

**Бойко С.О., Гуренкова О.В.**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОНІТОРИНГ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ СИСТЕМ ПЕРЕРОБКИ СУДНОВИХ ВІДХОДІВ**

*Експлуатація суден безпосередня пов'язана з виникненням та рішенням проблеми охорони навколишнього середовища й забезпечення відповідності емісії забруднюючих речовин сучасним нормативним вимогам.*

*Зростання, яке спостерігається в останні роки, вантажоперевезень судноплавними компаніями призводить до підвищення кількості шкідливих викидів та скидувань відходів із суден у навколишнє середовище. Пов'язано це не тільки з прагненням судновласників знизити витрати на обслуговування флоту, але й з недосконалістю самої системи.*

*Існуюча в даний час система комплексного обслуговування флоту (КОФ) є складною, багатокомпонентною та географічно прив'язаною, що призводить до необґрунтованих простоїв суден, витратам на проміжні операції транспортування відходів, а у підсумку до високих фінансових витрат та втраті прибутку судновласниками. Наявне в експлуатації на ряді суден обладнання переробки окремих видів відходів не завжди забезпечує виконання вимог захисту навколишнього природного середовища від забруднення суднами.*

*Отже, у якості оптимального рішення проблеми суднових відходів можна рекомендувати застосування сучасних автономних суден комплексної переробки відходів (СКПВ). Застосування їх актуальне та зможе усунути основні недоліки існуючої системи КОФ: мобільність, обслуговування будь-якої судноплавної ділянки, максимальна ефективність, не потрібно проектувати капітальні споруди, невеликі витрати на будівництво та експлуатацію.*

*Застосовувані системи переробки окремих видів відходів, об'єднані в комплекси, зможуть забезпечувати високу якість очищення, відповідаючи не тільки існуючим, але перспективним вимогам природоохоронного законодавства.*

*За результатами дослідження створено теоретичні підходи до проектування систем СКПО на основі комплексного підходу до рішення проблеми суднових відходів у системі КОФ. Запропоновано перспективні технологічні схеми та обґрунтована загальна структура СКПВ*

**Ключові слова:** суднові відходи, судно, екологія, переробка, очищення, суднові води

### **Постановка проблеми**

**Теоретичною базою дослідження** є роботи вітчизняних та закордонних вчених, до яких відносяться: Баранов А.Л., Багатих С.А., Васильєв Л.А., Васильєв А.Л., Волков Л.С., Єрмаков С.А., Коростельов Б.Я., Кожинов В.Ф., Кульський Л.А., Курников А.З., Лукіних М.Л., Макаров В.Г., Найдено В.В., Решняк В.І., Стаценко В.М., Етін В.Л., Яковлев С.В. Баадер В., Бойлс Д., Бренндерфер М., Дону Е., Заборські О., Соуфер С., Рандольф Р. [1-12].

**Мета дослідження** полягає у розробці моделей та методів для перспективного проектування комплексу систем СКПВ річкового флоту, що забезпечує переробку та

утилізацію суднових відходів з одночасним отриманням максимально можливої поновлюваної енергії

**Основні результати дослідження.** Усі рідкі відходи та обладнання для їх переробки в залежності від видів забруднюючих домішок можна класифікувати у відповідності зі схемою, представленою на рис. 1 [1].

Необхідно відзначити, що практично всі берегові установки, на відміну від суднових, працюючих із застосуванням аналогічних технологій переробки, відрізняються значно гіршими питомими масогабаритними показниками, енергоспоживанням, а також необхідністю постійного використання різних реагентів, змінних фільтрів і т.п. Це істотно обмежує їх застосування в суднових умовах у зв'язку зі зниженням автономності плавання та зменшенням перевізної спроможності.



Рисунок 1 – Класифікація водоочисного обладнання

Основні методи очищення СВ перераховані на рис. 2, а їх принцип дії і характеристики докладно розглянуті в літературних джерелах [2, 3, 4]. З усього різноманіття найбільший інтерес представляють ті методи (виділені на рис. 2), що використовуються або можуть бути використані на судах і відповідають судновим вимогам.

Засоби очищення суднових вод (ЗОСВ) класифікують за методом обробки СВ: механічна, біохімічна і фізико-хімічна.

Механічний метод заснований на відділенні зі СВ великих забруднювачів з наступним їх здрібнюванням. Для цієї мети використовуються фільтруючі сітки або ґратки, які затримують забруднювачі, що потім періодично віддаляються (звичайно - вручну, що вимагає значних працевитрат та є неприємною операцією). Також використовують фільтри барабанного типу с механізованим або гідродинамічним очищенням фільтруючої поверхні. Очищена вода перед зливом за борт знезаражується.

При цьому зі стоків видаляється до 80 % забруднюючих речовин. Механічні фільтри не в змозі забезпечити необхідний ступінь очищення СВ від розчинених органічних речовин та дрібних суспензій, ступінь очищення в них не задовольняє вимогам нормативних документів, тому цей метод комбінують з іншими

За механічним методом працюють ЗОСВ типу «HL-CONT» та «HAMANN» (Німеччина) (рис. 3). Останні встановлені на ряді судів змішаного плавання. Недоліком тут є відсутність фінішної фільтрації.

Біохімічний метод заснований на аеробних біохімічних процесах при життєдіяльності мікроорганізмів (активного мулу) у робочих відсіках ЗОСВ із примусовою аерацією – аеротенках.



Рисунок 2 – Основні методи очищення СВ

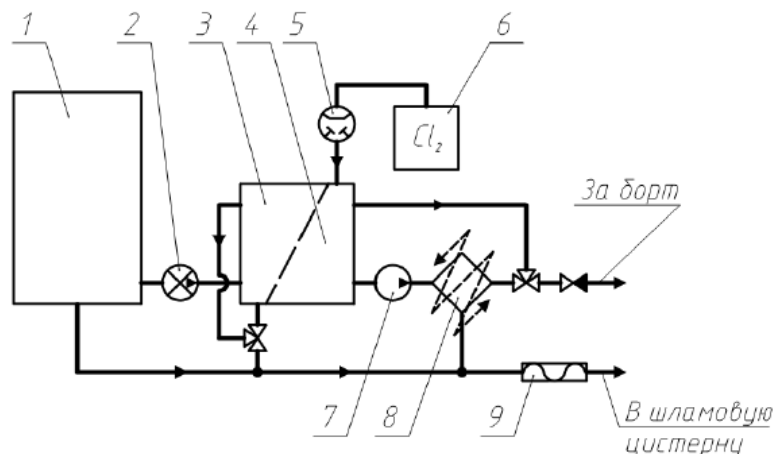


Рисунок 3 – Технологічна схема ЗОСВ зі станцією типу «HAMANN»:

1 - цистерна СВ; 2 - насос-змільчувач; 3 - відстійна камера; 4 - реакційна камера; 5 - насос-дозатор; 6 - видаткова ємність знезаражуючого реагенту; 7 - насос-змішувач; 8 - камера вихрова; 9 - насос шламівий.

В активному мулі утримуються різні групи бактерій, цвілеві та дріжджові гриби, найпростіші, коловертки, хробаки, личинки, водні кліщі, тобто усі види мікроорганізмів, що звичайно присутні у СВ і харчуються речовинами, які в цих водах утримувалися. Швидкість процесу очищення досить низька: для перетворення органічних речовин СВ в органічні речовини мікроорганізмів, а потім самоокислення активного мулу, потрібно близько 50 годин. Далі очищені СВ знезаражуються та віддаляються за борт або на повторне використання.

Звичайно суднові ЗОСВ біологічного очищення передбачають очищення ГФСВ. ГПСВ проходять тільки процес знезаражування. Принципова схема системи зі станцією «Унекс-симултан-15» представлена на рис. 4 [5]. Усі перераховані ЗОСВ на фінішному етапі обробки передбачають знезаражування хлорвмісними реагентами [6]. Однак тільки найбільш сучасні з них («ЗЕБРА», «ЗОБРА» (Фінляндія), «Йова АБ» (Швеція)) передбачають дехлорацію очищених вод.

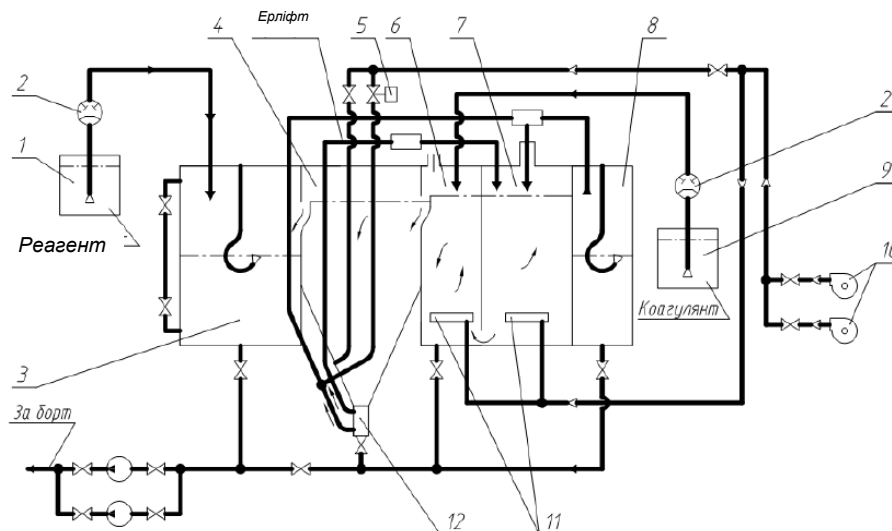


Рисунок 4 – Технологічна схема ЗОСВ зі станцією типу «Унекс-симултан-15»

На рис.4 позначено: 1 - розхідна ємність знезаражуючого реагенту; 2 - насос-дозатор; 3 – відсік знезаражування; 4 - відстійник; 5 - електромагнітний клапан; 6 - відсік аерації; 7 – відсік попередньої аерації; 8 - відсік надлишкового шламу; 9 - розхідна ємність коагулянту; 10 - повітродувка; 11 - аератор; 12 - прийомний пристрій.

ЗОСВ такого типу найбільш ефективні для морських судів та плавбаз із цілорічною експлуатацією.

Переваги та недоліки біологічного очищення СВ, виявлені на основі аналізу джерел [7], наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Основні переваги і недоліки біологічного очищення СВ

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Переваги | <ul style="list-style-type: none"> <li>- високий ступінь очищення СВ;</li> <li>- можливість повторного використання очищеної води;</li> <li>- простота установок, невисока вартість і простота обслуговування;</li> <li>- можливість повної автоматизації процесу очищення СВ;</li> <li>- малі витрати хімічних реагентів у процесі експлуатації ЗОСВ (тільки для знезаражування очищених стоків)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Недоліки | <ul style="list-style-type: none"> <li>- для виведення ЗОСВ на нормальний режим, при вирощуванні активного мулу на судні, потрібно від 10 до 25 доби, однак у портах можливо організувати зарядку установок активним мулом;</li> <li>- ЗОСВ чуттєві до гідравлічних коливань навантаження, змінам солевмісту та температури СВ;</li> <li>- висока чутливість процесу до зміни складу, концентрації органічних речовин та солоності СВ;</li> <li>- вплив на процес очищення жирів, мастил, ПАР надходять зі СВ;</li> <li>- значний час обробки СВ (18...24 години);</li> <li>- високі масо-габаритні характеристики;</li> <li>- загибель мулу у випадку припинення подачі СВ на (20...30) годин;</li> <li>- припинення процесу при температурі менш 10 °С та більш 30 °С;</li> <li>- кожен типорозмір розрахований на визначену витрату СВ</li> </ul> |

Фізико-хімічний метод очищення СВ на судах використовується частіше. У суднових СВ до 60 % органічних забруднювачів знаходяться в колоїдному стані, що не дозволяє видалити їх фільтрацією або відстоюванням.

На базі цього методу розроблений ряд способів очищення. Переваги та недоліки подібних систем зведені до табл. 2.

В основному розглянуті ЗОСВ задовольняють вимогам ІМО. Найбільш перспективними виглядають ЗОСВ «НАМАНН» і «Стік».

Перші, незважаючи на кращі масо-габаритні показники, програють за споживанням електроенергії та використанню хлору як дезінфікуючої речовини. Крім того, до залишкового хлору пред'являються жорсткі вимоги, що змушує вводити до ЗОСВ додатковий дорогий вузол – дехлоратор.

Таким чином, найефективнішою на даний час є станція «Стік», хоча їй властиві істотні недоліки – в обробленій СВ є присутнім амонійний азот вище ГДК, складна технологія очищення та значні масогабаритні показники.

Можна виділити основні напрямки модернізації ЗОСВ цього типу:

- інтенсифікацію окисних процесів;
- включення в технологічний процес обробки кавітацією, як одного із сучасних методів очищення СВ.

Таблиця 2 - Переваги та недоліки ЗОСВ зі станціями фізико-хімічного очищення СВ

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Переваги | <ul style="list-style-type: none"> <li>- мала чутливість до коливань гідравлічних характеристик потоку води;</li> <li>- можливість повної автоматизації процесів;</li> <li>- швидкий вихід на номінальний режим роботи установки після введення її в дію;</li> <li>- можливість обробки усіх видів СВ.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Недоліки | <ul style="list-style-type: none"> <li>- високі будівельні та експлуатаційні витрати;</li> <li>- частка шламу, який утворюється – до (2...5) % від об'єму оброблених СВ;</li> <li>- необхідність частого виведення з дії для очищення пристроїв;</li> <li>- складність системи управління та контролю за роботою;</li> <li>- необхідність посиленої вентиляції;</li> <li>- токсичність хімічних реагентів;</li> <li>- потреба в хімічних реагентах та спеціальних електродах, що викликає додаткові експлуатаційні витрати;</li> <li>- інтенсивна корозія металу обладнання через роботу в агресивних середовищах;</li> <li>- необхідність постійної участі обслуговуючого персоналу для контролю за роботою ЗОСВ.</li> </ul> |

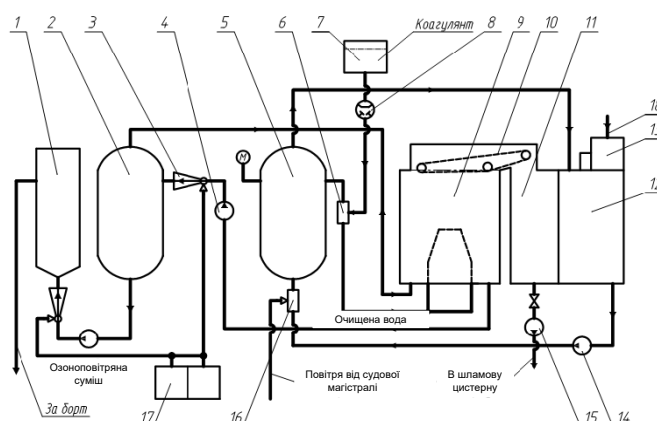


Рисунок 5 – Технологічна схема ЗОСВ зі станцією типу «Стік-150»:

1 - контактний пристрій; 2 - напірний фільтр; 3 - ежектор; 4 - насос; 5 - напірний танк; 6 - змішувач; 7 - видатковий бак коагулянту; 8 - насос-дозатор; 9 – флотаційний танк; 10 - транспортерна стрічка; 11 - шламовий танк; 12 - прийомний танк; 13 – фільтр грубого очищення; 14 - циркуляційний насос; 15 - шламовий насос; 16 - водо-повітряний змішувач; 17 - озонатор; 18 - прийомний трубопровід неочищених СВ.

Перший напрямок можна реалізувати збільшенням дози окислювачів, що вводяться у СВ на етапах обробки, або застосуванням каталізаторів. Він потребує підвищення продуктивності озонаторного агрегату, що буде означати роботи з його модернізації або повну заміну (що дорого та не завжди економічно ефективно). Однак, виходячи з аналізу застосовуваних схем ЗОСВ, поширені доочищення та знезаражування СВ ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ). Отже, додатковим джерелом озону в судових ЗОСВ можуть стати озоногенеруючі лампи УФВ.

Додатковий дезінфікат використовується в ЗОСВ при підготовці до пуску та технічного обслуговування. Найчастіше застосовуються активні хлор- або кисневмісні препарати. Спосіб не доцільний, оскільки вимагає збільшення запасів реагентів, що знижує автономність плавання судна.

Другим шляхом модернізації ЗОСВ у даний час є перспективний фізико-механічний спосіб обробки води - кавітацією.

Кавітація - процес зародження і схлопування пухирців газу (пари) у рідині при різкій зміні тиску в ній перед перешкодою.

Завдяки високій інтенсивності вібрації та температури в окремій краплі активно руйнуються органічні сполуки, колоїди, клітинні мембрани мікроорганізмів і навіть знищуються віруси [8]. У зв'язку з цим кавітаційну обробку можна використовувати як на стадії первинного очищення СВ, так і для їх доочищення та знезаражування [9].

Таким чином, подальші розробки з удосконалюванню суднових ЗОСВ доцільно вести в напрямку механічних та фізико-хімічних методів. Правильні послідовності технологічних прийомів обробки СВ дозволяють виключити недоліки окремих методів перевагами інших (синергетичний ефект), скоротити час обробки СВ, знизити енерговитрати та об'єм розхідних матеріалів (реагентів).

Технологія очищення НВ визначається насамперед вимогами, які застосовуються до глибини очищення. За міжнародними вимогами до складу ЗОНВ входять: збірна цистерна НВ; обладнання для перекачування та збору НВ; стандартні з'єднання для здачі НВ у позасудові прийомні пристрої; станція очищення НВ, що містить сепаратор, різні види фільтрів.

Принцип дії ЗОНВ, їх характеристики розглянуті в джерелах [2, 4]. Суднові сепаратори класифікуються за методом поділу на гравітаційні, флотаційні та відцентрові [10].

Гравітаційний спосіб очищення НВ економічний, простий і не трудомісткий при виконанні, однак не забезпечує стабільної якості. Як самостійний засіб не застосовується, служить для грубого очищення.

Найбільше поширення на судах одержали гравітаційні сепаратори.

Флотаційний сепаратор є доочистним пристроєм з концентрацією  $400 \text{ мг/дм}^3$  (НВ, вистояні не менш 4 год.), що вимагає для нормальної роботи флореагенту. Сепаратори відцентрового типу застосовуються на судах для очищення палива й мастила від води і механічних домішок. Накладення відцентрових сил може здійснюватися шляхом закручування потоку рідини, подаваної в нерухомий корпус (гідроциклони), або обертанням самого корпусу.

Одним з основних елементів ЗОНВ є коалесціючі фільтри. У якості такої речовини можуть бути використані: тверді, гранульовані матеріали (пісок, галька, полістирол та ін.); еластичні з відкритими порами (поліуретанова губка, поролон і ін.), волокнисті (вовна, бавовна, поліпропіленові волокна) [5], а також мембрани на основі целюлоз [10]. Широкому поширенню фільтрів цього типу сприяє простота. Істотним недоліком є обмежений ресурс. Найбільш поширені суднові коалесціючі фільтри, що забезпечують очищення до  $15 \text{ мг/л}$ .

Суднові ЗОНВ мають подібну технологічну схему - відстоювання, коалесценція та адсорбція. Принципова схема установки такого фільтра представлена на рис. 6 [5].

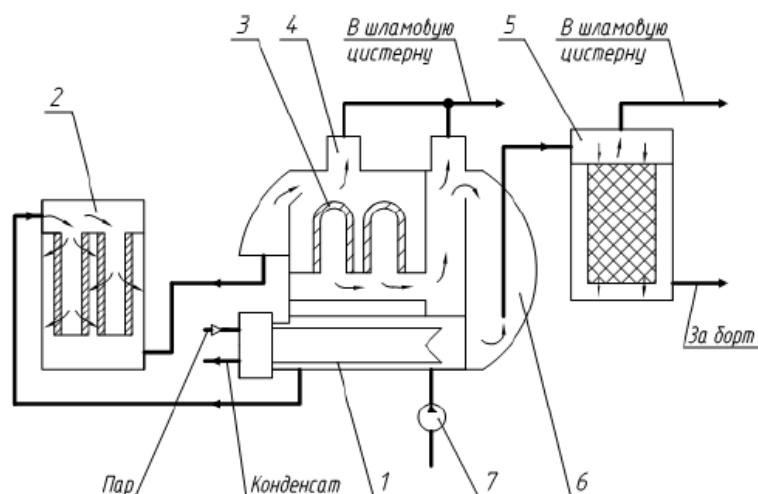


Рисунок 6 – Технологічна схема ЗОНВ для очищення НВ:

1 - паровий підігрівач, 2 - механічний фільтр, 3 - коалесцючі елементи, 4 - нафтозбірник, 5 - фільтр «ФНД-М», 6 - корпус сепаратора, 7 – насос

Другий шлях знищення НВ - спалювання в складі водо-паливної емульсії (ВПЕ). Дослідження довели можливість використання НВ як води для ВПЕ котлоагрегатів та інсенираторів.

Доцільне застосування такий ВПЕ для допоміжних котлоагрегатів на великих пасажирських та нафтоналивних судах, де час їх роботи складає до 50% від часу експлуатації головних двигунів. Частку води в такий ВПЕ можна підняти до 38%, що приведе до незначного зниження ККД котлоагрегату, але весь об'єм НВ зможе бути утилізований. Біохімічні ЗОНВ забезпечують більш глибоке очищення, однак процес обробки в них тривалий, крім того, вони мають потребу у додатковому матеріалі - біологічному мулі, що збільшує експлуатаційні витрати.

Таким чином, на даний час на судах внутрішнього та змішаного «ріка-море» плавання найбільш перспективними є ЗОНВ із фізико-хімічним методом обробки. Як реагент для знезаражування найчастіше застосовується озон. До його переваг також можна віднести ідентичність із ЗОСВ, що робить їх універсальними і створює передумови для об'єднання, як уже було відзначено вище.

Крім того, усі сучасні суднові ЗОНВ представляє собою вартісне та енергоємне обладнання, використання якого на річкових судах у більшості випадків економічно не виправдано.

Конструкції обладнання для очищення БВ складаються з блоків фільтрації та знезаражування УФВ, або активним реагентом. Часто в сполученні з хімічною обробкою застосовується електроліз та інші способи.

Принципові схеми типових установок «Peraclean Ocean» та «TG Ballastcleaner» представлені на рис. 7 та 8.

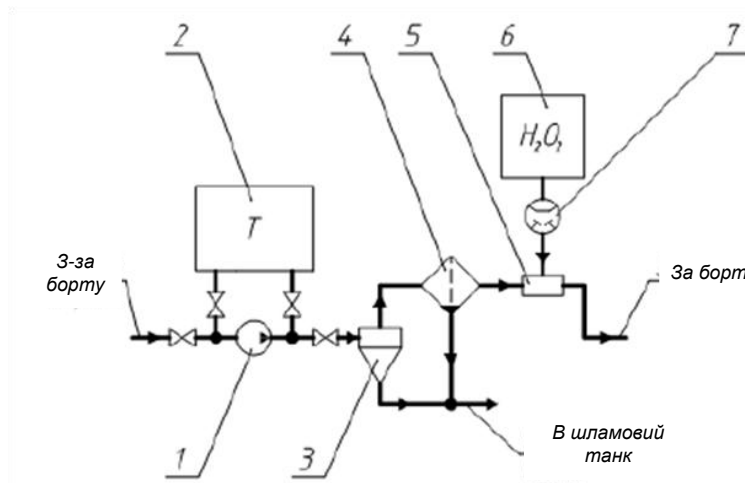


Рисунок 7 – Технологічна схема системи «Peraclean Ocean»:

1 - насос баластовий; 2 - танки баластові; 3 - гідроциклонний модуль; 4 – фільтр самоочисний; 5 - змішувач-дозатор; 6 - розхідна ємність пероксида водню; 7 - насос-дозатор.

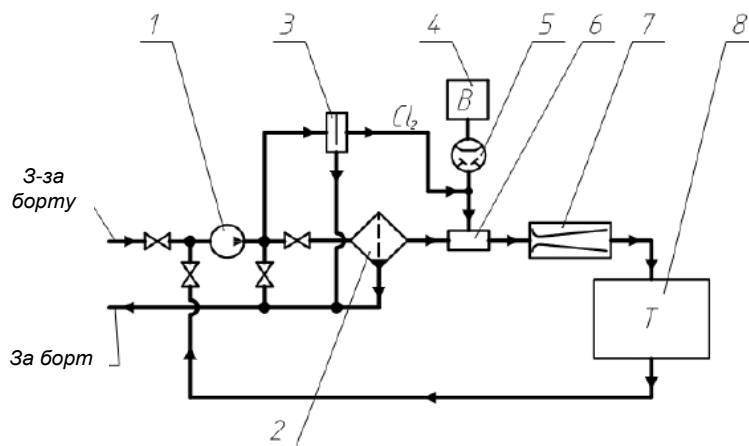


Рисунок 8 – Технологічна схема системи «TG Ballastcleaner»:

1 - насос баластовий; 2 - фільтр самоочисний; 3 - електролизер; 4 – видаткова ємність борсвмісного препарату; 5 - насос-дозатор; 6 - змішувач; 7 - кавітатор (труба Вентурі);  
8 - танки баластові.

Схема, представлена на рис. 9 є більш ефективною та перспективною у зв'язку з застосуванням багатоступінчастого очищення та ефективного знезаражування БВ, відсутністю постійної потреби в хімічних реагентах (хлорвмісний препарат одержують електролізом морської води).

Слід зазначити, що в даний час ще немає досить ефективних і економічних систем. Так, механічна обробка шляхом сепарування або фільтрування тривала, не забезпечує відділення мікроорганізмів, необхідні видалення і знешкодження осаду.

Фізичний вплив УФВ, ультразвук, нагрівання небезпечні для екіпажа та екосистем, викликають корозію, енергозатратні, а крім того – не гарантують знищення патогенних організмів [11].

Застосування хімікатів також містить ряд проблем: ризик для здоров'я екіпажа, корозія елементів баластової системи, забруднення навколишнього середовища в результаті скидання БВ, необхідність запасів реагентів на борту.

Активні живі організми (при біологічному впливі) на борті судна потенційно небезпечні для екіпажа, а їхнє скидання з БВ може привести навіть до гірших наслідків, ніж внесення випадкової флори та фауни.

В якості основних напрямків розробки систем обробки БВ можна рекомендувати комплексну фізико-механічну обробку з хімічним знезаражуванням. Доцільно застосовувати ті способи, що не утворюють осадів на борті судна, енергоефективні та маловитратні - електроліз, фільтрація, кавітація.

На практиці є два основних способи вирішення проблеми харчових відходів [5]: накопичення та наступна їх передача на берег або обробка й знищення безпосередньо на борті судна.

На ряді судів застосовується дроблення пристроєм змільчування, установленим на камбузі, після чого роздрібнені відходи направляються в збірну цистерну СВ. Дробленню підлягають усі харчові відходи, крім кісток [5]. Відомий спосіб [12], що полягає в перетворенні харчових відходів у суміш, близьку по складу до СВ, її термічної обробки і знезаражування.

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду по роботі з харчовими відходами показав, що такі способи як біообробка, компостування, піроліз, хімічна обробка в судових умовах внутрішніх водних шляхів не застосовуються за технологічними або економічними критеріями [12].

Виникають труднощі й при передачі харчових відходів на берег, тому що не всі порти мають налагоджену систему прийому даних відходів з наступним їх знезаражуванням (особливо при необхідності їх вивозу за межі підприємства). Крім того, обов'язкове промивання контейнерів містить необхідність очищення та знезаражування забруднених вод [5].

У світовій практиці склалися основні шляхи рішення проблеми запобігання забруднення водойм сміттям [5]: накопичення відходів та їх передача на берег, скидання в дозволеному районі, утилізація на борті судна.

Перший спосіб одержав найбільше поширення. При цьому на судні необхідні тільки контейнери а, у деяких випадках, преси. Пресування, як спосіб обробки відходів, дозволяє скоротити об'єм будь-яких видів твердих відходів приблизно в (8...10) разів. До недоліків способу варто віднести необхідність у приміщеннях для збереження спресованих відходів та обов'язкове їх знезаражування.

Для обробки твердих побутових відходів застосовують змільчувачі. Однак вони поширення не отримали, оскільки на внутрішніх водоймах та у прибережних зонах скидання будь-яких твердих відходів заборонено.

Процес спалювання в інсинераторах розділяють на етапи: попереднє висушування та саме спалювання. У сучасних конструкціях висушування здійснюється в топці інсинератора при температурі не менш 500 °С.

Спалювання виконується за принципом піролізу [5]. Для знищення негорючих відходів підвищеної вологості і низкою теплотворної використовується метод спалювання в киплячому прошарку.

Розроблений агрегат, що наведений на рис. 9 відноситься до зразків обладнання, яке поєднує водогрійний котел та інсинератор, що дозволяє використовувати відходи як паливо.

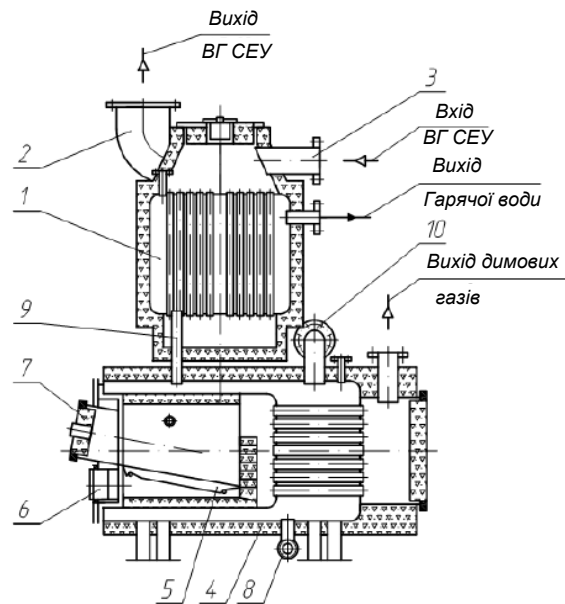


Рисунок 9 – Комбінований котел для переробки твердих відходів:

1 - утилізаційна газотрубна частина, 2 - патрубок відводу ВГ СЕУ, 3 - патрубок підведення ВГ СЕУ, 4 - інсинераторна газотрубна частина, 5 - колосникові ґрати, 6 - люк вивантаження золи, 7 - люк завантаження твердих відходів, 8 - патрубок води, що нагрівається, 9 - переливна труба; 10 - патрубок нагрітої води.

Таким чином, найбільш раціональним у даний час способом переробки та утилізації твердих відходів є термічний, реалізований за допомогою їх спалювання в судових печах-інсинераторах та комбінованих котлоагрегатах.

**Висновки.** На сьогоднішній день існують фрагментарні елементи очищення відходів, які утворюються на судні в процесі рейсу. Однак відсутні комплексні рішення даної проблеми. Особливо гостро стоїть проблема очищення СВ та НВ. Подальші дослідження в магістерській роботі спрямовані на розробку моделей та методів проектування судових систем для суден комплексної переробки відходів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Волошин В.П. Охрана морской среды: учеб. пособие для ВУЗов / В.П. Волошин. – Л.: Судостроение, 1987. – 208 с.
2. Абдулліев И.М., Малахов И.А. Водоподготовка на ТЭС при использовании городских сточных вод / И.М. Абдулліев, И.А. Малахов и др. – М.: Энергоиздат, 1988. – 632 с; ил.
3. Абрамов В.О., Гехман А.Е. и др. Озоно-ультразвуковая обработка сточных вод / В.О. Абрамов, А.Е. Гехман // Вода и экология. Тез. докл. IV Международный конгресс. – М: «СИБИКО Интернэшнл», 2000. – С. 463-464.
4. Акулов К.М. Гигиенические критерии оценки доочищенных городских сточных вод, используемых в техническом водоснабжении / К.М. Акулов, М.В. Богданов и др. // Гигиена и санитария. - 1983. - № 5. – С. 25-27.

5. Алексеев С.Е. Озонирование в технологии очистки сточных вод / С.Е. Алексеев // Озон и другие чистые окислители. Наука и технологии: Материалы 23-го Всероссийского семинара / Под ред. В.В. Лунина, В.Г. Самойловича и С.Н. Ткаченко – М.:МГУ, 2002. – С.38-50.
6. Астафьев Н.А. Балластные воды — под контроль! / Н.А. Астафьев // Волго-Невский проспект. – 2007. – Май - № 9. – С. 3.
7. Зеликов Е.Н. Повышение надежности пароперегревателей котлов ТЭС для сжигания твердых бытовых отходов: автореф. дисс.... канд. техн. наук: 05.14.14 / Зеликов Евгений Николаевич – М., 2008 – 28 с.
8. Бугин К.Л., Иванов Л.В. Устройства для обеззараживания в портах пищевых отходов и сточных вод судов заграничного плавания / К.Л. Бугин, Л.В. Иванов // Предотвращение загрязнений морской среды: Экспресс. информ. - Вып. 1 (36). – М.: ЦБНТИ Мор. трансп., 1982. – 68 с.
9. Богатых С.А. Комплексная обработка воздуха в пенных аппаратах / С.А. Богатых - Л.: Судостроение, 1964. – 316 с.
10. Валиулин С.С. Разработка комбинированного фильтра-сепаратора для судовой энергетической установки и основ его проектирования: автореф. дисс.... канд. техн. наук: 05.08.03 / Валиулин Сергей Сергеевич – Н.Новгород, 2012. – 22 с.
11. Бумага индикаторная для определения кишечной палочки в молоке, молочных продуктах и смывах с оборудования: ТУ 6-09-1-85 – Введ. 01.09.1985 - М.:Стандартинформ, 2000. – 18 с.
12. Бут Д.А. Накопители энергии: учеб. пособие для ВУЗов / Д.А. Бут, Б.Л. Алиевский, С.Р. Мизюрин, П.В. Васюкевич; под ред. Д.А. Бута. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.

## REFERENCES

1. Voloshin VP Protection of the marine environment: textbook. manual for universities / VP Волошин. - L. : Shipbuilding, 1987. - 208 p.
2. Abdulliev IM, Malakhov IA Water treatment at thermal power plants using urban wastewater / IM Абдуллин, И.А. Malakhov et al. - M. : Energoizdat, 1988. - 632 p. ; ill.
3. Abramov VO, Gehman AE etc. Ozone-ultrasonic treatment of wastewater / V.O. Abramov, A.E. Gehman // Water and ecology. Thesis. report IV International Congress. - M: SIBIKO International, 2000. - P. 463-464.
4. Akulov KM Hygienic criteria for the assessment of treated urban wastewater used in technical water supply / К.М. Акулов, М.В. Bogdanov et al. // Hygiene and sanitation. - 1983. - № 5. - P. 25-27.
5. Alekseev SE Ozonation in wastewater treatment technology / S.E. Alekseev // Ozone and other pure oxidants. Science and Technology: Proceedings of the 23rd All-Russian Seminar / Ed. V.V. Лунина, В.Г. Samoilovich and SN Tkachenko - M. : MSU, 2002. - P.38-50.
6. Astafyev NA Ballast water - under control! / N.A. Astafiev // Volga-Nevisky Prospekt. - 2007. - May - № 9. - P. 3.
7. Zelikov EN Improving the reliability of superheaters of thermal power plant boilers for solid waste incineration: author's ref. diss.... Cand. tech. Sciences: 05.14.14 / Zelikov Evgeniy Nikolaevich - M., 2008 - 28 p.
8. Bugin KL, Ivanov LV Devices for decontamination in ports of food waste and sewage of ships abroad / K.L. Bugin, L.V. Ivanov // Prevention of marine pollution: Express. inform. - Issue. 1 (36). - M. : CBNTI Mor. transp., 1982. - 68 p.
9. Rich SA Complex air treatment in foam devices / S.A. Bogatykh - L. : Shipbuilding, 1964. - 316 p.

10. Valiulin S.S. Development of a combined filter-separator for a ship power plant and the basics of its design: author's ref. diss.... candidate tech. Sciences: 05.08.03 / Valiulin Sergey Sergeevich - N.Novgorod, 2012. - 22 p.

11. Indicator paper for determination of Escherichia coli in milk, dairy products and washes from the equipment: TU 6-09-1-85 - Vved. 01.09.1985 - M.: Standardinform, 2000. - 18 p.

12. Booth D.A. Energy storage: textbook. allowance for universities / D.A. Booth, B.L. Алиевский, С.Р. Mizyurin, P.V. Васюкевич; under ed. D.A. Buta. - M.: Energoatomizdat, 1991. - 400 p.

**Boyko S.O., Gurenkova O.V.**

## **RESEARCH AND MONITORING OF TECHNOLOGICAL SCHEMES SHIP WASTE PROCESSING SYSTEMS**

*The operation of vessels is directly related to the emergence and solution of the problem of environmental protection and ensuring compliance of pollutant emissions with modern regulatory requirements.*

*The increase observed in recent years in the carriage of goods by shipping companies leads to an increase in the amount of harmful emissions and discharges of waste from ships into the environment. This is due not only to the desire of shipowners to reduce the cost of servicing the fleet, but also to the imperfection of the system itself.*

*The current system of integrated fleet services is complex, multicomponent and geographically tied, which leads to unjustified downtime, the cost of intermediate operations of waste transportation, and ultimately to high financial costs and loss of profits by shipowners. The equipment of processing certain types of waste in operation on a number of vessels does not always ensure compliance with the requirements of environmental protection from pollution by vessels.*

*Therefore, as an optimal solution to the problem of ship waste, we can recommend the use of modern autonomous ships for integrated waste processing. Their application is relevant and can eliminate the main shortcomings of the existing system of integrated fleet services: mobility, maintenance of any navigable area, maximum efficiency, no need to design capital structures, low construction and operation costs.*

*The applied systems of processing of separate types of waste, combined in complexes, will be able to provide high quality of clearing, meeting not only existing, but perspective requirements of the nature protection legislation.*

*According to the results of the research, theoretical approaches to the design of systems of vessels of complex waste processing on the basis of the complex approach to the solution of the problem of ship waste in the system of complex service of fleet are created. Promising technological schemes and the general structure of vessels of complex processing of waste are proved.*

**Key words:** ship waste, ship, ecology, processing, purification, ship waters.