МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

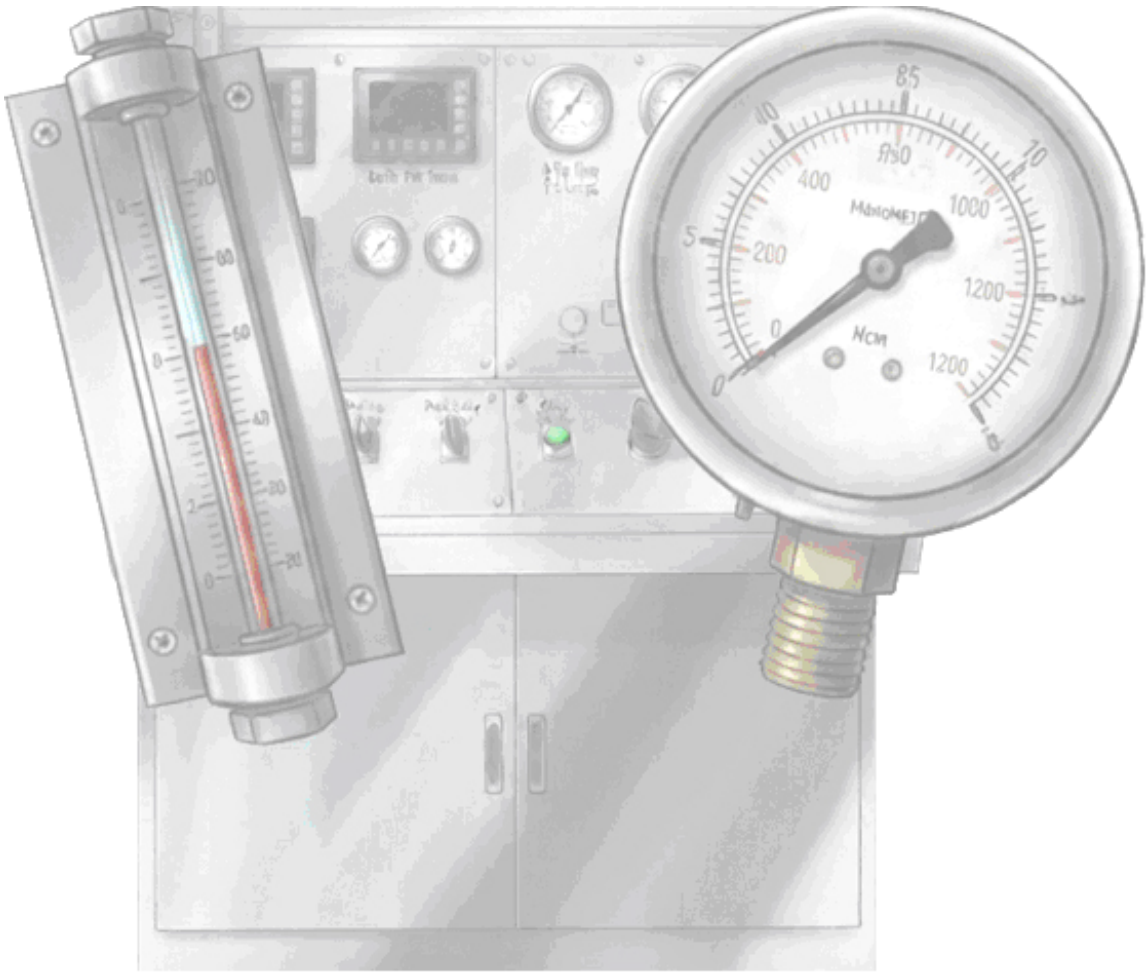
Кафедра «Суднові енергетичні системи і комплекси» (СЕСК)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Суднові котельні установки»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРОВИХ КОТЛІВ»



Одеса 2026

Методичні вказівки до лабораторних робіт підготували: к.т.н., професор Соломатін Сергій Якович, ст. викладач Клінаєв Юрій Васильович та ст. викладач Сторчак Олександр Олександрович кафедри Суднові енергетичні системи і комплекси» Одеського національного морського університету для студентів денної (очної) та заочної форм навчання.

Методичні вказівки укладено відповідно до освітньо-професійної програми «Експлуатація суднових енергетичних установок» спеціальності J5 «Морський та внутрішній водний транспорт» (спеціалізація J5.02 «Управління судновими технічними системами і комплексами») та освітньо-професійної програми «Суднові енергетичні установки (проектування, виробництво, експлуатація і ремонт)» спеціальності G11 «Енергетичне машинобудування».

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Суднові котельні установки» схвалено на засіданні кафедри суднових енергетичних систем і комплексів ОНМУ (протокол № 25 від 01.06.2026 р.).

Рецензент: доктор технічних наук, доцент, професор кафедри «Суднові енергетичні системи і комплекси» В.П. Мальчевський.

©СЕСК, ОНМУ 2026 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 3
1 ПІДГОТОВКА І ВВЕДЕННЯ В ДІЮ ПАРОВОГО КОТЛА..... 4
2 ОБСЛУГОВУВАННЯ КОТЛА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ…… 5
3 ВИВІД З ДІЇ ТА ПОСТАНОВКА КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ …….... 7
4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ……8
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... 8

ВСТУП

Безперебійна робота судової енергетичної установки багато в чому визначається станом і надійністю суднових парових та водогрійних котлів. Ефективна експлуатація цього складного теплотехнічного обладнання вимагає від обслуговуючого персоналу глибоких теоретичних знань та чіткого практичного дотримання нормативних вимог на всіх етапах життєвого циклу агрегату.

Будь-який котел під час своєї експлуатації проходить кілька ключових етапів: від ретельної перевірки перед пуском і стабільного ведення робочого режиму до безпечного виведення з дії та тривалого зберігання. Порушення технологічних регламентів на будь-якій із цих стадій може призвести до серйозних аварій, теплових деформацій металу, інтенсивного накипоутворення чи прискореної корозії внутрішніх поверхонь.

Особливістю обслуговування суднових котлів є необхідність врахування специфіки їх взаємодії з іншими судновими системами (зокрема, системами що обслуговують головну енергетичну установку), підтримання жорсткого водного режиму та оперативного реагування на будь-які відхилення робочих параметрів. Метою цієї роботи є вивчення базових принципів, інструкцій та послідовності дій, спрямованих на забезпечення безаварійної, економічної та довготривалої експлуатації парових котлів в умовах сучасної морської практики.

Освоєння цих процесів майбутніми судновими механіками має першочергове значення для формування професійних навичок з управління судновими енергетичними комплексами.

Виконання лабораторних робіт дає змогу закріпити теоретичні положення та напрацювати алгоритми практичних дій, необхідних для успішної експлуатації котлоагрегатів у реальних умовах морського рейсу.

1 ПІДГОТОВКА І ВВЕДЕННЯ В ДІЮ ПАРОВОГО КОТЛА

Перед введенням парового котла в дію необхідно провести ретельний огляд, переконатися у відсутності сторонніх предметів і видимих пошкоджень. Потрібно перевірити, чи немає палива в топці, чи встановлені пломби на запобіжному клапані та контрольно-вимірювальних приладах. Далі слід перевірити («розробити») приводи арматури, підготувати живильну та паливну системи, вентилятор; заповнити котел водою та підігріти паливо у видаткових баках і цистернах основного запасу до відповідних температур.

Одночасно з підготовкою котла готують до дії систему автоматичного регулювання та управління. Для цього здійснюють зовнішній огляд і перемикають керування в автоматичний режим, якщо до цього регулятори та їхні керуючі пристрої перебували в положенні «Ручне керування». Далі вмикають електроживлення, відкривають клапани на зливних і напірних лініях усіх регуляторів, подають робочу рідину, перевіряють тиск у системі, плавність ходу та відсутність заїдань поршнів серводвигунів і регулюючих клапанів. За шкалою покажчиків слід переконатися, що клапани повністю відкриваються та закриваються.

Пуск повністю автоматизованих котлоагрегатів типів КАВ, КВА, КОАВ та інших здійснюється натисканням відповідних кнопок або перемиканням тумблерів. При цьому всі пускові операції виконуються автоматично в наступній послідовності:

1) Відкрити всі шибери і засувки димоходу котла.

2) Встановити рівень води у пароводяному колекторі на мінімальноми рівні.

3) Відкрити повітряний клапан на пароводяному колекторі.

4) Запустити котельний вентилятор та вентилювати топку протягом до 5 хв (за інструкцією) з метою усунення з топкового простору випарів палива.

5) Ввести в дію паливний насос, подати паливо до форсунки. Розвести горіння паливо-повітряної суміші за допомогою електрозапалювального пристрою.

6) Вода, підігріваючись від димових газів розширюється, починається процес випаровування. Пара витісняє повітря з пароводяного колектора і через деякий час з відкритого повітряного клапана піде насичена пара. Після цього повітряний клапан слід закрити.

7) Під час підвищення тиску пари слід стежити за показаннями манометрів, а також продути водовказівні прилади. Рівень води на обох покажчиках рівня води повинен бути однаковим.

8) Після досягнення робочого тиску перевіряють дію запобіжних клапанів за допомогою ручного приводу.

9) Котел підключають до парової магістралі плавним відкриттям головного стопорного клапана.

Під час ручного обслуговування всі пускові операції виконують у тій самій послідовності, що й в автоматичному.

2 ОБСЛУГОВУВАННЯ КОТЛА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Під час контрольного огляду котла, який повинен проводитися не рідше одного разу за вахту, перевіряють показання манометрів, термометрів і водовказівних приладів. Рівень води у пароводяному колекторі встановлюють на середньому (експлуатаційному) рівні.

Інструкцією з обслуговування передбачається перевірка якості горіння за кольором димових газів на виході з димової труби, контроль за роботою елементів автоматики, арматури й обслуговуючих механізмів, продування манометрів, а також виконання контрольних і робочих операцій для підтримання водного режиму.

Особливу увагу під час обслуговування працюючого котла слід приділяти підтриманню рівня води, справності водовказівних приладів (для чого їх треба періодично продувати), запобіжних клапанів (їх потрібно регулярно, не рідше ніж один раз на місяць, підривати вручну) та якості горіння. У разі погіршення якості регулювання (значні коливання рівня води, тиску пари, утворення чорного диму тощо) необхідно перевірити роботу регуляторів системи автоматичного керування роботою котла.

Великий вплив на надійність, економічність і термін служби котла справляє водний режим, тому потрібне суворе його дотримання. Необхідно стежити за якістю котлової, живильної та додаткової води й не допускати відхилень від встановлених норм. Верхня та нижня продувка виконується у повній відповідності до інструкції.

Верхня продувка котла призначена для видалення з поверхні води у барабані плавучого шламу, завислих частинок, накипоутворювачів, піни та масляних плівок (якщо вони туди потрапили), які погіршують якість води і чистоту виробленої пари.

Порядок виконання верхньої продувки:

1. Повідомити вахтового механіка та погодити проведення операції з постачанням пари.

2. Перевірити рівень води в котлі за водовказівним приладом (він повинен бути трохи вище нормального робочого рівня, оскільки під час продувки рівень тимчасово знизиться).

3. Переконатися, що тиск у котлі стабільний і знаходиться в робочих межах.

4. Поступово відкрити попередній (розвантажувальний) або розривний запірний орган на лінії верхньої продувки, щоб запобігти гідравлічним ударам і перепаду температур.

5. Повільно й плавно повністю відкрити основний клапан верхньої продувки.

6. Контролювати рівень води за допомогою водовказівної колонки протягом усього часу продувки.

7. Завершити продувку, плавно закривши спершу основний, а потім запірний клапан на лінії випуску.

Важливо до мінімуму скоротити витоки пари й конденсату, стежити за щільністю всіх з'єднань, а у разі виявлення протікань негайно їх усувати.

Нижня продувка призначена для видалення з нижніх колекторів, екранів і водяного простору котла осадів шламу, осадженого мулу та продуктів корозії. Процедуру проводять регулярно відповідно до інструкції судна та результатів аналізу котлової води.

Порядок виконання нижньої продувки:

1. Повідомити вахтового механіка про початок робіт і узгодити час (нижню продувку зазвичай виконують під час стабільної роботи котла при невеликому навантаженні або перед розпалюванням).

2. Підняти рівень води в котлі до верхньої межі робочого рівня за водовказівним приладом, оскільки під час продувки вода інтенсивно видаляється.

3. Переконатися, що лінія продувки та арматура спрацьовують справно.

4. Порядок відкриття арматури:

Важливо: для запобігання гідравлічним ударам та руйнуванню ущільнень арматури завжди застосовують схему з послідовним розташуванням двох клапанів – нешвидкодіючого (запірного) та швидкодіючого (спускового).

а) Повільно відкрити запірний (розвантажувальний) клапан нижньої продувки на один-два оберти.

б) Плавно відкрити спусковий (швидкодіючий або секторний) клапан для початку випуску води та шламу з нижніх точок продувки котла.

в) Тривалість відкриття спускового клапана зазвичай становить від кількох секунд до пів хвилини (згідно з місцевою інструкцією), щоб не допустити різкого падіння рівня води та переохолодження металу елементів котла.

5. Неперервно спостерігати за рівнем води за водовказівними приладами котла. У разі різкого зниження рівня і наближення до мінімально допустимого – негайно припинити продувку.

6. Закрити спершу швидкодіючий (спусковий) клапан, а потім плавно закрити запірний клапан.

7. Перевірити стан арматури та переконатися в повному закритті (відсутності нагріву ділянки труби за клапанами, що свідчить про наявність протікання).

8. Зафіксувати проведення нижньої продувки в судновому машинному журналі.

Під час експлуатації утилізаційних та комбінованих котлів необхідно враховувати особливості їхньої спільної роботи з головним двигуном. Якщо в утилізаційному котлі є обвідний газохід для регулювання його продуктивності, перед пуском слід перевірити положення заслінки та плавність роботи приводу. Пуск циркуляційних насосів рекомендується виконувати після запуску двигуна.

Оскільки під час пуску двигуна можливе закидання масла й палива до приймальної камери котла, необхідно не рідше одного разу на добу

відкривати спеціальні дренажні пристрої. Слід систематично видаляти сажу та відкладення з приймальних камер і поверхні нагріву.

Очищення від сажі, гудрону та накипу можна проводити під час роботи двигуна шляхом осушення труб та прожарювання їх випускними газами протягом від 1 до 2 годин.

3 ВИВІД З ДІЇ ТА ПОСТАНОВКА КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА ЗБЕРІГАННЯ

Перед виведенням парового котла з дії потрібно перевести його управління на «ручне», очистити поверхні нагріву за допомогою сажообдувальних пристроїв, зробити верхнє продування, переключити форсунки на розпалювальне паливо (якщо є така система) і послідовно їх вимкнути, після чого закриваються заслінки повітронапрямних пристроїв. Паромеханічні форсунки потрібно продути паром після припинення подачі палива.

Виведення котла з дії відбувається при верхньому рівні води в пароводяному колекторі.

Подальші дії залежать від виду зберігання котла, «сухим» або «мокрим». У будь-якому випадку тривалість і порядок охолодження котельної установки та видалення з нього води (при «сухому» зберіганні) повинні суворо відповідати інструкції.

В автоматизованих котельних установках передбачено екстрену зупинку. Для цього достатньо головний вимикач поставити в положення «вимкнено» або натиснути кнопку «Стоп».

«Мокре» зберігання котла триває до 30 діб. «Сухе» зберігання дозволяє забезпечити збереження котла до двох років.

При «мокрому» зберіганні весь пароводяний простір ПК, включаючи економайзер і пароперегрівач, повністю заповнюється водою з одночасним введенням хімічних реагентів: тринатрійфосфату, нітрату натрію, для створення захисної плівки, що запобігає розвитку корозії.

Висока якість зберігання досягається введенням у воду гідразину (N_2H_4), концентрацію якого підтримують у межах від 160 до 180 мг/кг. Гідразин застосовується як антикорозійний агент у випадках, коли корозія пов'язана з поглинанням кисню. Його додають у воду для захисту від корозії теплосилового обладнання та нафтоналивних танкерів. Поповнення котла водою внаслідок можливих витоків у процесі зберігання здійснюється з бачка, який розташований вище парового котла на 1-2 м. Досвід «мокрого» зберігання за описаним вище методом дає цілком задовільні результати і при більш тривалих термінах.

Тримати недіючий котельний агрегат, заповнений водою до робочого рівня, дозволяється не більше доби з моменту виведення його з дії.

При підготовці котельної установки до «сухого» зберігання його треба ретельно просушити теплим повітрям від калорифера, або за допомогою жаровень з вугіллям, що горить, або простим вентилюванням. Після цього

всередину котла на листи закладають негашене вапно і хлористий кальцій у дозах відповідно 2 кг і 0,5 кг на 1 $м^3$ внутрішнього об'єму парового котла (застосовують інші вологопоглиначі, наприклад силікагель). Потім котельну установку ретельно герметизують.

4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1) З якою метою відкривають повітряний клапан при введенні котла в дію?
2) Скільки запобіжних клапанів встановлено на пароводяному колекторі?
3) З якою метою вентилюють топку котла перед пуском?
4) На якому рівні води в пароводяному колекторі здійснюють пуск котла?
5) Який рівень води в пароводяному колекторі підтримують при експлуатації?
6) На якому рівні води в пароводяному колекторі здійснюють вивід котельної установки з дії?
7) Які види зберігання котла Вам відомі? Поясніть їх суть

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Сторчак О. О. Суднові котельні установки : конспект лекцій для студентів спеціальностей «Морський та внутрішній водний транспорт» і «Енергетичне машинобудування». Одеса : ОНМУ, 2026. 188 с.

2 Кузнецов В.В., Кузнецова С.А., Мовчан С.М., Соломонюк Д.М. Утилізаційні котлигазотурбінних установок: навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2011. 248 с.

3 Суднові котельні установки та їх експлуатація : методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» / О. А. Єпіфанов, Б. В. Димо, П. А. Пацурковський, О. К. Чередніченко ; Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – Миколаїв : НУК, 2022. 143 с.

4 Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів : НПАОП 0.00-1.26-96. Київ : Держнаглядохоронпраці, 1996. 112 с.