних систем охолодження (ОСО) ТЕС і АЕС, яка зв'язана з їх функцією, це випаровування води. Наслідком випаровування є концентрування солей в оборотній воді (ОВ), що призводить до виділення на технологічних поверхнях малорозчинних сполук. Відкладення знижують коефіцієнти теплопередачі теплотехнічних систем, що в свою чергу призводить до втрат тепла та до зниження ефективності роботи електростанцій загалом [1].

Для протидії відкладенням і оптимізації режиму роботи ОСО використовують водообмін (продувку), вважаючи, що вона зменшує солеміст [2; 3]. Існуючі моделі концентрування солей в ОСО не враховують особливостей, які пов'язані зі зміною водного режиму ОСО та її об'єму. Тому розробка динамічних моделей (враховуючих зміну водного об'єму ОСО) для концентрування розчинних і малорозчинних солей є актуальним науково-технічним завданням.

Динамічне рівняння для концентрації розчинних солей, що враховує зміну водного об'єму ОСО має вигляд:

$$d(V(t) \cdot C) = C_0 \cdot q_{ж} dt - C \cdot q_{пр} dt, \quad (1)$$

C_0 – концентрація солей у воді підживлення ОСО;

C – концентрація солей в ОВ;

$q_{ж}$ – витрата води підживлення, m^3/c ;

$q_{пр}$ – витрата води продувки, m^3/c .

Для спрощення розрахунків приймаємо, що

$$dV(t)/dt = q_{жс}(t) - q_{ен}(t) - q_{пр}(t) = q_v = Const, \quad (2)$$

Тоді

$$V(t) = V_0 + q_v \cdot t, \quad (3)$$

V_0 – водний об’єм ОСО в момент $t = 0$, $q_v = q_{жс} - q_{ен} - q_{пр}$;

$q_{жс}$, $q_{ен}$, $q_{пр}$ – витрати води підживлення, випарювання та продувки.

Якщо $q_v > 0$, то об’єм ОСО зростає, якщо $q_v < 0$, то зменшується.

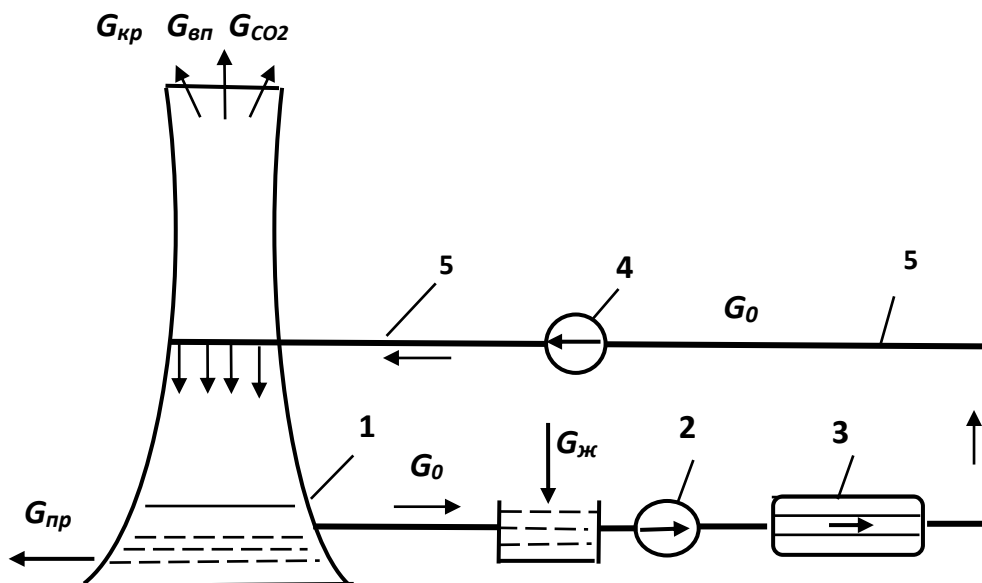


Рис. 1. Схема оборотної системи охолодження:

- 1 – охолоджувач (градирня);
- 2 – циркуляційний насос;
- 3 – технологічні тепло-обмінники;
- 4 – насос градирні;
- 5 – система водоводів;

$G_{кр}$ – витрата краплинного виносу;

$G_{вп}$ – витрата випаровування;

$G_{пр}$ – витрата контрольованої продувки;

$G_{жс}$ – витрата підживлення; G_0 – витрата циркуляційного потоку, всі витрати у $м^3/год$,

G_{CO2} – витрата діоксида вуглецю з оборотної води, $моль/год$

Підставивши (3) в (1), отримуємо,

$$\frac{dC}{dt} = \frac{q_{пр} + q_v}{V(t)} \cdot (\psi \cdot C_0 - C), \quad \psi = \frac{q_{жс}}{q_{пр} + q_v}. \quad (4)$$

В стаціонарному стані $dC/dt = 0$, відповідно $C_{00} = \psi \cdot C_0$. Використовуючи (4), дослідимо за яких умов можливе зменшення, або збільшення концентрації солей в ОСО. Розглянемо:

1. Збільшення об’єму ОСО. Тоді,

$$\psi = \frac{q_{жс}}{q_{np} + q_v} = \frac{q_{жс}}{q_{np} + q_{жс} - q_{np} - q_{вп}} = \frac{q_{жс}}{q_{жс} - q_{вп}} > 1. \quad (5)$$

Отже, при збільшенні об'єму ОСО відбувається концентрування солей і $C_{оо} > C_0$.

2. Зменшення об'єму ОСО. Тоді параметр ψ має вигляд,

$$\psi = \frac{q_{жс}}{q_{np} - q_v} = \frac{q_{жс}}{q_{np} - q_{жс} + q_{np} + q_{вп}} = \frac{q_{жс}}{2q_{np} - q_{жс} + q_{вп}}. \quad (6)$$

2.1. Зменшення концентрації солей можливе, коли:

$$q_{жс} < q_{np} + q_{вп}/2. \quad (7)$$

2.2. Збільшення концентрації солей,

$$q_{жс} > q_{np} + q_{вп}/2. \quad (8)$$

Таким чином, ефективною щодо зменшення концентрації солей є продувка зі зменшенням об'єму ОСО при умові (7). Якщо (7) не виконується, то при продувці концентрація солей не зменшується, а, навпаки, зростає порівняно з тією, що була на момент початку продувки.

Висновки:

1. Для регулювання сольового складу ОВ використовують продувку ОСО. Концентрація солей буде при продувці зменшуватися, коли задовольняється умова:

$$q_{жс} < q_{np} + q_{вп}/2.$$

Отримане нами співвідношення дозволяє встановити режим продувки, який дає очікуваний результат.

2. Якщо виконується умова $q_{жс} > q_{np} + q_{вп}/2$, то концентрація солей при продувці зростає.

3. При збільшенні об'єму ОСО (що буває в паводки) концентрація солей завжди зростає.

Список використаних джерел:

1. Гаєвський В. Р., Кочмарський В. З. Підвищення ефективності оборотних систем охолодження мінімізацією кальцій-карбонатних відкладень. Рівне, 2018. 150с. 2. Андронов В. А. Основные зависимости, характеризующие солевой (материальный) и водный балансы систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий. *Коммунальное хозяйство городов*. 2004. Вып. 60. С. 151–155. 3. Кочмарський В. З., Гаєвський В. Р. Аналіз динаміки трасерів в оборотних системах охолодження. *Гідромеліорвація та гідротехнічне будівництво*. 2007. Вип. 32. С. 166–173.