

Дакі О.А., Якусевич Ю.Г., Ліганенко В.В., Тришин В.В.

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА СУЧАСНИХ НАФТОНАЛИВНИХ СУДНАХ І ГАЗОВОЗАХ

Система кондиціювання та охолодження повітря призначена для штучної обробки повітря, подачі його в приміщення судна з метою забезпечення та підтримки в них комфортних параметрів повітряного середовища (температури, вологості, рухомості, газового складу). Система кондиціювання обслуговує житлові, загальні, медичні та службові приміщення з тривалим часом перебування членів екіпажу. Система кондиціювання та охолодження повітря не лише забезпечує комфортне перебування екіпажу на судні, але й для нафтоналивних суден і газозовів забезпечує видалення шкідливих домішок, очищення повітря. Дана система потребує контролю з боку судноводія, отже необхідна розробка відповідної моделі. Системи вентиляції є розгалуженими судновими системами, що складаються з різноманітного, в тому числі і великогабаритного, обладнання. Їх проектування тісно пов'язане з плануванням загального розташування суднових приміщень, а в ряді випадків впливає на архітектуру судна в цілому.

До складу системи вентиляції входять: електровентилятори (осьові і відцентрові), повітряприймальні та повітрярозподільні пристрої, запірно-перемикаюча арматура, глушники шуму, теплообмінні апарати і трубопроводи. Проектування цих систем здійснюють з урахуванням специфічних особливостей судна, його енергетичної установки і заданого району плавання. Вибір типу вентиляції залежить від призначення приміщень, а також від призначення і типу судна, його енергетичних можливостей. Різні суднові приміщення в залежності від часу перебування в них людей, кількості тепла, шкідливих газів і специфічних запахів, які можуть виділяти встановлені в них механізми і системи, обладнають тим чи іншим типом вентиляції. Від правильного розміщення пристроїв для прийому і викиду повітря, цих пристроїв багато в чому залежить ефективність роботи систем вентиляції.

Ключові слова: *модель, кондиціонування, охолодження, суднові системи, система вентиляції*

Постановка проблеми. Система кондиціювання та охолодження повітря призначена для штучної обробки повітря, подачі його в приміщення судна з метою забезпечення та підтримки в них комфортних параметрів повітряного середовища (температури, вологості, рухомості, газового складу).

Система кондиціювання обслуговує житлові, загальні, медичні та службові приміщення з тривалим часом перебування членів екіпажу. Система кондиціювання та охолодження повітря не лише забезпечує комфортне перебування екіпажу на судні, але й для нафтоналивних суден і газозовів забезпечує видалення шкідливих домішок, очищення повітря.

Дана система потребує контролю з боку судноводія, отже необхідна розробка відповідної моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемами побудови ефективних суднових систем, в тому числі і систем кондиціювання та охолодження повітря, а також їх автоматизації займалися вітчизняні та закордонні вчені, такі як Басін А.М.,

Вагущенко Л.Л., Матвеев Ю.И., Сазонов А.С., Чиркова М.М., Фейгин І.А., Федосенко Ю.С., Сахаров В.В.

Мета дослідження є розробка моделі системи кондиціонування та охолодження повітря на сучасних нафтоналивних судах і газозовах.

Основні результати дослідження. Суднові приміщення, в яких можливе виділення шкідливих для організму газів, специфічних запахів та інших домішок, обладнують автономними системами припливно-витяжної вентиляції. До таких приміщень належать медичні, продовольчо-харчові та продовольчі комори, акумуляторні (окремо для кислотних і лужних акумуляторів), насосні відділення нафтоналивних суден і газозовів, виробничі приміщення рибодобувних та рибообробних суден, приміщення рефрижераторних машин, майстерні для ремонту паливної апаратури, зварювальні майстерні і станції вуглекислотного та рідинного хімічного гасіння [1].

Системи вентиляції можуть бути штучними, природними і комбінованими. Вибір типу вентиляції залежить від призначення приміщень, а також від призначення і типу судна, його енергетичних можливостей. На судах великої водотоннажності застосовують, як правило, штучну вентиляцію, для суден валовою місткістю менше 5 000 р.т. допускається тільки природна вентиляція.

За умови виключення можливості поширення шкідливих газів і запахів з одного приміщення в інше допускається об'єднувати в загальну витяжну вентиляційну систему такі приміщення: громадські, санітарно-гігієнічні, санітарно-господарські, службові, комори суднового постачання, господарські комори та інші приміщення загального призначення.

Приплив повітря в приміщення суспільні, службові, санітарно-гігієнічні, господарські, комори суднового постачання та господарські здійснюється природним шляхом з коридорів через решітки або сітки, що встановлюються в нижній частині дверей або перегородок. При наявності на судні системи кондиціонування повітря приплив у службові та житлові приміщення може здійснюватися від цієї системи.

У загальну припливну вентиляційну систему допускається об'єднувати такі приміщення: житлові, громадські та службові.

Видалення повітря з громадських приміщень з кількістю місць більше 12 здійснюється штучним шляхом через решітки або сітки, встановлені на витяжному трубопроводі, в інших випадках природним шляхом у коридори через решітки або сітки, встановлені в нижній частині дверей або перегородок. Не допускається видалення повітря у коридори і тамбури з приміщень, в яких є джерела неприємних запахів, шкідливих домішок і газів.

Якщо приміщення обладнують природною вентиляцією, то її виконують окремою для кожного приміщення. Канали природної вентиляції прокладають у вигляді вертикальних стояків без вигинів. Допускається не більше одного загину під кутом до 30°, з радіусом загину не менше 1,5 діаметра умовного проходу труби. Для кожного приміщення встановлюють як мінімум два канали, що закінчуються зовні витяжними пристроями, а всередині приміщень – вентиляційними сітками. Канали розташовують на можливо більшій відстані один від іншого для ефективного вентилявання всього об'єму приміщення. Якщо приміщення розташовані на відкритих палубах або примикають до коридорів і тамбурів, які мають відкриті отвори на палуби, то один з каналів рекомендується замінювати вентиляційної кришкою.

Тип вентиляції і подачі повітря. Різні суднові приміщення в залежності від часу перебування в них людей, кількості тепла, шкідливих газів і специфічних запахів, які можуть виділяти встановлені в них механізми і системи, обладнують тим чи іншим типом вентиляції.

Після виконання розрахунків щодо визначення необхідної кількості припливного і витяжного повітря перевіряють баланс між припливом і витяжкою. З цією метою підсумовують кількість повітря, що надходить у коридори і видаляються з коридорів.

Якщо при цьому виявляється дисбаланс, то коридори обладнають природною вентиляцією.

Пристрої для прийому і викиду повітря. Від правильного розміщення цих пристроїв багато в чому залежить ефективність роботи систем вентиляції.

Машинно-котельня вентиляція призначається для створення і підтримки заданих умов повітряного середовища в машинних приміщеннях (різниця температур, рухливості і газового складу повітря), а також для забезпечення роботи механізмів, які споживають повітря.

Системами вентиляції обладнують такі приміщення: машинні відділення з дизельними, паротурбінними і газотурбінними установками; головні і допоміжні котельні відділення, центральні пости управління енергетичними установками, шумоізолюючі вигородки дизелів, приміщення гребних електродвигунів, коридори валопроводів, допоміжні приміщення в обсязі енергетичних установок (майстерні, приміщення ремонту паливної апаратури, приміщення сепараторів, механічні та електротехнічні комори тощо).

До складу системи вентиляції входять: електровентилятори (осьові і відцентрові), повітряприймні і повітрярозподільні пристрої, запірно-перемикаюча арматура, глушники шуму, теплообмінні апарати і трубопроводи. Проектування цих систем здійснюють з урахуванням специфічних особливостей судна, його енергетичної установки і заданого району плавання.

На суднах з енергетичною установкою потужністю понад 300 е.к.с. у приміщеннях головних і допоміжних двигунів та котлів встановлюють штучну припливну вентиляцію (на суднах меншої потужності допускається природна припливна вентиляція). Витяжка повітря з машинних приміщень зазвичай здійснюється природним шляхом. Штучною витяжною вентиляцією обладнують приміщення енергетичної установки, що мають шкідливі і пожежонебезпечні газовиділення (приміщення ремонту паливної апаратури, масляних і паливних сепараторів). Вона може бути також у вигляді місцевих відсмоктувачів від обладнання механічних майстерень, зварювальних ділянок та з-під настилів машинних відділень.

При проектуванні машинно-котельної вентиляції дотримуються вимог Регістру, Санітарних правил для морських суден та інших нормативних документів. Основні з них наводяться нижче.

Приймальні пристрої розташовують, як правило, перед світловим люком або димарем. Їх конструкція повинна виключати потрапляння води при митті палуб і атмосферних опадів в систему, забезпечувати розрахункову продуктивність по повітрю і швидку герметизацію машинного відділення (наприклад, в разі пожежі). На спеціальних суднах, що транспортують сипучі вантажі навалом (боксити, вугілля, руди тощо) приймальні пристрої обладнують ефективними засобами очищення припливного повітря у вигляді промивних фільтрів або циклонних апаратів, що працюють у період вантажних операцій.

Залежно від виду вантажу та середніх розмірів зернин пилу промивні фільтри рекомендується проектувати на такі ступені сепарації (ККД фільтру):

| | |
|----------------------------------------|--------|
| пил вугільний ($\sigma = 30$ мкм) | 98%; |
| боксити ($\sigma = 85$ мкм) | 99%; |
| Пил залізорудний ($\sigma = 220$ мкм) | 99,7%. |

Технічні характеристики промивних фільтрів зазвичай не перевищують таких величин:

| | |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| витрата води на 1 м ³ повітря, що фільтрується | 0,1 л; |
| тиск води у зрошувачі | 1,4-3,0 кгс/см ² ; |
| швидкість потоку повітря в зрошувальній камері | 3,5 м/с. |

Припливне повітря подається в робочу зону машинно-котельних відділень на основні, допоміжні та ремонтні майданчики. За робочу зону приймається простір висотою

близько 2,2 м над настилом або майданчиками, де розташовані місця постійного перебування вахтових. Решта майданчиків вважаються допоміжними.

Щоб уникнути створення застійних зон в машинно-котельних відділеннях, для подачі повітря рекомендуються такі обов'язкові місця:

– на дизельних судах – майданчики вздовж головного двигуна, в районі допоміжних і стоянкових дизель-генераторів, перед головними розподільними щитами і за ними, майданчики на рівні циліндрів головних двигунів, у гребних електродвигунів, уздовж фронту допоміжних котлів;

– на паротурбінних, газотурбінних судах і судах з СПГГ – майданчики у ГТЗА і відкритих пультів управління, в районі допоміжних і стоянкових дизель-генераторів, уздовж СПГГ, перед головними розподільними щитами і за ними, уздовж фронту допоміжних котлів.

Рекомендований вид вентиляції допоміжних приміщень МКО наводиться в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рекомендований вид вентиляції допоміжних приміщень МКО

| Приміщення | Приплив, кількість обмінів за годину | Витяжка, кількість обмінів за годину |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Механічні майстерні, приміщення перетворювачів, вигородки головних розподільних щитів | Штучний, з розрахунку на асиміляцію надлишкових тепловиділень | Природна, по балансу з припливом |
| Ремонту паливної апаратури | Природний, по балансу з витяжною вентиляцією | Штучна, 35 обмінів за годину |
| Сепараторів масла і палива | те ж | Штучна, 30 обмінів за годину |
| Механічні комори | Штучний, 15 обмінів за годину | Природна, по балансу з припливом |
| Електротехнічні комори | те ж | те ж |

Припливне повітря на ці майданчики надходить через поворотні і неповоротні вертикальні і горизонтальні розподільники повітря, що дозволяють змінювати кількість, швидкість і напрямок повітря (рис. 1).

У механічні майстерні, приміщення перетворювачів, у вигородки розподільних щитів та інші приміщення, в яких можливе тривале перебування машинної команди, повітря подається через поворотні розподільники типу «пункалувр». Комори різного призначення обладнують припливними або витяжними повітропроводами з кінцевими сітками.

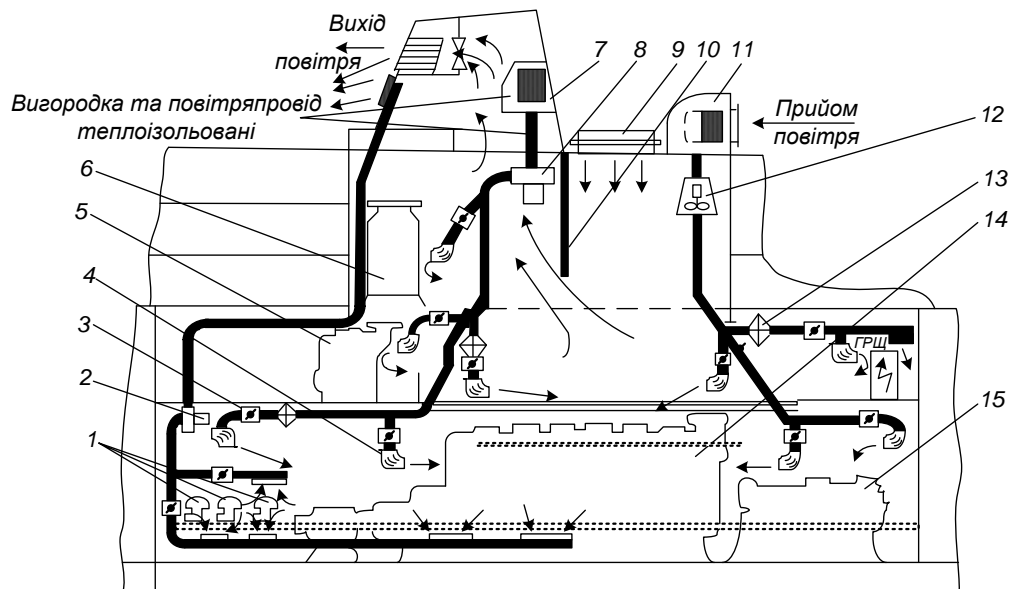


Рисунок 1 – Принципова схема штучної припливної і природної витяжної вентиляції МКО судна з дизельною установкою:

1 – сепаратори палива та мастила; 2 – електровентилятор відцентровий; 3 – заслінка дросельна; 4 – розподільник повітря поворотний; 5 – допоміжний котел; 6 - утилізаційний котел; 7, 11 – припливний пристрій повітря; 8 – електровентилятор відцентровий вертикальний; 9 – світловий люк; 10 – ширма; 12 – електровентилятор осьової; 13 – підігрівач повітря; 14- головний двигун; 15 – допоміжний дизель-генератор.

Повітря, що подається до майданчиків обслуговування механізмів і в допоміжні приміщення МКО, де необхідна систематичне присутність вахтових і обслуговуючого персоналу, в зимовий період підігрівається до температури не нижче 18°C.

Існують схеми вентиляції з подачею до вказаних місцях у літній період охолодженого повітря.

Тимчасові майданчики машинно-котельних відділень, які пристосовуються для виконання ремонтно-профілактичних робіт силами персоналу машинного відділення, обладнують пристроями для подачі повітря за типом душу (для подачі повітря дрібними цівками) від системи машинної вентиляції, на якій передбачаються спеціальні (зазвичай заглушені) відростки. У зимовий період повітря за типом душу підігрівається до температури не нижче 18°C.

Витяжка повітря здійснюється природним шляхом з верхньої зони машинно-котельного відділення, як правило, через кожух димової труби. Якщо видалити повітря з машинно-котельних відділень природним шляхом неможливо, допускається встановлення в шахті витяжних електровентиляторів.

Видалення повітря з машинно-котельного відділення через світловий люк не допускається.

На судах з паротурбінними, газотурбінними установками і з СПГГ рекомендується застосування для викиду відпрацьованих газів ежектуючих пристроїв у сукупності з організацією витяжки повітря з приміщень МКО через кожух димової труби. Ежектуючий пристрій у цьому випадку є найбільш ефективним засобом викиду газів від енергетичного обладнання, що виключає задимлення палуб.

Системи вентиляції є розгалуженими судновими системами, що складаються з різноманітного, в тому числі і великогабаритного, обладнання. Їх проектування тісно пов'язане з плануванням загального розташування суднових приміщень, а в ряді випадків впливає на архітектуру судна в цілому.

Використання в цих системах електродвигунів для приводу вентиляторів і насосів, а також теплообмінних апаратів, які споживають різного роду тепло- і холодоносії, справляють істотний вплив на загальну енергооснащеність судна. Проектування систем вентиляції є трудомістким процесом, що вимагає спеціальних навичок і досить високої кваліфікації виконавців.

Висновки. На підставі описаних принципів дії системи кондиціонування необхідно:

- 1) виконати розміщення датчиків температури у приміщеннях судна на рівні 180 см від підлоги;
- 2) встановити запірні пристрої (виконавчі механізми) у вузлових місцях повітряпроводу;
- 3) забезпечити безперервний моніторинг (у реальному часі) стану датчиків температури;
- 4) при розбіжності сигналу від датчиків з технологічними параметрами реалізувати:
 - 4.1) автоматичний і напіваавтоматичний запуск зрошувальної підсистеми;
 - 4.2) видачу сигналів тривоги й індикацію аварійної ділянки на мнемосхемі оператора (судноводія).

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л., Цымбал Н.Н. Системы автоматического управления движением судна. 3-е изд., перераб. и доп. Одесса: Феникс, 2007. 328 с.
2. Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л., Заичко С.И. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности. Одесса: Феникс, 2005. 272 с.
3. Вагущенко Л.Л. Интегрированные системы ходового мостика. Одесса: Латстар, 2003. 169 с.
4. Сахаров В.В., Кузьмин А.А., Чертков А.А. Модели и алгоритмы оптимизации технологических процессов на объектах водного транспорта в среде MATLAB: монографія. СПб.: ГУМРФ им. С.О. Макарова, 2015. 436 с.
5. Гора Г.А., Чиркова М.М. Алгоритм получения упреждающей информации о состоянии объектов контроля. *Международный журнал речников Речной Транспорт XXI век*, 2014. № 1 (66). С. 65 – 69.
6. Naumov V., Plastinin A., Dikinis A. Forecasting the Boundaries of Dangerous Oil Spills in Sea and River Ports Areas. ICMRP Proceeding. Singapore: December 15-16, 2015. Vol. 3, pp. 106-111.
7. Овчинников И. Н. Судовые системы и трубопроводы (устройство, изготовление, монтаж). Л. : Судостроение, 1971. С. 296.
8. Тё А.М. Судовые вспомогательные механизмы, системы и устройства: учебное пособие. Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. 208 с.
9. Толшин В.И., Сизых В.А. Автоматизация судовых энергетических установок. 2-е изд., перераб. и доп. М.: РосКонсульт, 2003. 303 с.
10. Епифанов Б.С. Судовые системы. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Судостроение, 1980. 176 с.

REFERENCES

1. Vahushchenko L.L., Tsymbal N.N. (2007) Systemy avtomatycheskoho upravleniya dvyzhenyem sudna [Systems of automatic control of ship movement]. 3-e yzd., pererab. y dop. Odessa: Fenyks. [in Russian]
2. Vahushchenko L.L., Vahushchenko A.L., Zaychko S.Y. (2005) Bortovye avtomatyzirovannye systemy kontrolya morekhodnosti [Onboard automated seaworthiness control systems]. Odessa: Fenyks. [in Russian]

3. Vahushchenko L.L. (2003) Yntehyrovannyye systemy khodovoho mostyka [Integrated bridge systems]. Odessa: Latstar. [in Russian]
4. Sakharov V.V., Kuzmyn A.A, Chertkov A.A. (2015) Modely y alhorytmy optymizatsyy tekhnolohycheskykh rede sov na obyektakh vodnoho transporta v srede MATLAB: monohrafiia [Models and algorithms for optimization of technological resources at water transport facilities in MATLAB]. SPb.: HUMRF ym. S.O. Makarova. [in Russian]
5. Hora H.A., Chyrkova M.M. (2014) Alhorytm polucheniya uprezhdaiushchei ynformatsyy o sostoianyy obyektov kontrolya [Algorithm for obtaining proactive information about the state of control objects]. Mezhdunarodnyi zhurnal rechnykov Rechnoi Transport XXI vek. № 1 (66). P. 65 – 69. [in Russian]
6. Naumov V., Plastinin A., Dikinis A. Forecasting the Boundaries of Dangerous Oil Spills in Sea and River Ports Areas. ICMRP Proceeding. Singapore: December 15-16, 2015. Vol. 3, pp. 106-111.
7. Ovchynnykov Y.N. (1971). Sudovyye systemy y truboprovody (ustroystvo, yzgotovlenye, montazh) [Ship systems and pipelines (design, manufacture, installation)]. L. : Sudostroenye. [in Russian]
8. Te A.M. (2013). Sudovyye vspomatelnyye mekhanyzmy, systemy y ustroystva: uchebnoe posobye [Ship auxiliary machinery, systems and devices]. Vladivostok: Mor. hos. un-t. [in Russian]
9. Tolshyn V.Y., Syzykh V.A. (2003) Avtomatyzatsiya sudovykh enerhetycheskykh ustanovok [Automation of ship power plants]. 2-e yzd., pererab. y dop. M.: RosKonsult. [in Russian]
10. Epyfanov B.S. (1980) Sudovyye systemy [Ship systems]. 2-e yzd., pererab. y dop. L.: Sudostroenye. [in Russian]

Daki O.A., Yakusevych Yu.H., Lihanenko V.V., Tryshyn V.V.

MODEL OF AIR CONDITIONING AND COOLING SYSTEM ON MODERN OIL-FILLING SHIPS AND GAS CARRIERS

The air conditioning and cooling system is designed for artificial treatment of air, supplying it to the ship's premises in order to ensure and maintain comfortable air parameters (temperature, humidity, mobility, gas composition). The air conditioning system serves residential, general, medical and office premises with a long stay of crew members. The air conditioning and cooling system not only provides a comfortable stay of the crew on the ship, but also for oil and gas carriers provides removal of harmful impurities, air purification. This system requires control by the driver, so it is necessary to develop an appropriate model. Ventilation systems are extensive ship systems consisting of a variety of equipment, including large. Their design is closely related to the planning of the overall location of the ship's premises, and in some cases affects the architecture of the ship as a whole.

The ventilation system includes: electric fans (axial and centrifugal), air intake and air distribution devices, shut-off valves, silencers, heat exchangers and pipelines. The design of these systems is carried out taking into account the specific features of the vessel, its power plant and the specified area of navigation. The choice of ventilation type depends on the purpose of the premises, as well as the purpose and type of vessel, its energy capabilities. Different ship's premises, depending on the time people stay in them, the amount of heat, harmful gases and specific odors that can emit the mechanisms and systems installed in them, are equipped with one or another type of ventilation. From the correct placement of devices for receiving and discharging air. These devices largely depend on the efficiency of ventilation systems.

Key words: model, air conditioning, refrigeration, ship systems, ventilation system. УДК