

УДК 621.311.18: 628.1'17

А.І. Кіт<sup>1</sup>, М.П. Босак<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“ЛьвівОРГРЕС”,

<sup>2</sup>Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра гідравліки і сантехніки

## ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ НА ПОШИРЕННЯ ДРЕЙСЕНИ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТЕС ТА АЕС

© Kim A.I., Bosak M.P., 2010

Наведено результати гідробіологічних досліджень розповсюдження дрейсени у воді, на спорудах та устаткуванні системи технічного водопостачання ТЕС і АЕС. Представлені результати про вплив на дрейсену додадків у циркуляційну воду біоцидного препарату.

In this article are given results of hydrobiological researches of intensive expansion of dreissena in the water and in the constructions of technical water supply systems .in electric power stations. There are presented results of element biocide preparations which are abed into the water.

**Вступ.** Біологічні організми, як і інші відкладення в теплообмінному устаткуванні, у трубопроводах систем оборотного водопостачання електростанцій, впливають на ефективність роботи цих систем. Серед пенрифітонних організмів найінтенсивніше розмножується молюск – тигрова мідія, або дрейсена (*dreissena polymorpha*), який проник з річок у штучні водні об'єкти і у водосховища-охолодники систем технічного водопостачання (СТВ) ТЕС і АЕС і знаходить сприятливі умови для свого масового розповсюдження.



Рис. 1. Фотовигляд забруднення дрейсеною технологічного устаткування та трубопроводів технічної води електростанцій

Дрейсена розмножується відкладанням ікри, з якої утворюються личинки. Личинки протягом 8–20 діб ведуть планктонний спосіб існування в товщі води, розповсюджуються по акваторії водоймища та осідають на твердий субстрат з біоплівкою. Досягнувши розміру 20–25 мм за термін, дещо більший від одного року, личинки перетворюються у велегери, міцно прикріплюючись до твердого субстрату. Будучи інтенсивним фільтратом, дрейсена сприяє самоочищенню води у водному об'єкті, однак колонії дрейсени в трубопроводах СТВ звужують їх площу поперечного перерізу, а відтак зменшують їх пропускну здатність води (рис. 1).

Черепашки відмерлих молюсків з потоком води через нещільності обертових сіток насосних станцій потрапляють та закупорюють трубки конденсаторів турбін та іншого теплообмінного обладнання електростанції.

Вартість робіт зі знищення дрейсени та захист водопроводів та відповідного устаткування ТЕС і АЕС від біообростання, зокрема в США, – величезні. Для знищення та запобігання осіданню личинок-велігер на поверхні споруд і трубопроводів застосовують промивання теплою водою, хлорування, купоросування, електричним шумом, захищають поверхню спеціальними фарбами. Розроблено новий спосіб і систему захисту трубопроводів та обладнання від дрейсени під назвою Акваклер, який запобігає утворенню плівки мікроорганізмів, до якої чіпляється дрейсена (5).

**Мета досліджень** – виявити ступінь впливу хімічного складу і температури охолоджувальної води на розвиток і розповсюдження дрейсени.

Для цього проведено гідробіологічні дослідження оборотних СТВ Хмельницької АЕС та Мінської ТЕЦ-5, а також аналіз експлуатаційних даних інших електростанцій з цієї проблеми.

СТВ дослідних електростанцій оборотні з водосховищами-охолодниками і знаходяться в однаковій кліматичній зоні, вода дослідних об'єктів належить до гідрокарбонатного класу, кальцієвої групи другого типу згідно з переважаючим кількісним складом йонів кальцію та гідрокарбонат-йонів. Поява і розповсюдження молюска дрейсени в обох водосховищах-охолодниках відбулась за порівняно короткий період після їх експлуатації.

**1. Гідробіологічні дослідження СТВ Хмельницької АЕС.** У процесі досліджень виконано аналіз проб води водосховища-охолодника та сполучених з ним природних водотоків на наявність у них личинок велігера і молодих особин зооперифітону. Також проводились обстеження біологічного обростання бетонних укосів підвідного каналу і дамби, стінок водоприймальних камер та сміттєзатримувальних решіток БНС. Проведеними гідробіологічними дослідженнями перед пуском першого енергоблока не виявлено дрейсени і її личинок в біообростаннях та в планктонних пробах води у водосховищі-охолоднику ХАЕС, а також у джерелах водопостачання (ріка Горинь і струмок Гнилий Ріг). Після шести місяців від початку роботи другого енергоблока (серпень 2004 року) експлуатаційним персоналом АЕС на бетонних укосах споруд виявлено колонії дорослої дрейсени, біомаса якої з 1 м<sup>2</sup> становила від 15 до 32 кг (сирої маси). У травні 2005 року на бетонних укосах підвідного каналу і дамби водосховища виявили масове розповсюдження дрейсени на цих спорудах, де ширина окремих суцільних килимів дрейсени становила від 1 до 5 м і більше. Товщина шару дрейсени в різних місцях становила від 3 до 10 см. Чисельність личинок у пробах, залежно від місць відбору, становила від 25 екз./м<sup>3</sup> (дамба району БНС) до 30500 штук/м<sup>3</sup> (ківш БНС-1). Дрейсена потрапила у теплообмінне устаткування енергоблока.

Очевидно, що після введення другого енергоблока ХАЕС виникли сприятливі умови для розвитку дрейсени, а саме: підвищення температури води у ВО впродовж тривалого часу протягом року; постійна циркуляція охолоджувальної води, чим забезпечується доставка поживних речовин до колоній дрейсени; утворення біоплівки; сприятливий кисневий режим у воді; постійний горизонт води у водосховищі. Результати проведених обстежень у травні–червні і листопаді 2007 р. показали, що після дворічної експлуатації двох енергоблоків дрейсена поширилась на нові акваторії водосховища та ГТС. Так, ширина суцільних килимів дорослої дрейсени на бетонній дамбі збільшилась від 0,5 до 1–3 м, збільшилась також її щільність. Крім того, на стеблах вищої водної рослинності і твердих предметах в струмку Гнилий Ріг, у верхній, нижній частині і на лівому

березі водосховища-охолоджувача виявлено дорослу дрейсену. На міліні лівого берега водосховища знаходились грона дорослої дрейсени ( $35\text{--}50$  шт/м<sup>2</sup>) в кількості від 10 до 40 штук в гроні. Розвиток перифітонних організмів залежить від фізико-хімічних умов водосховища (забрудненості, аерації, наявності кисню, кальцію поживних речовин у воді прозорості, наявності отруйних сполук металів). Інтенсивність обростання дрейсеною упродовж року неоднакова, швидкість обростання з червня зростає і у вересні досягає максимуму, а в останні місяці року спостерігається її зниження.

**2. Вплив хімічної обробки води системи технічного водопостачання Мінської ТЕЦ-5 на розвиток і розповсюдження дрейсени.** Проведені гідробіологічні дослідження СТВ Мінської ТЕЦ-5 (р. Білорусь) з 2000 до 2003 рр. з перифітонних організмів були виявлені гідри, губки, личинки бабок і ручайників. Проте личинок або ж дорослої дрейсени не було знайдено. Особливістю СТВ Мінської ТЕЦ-5 була наявність хімічної обробки охолоджувальної води. Реагентна обробка води в освітлювачах вапном, сірчанокислим залізом і флокулянтном давала такі результати:

- зниження карбонатної твердості циркуляційної води;
- зниження біогенних інгредієнтів органічних і фосфорних сполук, що стимулювали розвиток біологічних обростань;
- зниження ступеня біологічних забруднень та підвищення ефективності біоцидної обробки охолоджувальної води.

Біоцидна обробка додаткової води виконувалась безперервним дозуванням біоциду ПГМГ (полігексаметіленгуанідин) концентрацією 0,018 мг/л влітку і 0,011 мг/л взимку. Періодично охолоджувальну воду обробляли підвищеними дозами ПГМГ 2–3 г/м<sup>3</sup> для профілактики біообростань.

В ході обстеження водоприймального ковша ЦНС у травні 2005 р. і сміттєзатримувальних решіток вперше були виявлені дорослі особини молюска дрейсени завдовжки від 5 до 25 мм в кількості 2 шт. на погонний метр сміттєзатримувальної решітки. На твердих субстратах підвідного каналу і стінках ковша ЦНС дрейсени не виявлено. За результатами досліджень у вересні цього ж року кількість дрейсени на сміттєзатримувальній решітці зросла вдвічі. На бетонних стінках ковша ЦНС виявлено поодинокі особини завдовжки до 20 мм (в кількості 1–2 шт. на 1 м<sup>2</sup> площі).

Контрольний облік наявності личинок дрейсени в охолоджувальній і живильній воді проводився методом мікроскопування, личинки були виявлені у воді ковша ЦНС (2 шт. на 1 мл проби) і в живильній воді р. Свіслоч (1 шт. на 1 мл проби).

У травні 2006 р. кількість дрейсени збільшилась неістотно і становила 5 шт. на погонний метр ребра решітки, а на бетонних стінках ковша ЦНС виявлені поодинокі особини розміром близько 20 мм в кількості 2–3 шт. на 1 м<sup>2</sup> площі. Личинки були виявлені у воді ковша ЦНС (5 шт. на 1 мл проби) і в живильній воді р. Свіслоч (2 шт. на 1 мл проби). Таке незначне збільшення молюска дрейсени можна пояснити зміною хімічного складу охолоджувальної води в результаті хімічної обробки.

Внаслідок реагентної обробки води СТВ відбувалось істотне зниження загальної твердості (на 50 %, кальцієвої твердості (приблизно у три рази), загальної лужності води до – 0,9–1,5 мг-екв/дм<sup>3</sup> (рис. 2).

При цьому кількість магнію, заліза, сульфатів, хлоридів, сполук азоту і показник окисленості води змінювались не істотно. Хронологічну наявність дрейсени в спорудах СТВ Мінської ТЕЦ-5 в умовах хімічної та біоцидної обробки води наведено в таблиці.

**3. Гідробіологічні дані від інших електростанцій про дрейсену.** Згідно з даними служби експлуатації Запорізької АЕС, після збільшення теплового навантаження на водосховище-охолодник з введенням останніх енергоблоків розповсюдження дрейсени, включно з личинками, у водному середовищі і на спорудах СТВ призупинилось. Корирувальна обробка води ефективніша для зворотних систем технічного водопостачання з градирянми та бризкальними басейнами, де є менші об'єми води порівняно з водосховищами.

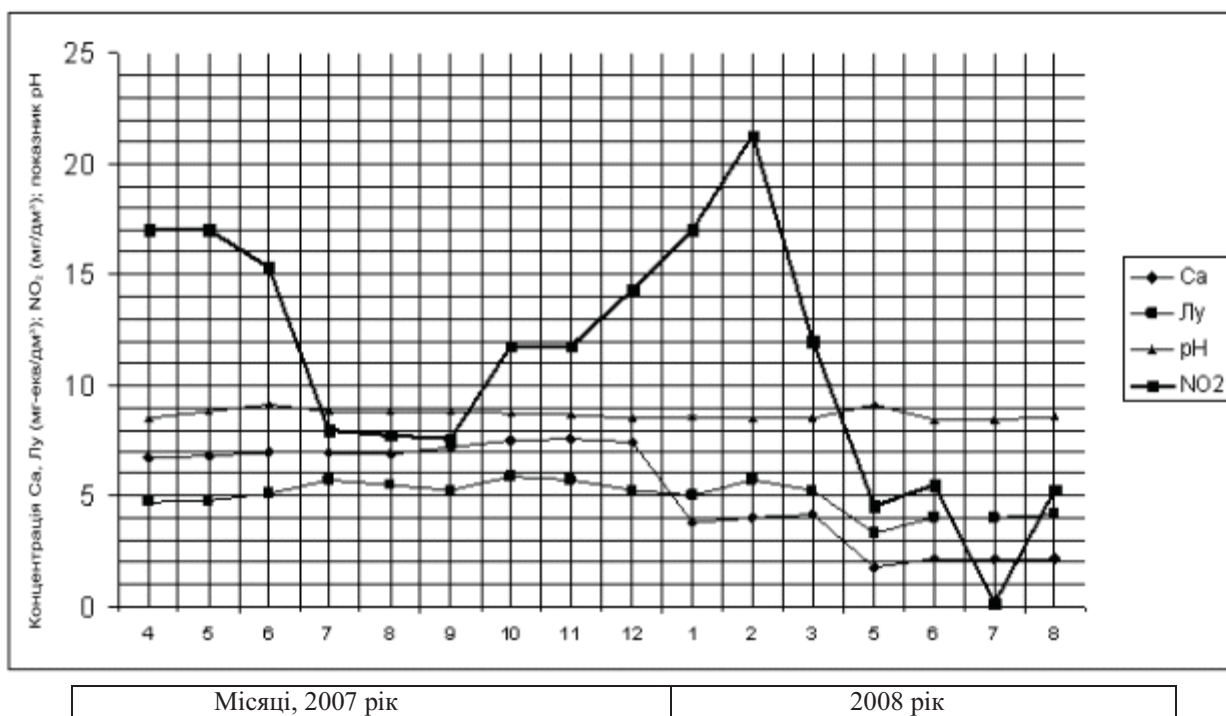


Рис. 2. Хімічні характеристики охолоджувальної води Мінської ТЕЦ-5: Са – кальцій; Лу – лужність; NO<sub>2</sub> – окисли азоту, Р<sub>H</sub> – водневий показник

### Наявність дрейсени в спорудах СТВ Мінської ТЕЦ-5 під час хімічної обробки води

Дата дослідження	Основні умови водопідготовки	Елементи споруд системи водопостачання	Кількість дрейсени	
			личинки	дорослі
22.05.07 р.	Вапнування циркуляційної води з коагулянтном і флокулянтном, без біоцидної обробки	Сміттезатримувальні решітки ЦНС	1 шт. на 1 мл проби	30–34 шт. розміром 10–25 мм на 1 м <sup>2</sup> решітки
22.05.07 р.	Вапнування циркуляційної води з коагулянтном і флокулянтном, без біоцидної обробки (підвищення рН до 8,8–9,1)	Бетонні стінки ковша ЦНС	1 шт. на 1 мл проби	2–4 шт. на 1 м <sup>2</sup>
27.05.2008 р.	Вапнування циркуляційної води з коагулянтном і флокулянтном, без біоцидної обробки	Сміттезатримувальні решітки ЦНС	личинки 0,5–1 мм немає	19–20 шт. на 1 м <sup>2</sup> завбільшки 15–40 мм
5.10.2007 р.	Ударна дози біоциду 2,4–2,5 мг/дм <sup>3</sup>	Сміттезатримувальні решітки ЦНС Бетонні стінки водозабору	личинки не виявлено	50–53 шт. на 1 м <sup>2</sup> завдовжки 15–40 мм
15.10.2007 р.	Ударна дози біоциду 2,4–2,5 мг/дм <sup>3</sup>	Сміттезатримувальні решітки ЦНС	личинки не виявлено	2–3 шт. на 1 м <sup>2</sup>
			личинки не виявлено	50–79 шт. на 1 м <sup>2</sup>

### Висновки:

1. Вапнування циркуляційної води з коагулянтном і флокулянтном впливає на якість охолоджувальної води, внаслідок чого зменшуються мінеральні відкладення, а також біобростання трубопроводів циркуляційного водопостачання і теплообмінного обладнання електростанцій.

2. Зміна хімічного складу охолоджувальної води в результаті хімічної коригувальної обробки води призводить до знищення личинок та пригнічення дорослої дрейсени у трубопроводах і гідротехнічних спорудах СТВ. В результаті обробки води біоцидом ПГМГ (полігексаметил-енгуанідин) дозою 2,4–2,5 мг/дм<sup>3</sup> знищується дрейсена на стадії личинок.

1. Шабалин А.Ф. *Оборотное водоснабжение промышленных предприятий*. – М.: Стройиздат, 1972. 2. *Методические указания к прогнозированию гидробиологического режима водоемов охладителей тепловых электростанций*. – М.: СПО, Союзтехэнерго, 1989. 3. Набережный А.И. *Меры борьбы с обрастаниями дрейссеной гидротехнических сооружений // Каталог научных публикаций: Авторефераты и диссертации [Электронный ресурс, публикация автора на scisearch]*. – Кишинев., 2010. 4. Алекин О.А. *Основы гидрохимии*. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. 5. *Новая технология борьбы с дрейссеной в системах охлаждения объектов энергетики // Водоподготовка для жесткой воды в промышленности.[Электронный ресурс] © ООО "Гидрофлоу", 2004–2010 «www-floy. Ru*

УДК 621.3

Т.Ю. Кравець, І.В. Мисак

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра теплотехніки та теплових електричних станцій

## **ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ТЕПЛА З ПОВЕРХНІ КОТЛІВ ТП-100 ТА ТП-92 ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ**

© Кравець Т.Ю., Мисак І.В., 2010

**Подано результати дослідження зі зменшення абсолютних втрат тепла з поверхні котлів ТП-100 та ТП-92 за допомогою використання термоелектричних генераторів.**

**In this article are presented the results of research on decreasing of absolute unavailable heat from the surface of boilers TP-100 and TP-92 with using the thermo-electric generators.**

**Постановка проблеми.** Сьогодні залишаються невиконаними та доволі актуальними завдання, пов'язані із зниженням теплових втрат в потужних енергетичних котлах. Адже зниження тепловтрат приводить до підвищення таких важливих сьогодні чинників для котлів, як економічність, екологічність та конкурентоспроможність.

У цій роботі увагу приділено зниженню втрат теплоти у доквілля з поверхні котлів. Хоча ця втрата теплоти в потужних котлах не є найбільшою, проте варто зауважити, що для котла паропродуктивністю 640 т/год пари (котел ТП-100 Бурштинської ТЕС) вона становить 0,25 % (400±600 кВт залежно від величини поверхні котла), а це, своєю чергою, становить доволі значну величину.

Отже, зменшивши цю втрату, ми підвищуємо ККД котельної установки (її рентабельність), досягаємо значної економії палива та зменшуємо негативний вплив на екологію, що є актуальним завданням сьогодні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно з [1, 2] основні дослідження останнім часом проводились із вдосконалення методів визначення втрат теплоти з поверхні котлів ( $q_5$ ). Усі попередні публікації зі зниження вищевказаної втрати теплоти зупинилися на рекомендаціях щодо збільшення товщини теплоізоляції, визначення її оптимальної величини, застосування ефективнішої теплоізоляції корпусів котлів [3, 4] і мали теоретично-рекомендаційний характер.

**Мета роботи** – знизити та використати втрати теплоти з поверхні ( $q_5$ ) потужних енергетичних котлів за рахунок використання термоелектричних генераторів.