

Conference in Machine Learning, Edinburgh, Scotland, 2012.

32. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. Imagenet classification with deep convolutional neural networks// Advances in Neural Information Processing Systems. Curran Associates, Inc. 2012, vol. 25. pp 1106–1114.

33. Haupt J., Kahl S., Kowerko D. et al. Large-Scale Plant Classification using Deep Convolutional Neural Networks, 2019, http://ceur-ws.org/Vol-2125/paper_92.pdf

34. Maggiori Y., Tarabalka G., Charpiat P.A. Convolutional neural networks for large-scale remote-sensing image classification// IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2017, vol.55, no. 2, pp. 645–657.

35. Jia Z., Zaharia M., Aiken A. Beyond data and model parallelism for deep neural networks. arXiv:1807.05358v1 [cs.DC] 14 Jul 2018, pp.1-15. <https://arxiv.org/pdf/1807.05358.pdf>

36. Dean J., Corrado G. S., Chen K. et al. Large scale distributed deep networks// Proceedings of NIPS. 2012, pp. 1232–1240.

37. Sun P., Feng W., Han R. et al. Optimizing Network Performance for Distributed DNN Training on GPU Clusters: ImageNet/AlexNet Training in 1.5 Minutes/ arXiv preprint arXiv:1902.06855, 2019.

38. Coats A., Huval B., Wng T. et al. Deep learning with COTS HPC systems// J. Mach. Learn. Res. 2013, vol.28, pp. 1337–1345.

39. Zhou G., Sohn K., Lee H. Online incremental feature learning with denoising autoencoders/ Proceedings of the International Conference on

Artificial Intelligence and Statistics. JMLR.org. 2012, pp 1453–1461.

40. Calandra R., Raiko T., Deisenroth M.P. et al. Learning deep belief networks from non-stationary streams/ Proceedings of the International Conference on Artificial Neural Networks and Machine Learning, Berlin Heidelberg, 2012, pp 379–386.

41. Li Y., Zhang M., Wang W. Online Real-Time Analysis of Data Streams Based on an Incremental High-Order Deep Learning Model// IEEE Access. 2018, vol. 6, pp. 77615 – 77623.

42. Wang R., Tao D. Non-local auto-encoder with collaborative stabilization for image restoration// IEEE Transactions on Image Processing. 2016, vol. 25, no. 5, pp. 2117–2129.

43. Mao X., Shen Ch., Yang Y.-B. Image restoration using very deep convolutional encoder-decoder networks with symmetric skip connections// Advances in Neural Information Processing Systems. 2016, vol. 29, pp. 2802–2810.

44. Zhang K., Zuo W., Chen Y. et al. Beyond a Gaussian denoiser: residual learning of deep CNN for image denoising// IEEE Transactions on Image Processing. 2017, vol. 26, no. 7, pp. 3142 – 3155.

45. Bu F., Chen Z., Zhang Q. Incomplete Big Data mputation algorithm based on deep learning// Microelectronics & Computer. 2014, vol. 31, no. 12, pp. 173–176.

46. Valsesia D., Fracastoro G., Magli E. Image denoising with graph-Convolutional Neural Networks/ Proceeding of the 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 22-25 Sept. 2019, pp. 2399 - 2403.

УДК 62-974 (629.122)

ГРНТИ 73.34.35

Vasilets D.I.

assistant

Kozminykh M.A.

Ph.D., Associate Professor, Head of the Department

Matskevych V.S.

graduate student

Onishchenko O.A.

Doctor of Technical Sciences, Professor

National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine

FEATURES OF FUNCTIONING, CALCULATION AND DESIGN OF VESSEL SYSTEMS OF COMFORTABLE AIR CONDITIONING

Василиць Д.І.

асистент

Козьмініх М.А.

к.т.н., доцент, завідувач кафедри

Мацкевич В.С.

аспірант

Онищенко О.А.

д.т.н., професор

Національний університет "Одеська морська академія", Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ, РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Summary. Requirements to schemes, structure and operating modes of vessel systems of comfortable air conditioning (VSCAC) are resulted. Specific features and requirements to the modes of operation of ship air conditioning systems are established. Requirements for changes in microclimate parameters are defined for sea and river vessels. Namely - air temperature, relative humidity, air velocity in the cabin and common areas, the amount of fresh air supplied to the room (per person), the amount of recirculated air. The requirements to the systems of automatic regulation of air parameters, principles of calculation and design of VSCAC, estimation of quality of work of conditioning systems, features of functioning on partial thermal loadings are defined.

Анотація. Наведені вимоги до схем, складу і режимів роботи суднових систем комфортного кондиціонування повітря (ССККП). Встановлені специфічні особливості і вимоги до режимів експлуатації суднових систем кондиціонування повітря. Для морських і річкових суден визначені вимоги до змін параметрів мікроклімату. А саме - температури повітря, відносної вологості повітря, швидкості повітряного середовища у каюті і приміщеннях загального користування, кількості свіжого повітря, що подається у приміщення (на одну людину), кількості рециркуляційного повітря. Визначені вимоги до систем автоматичного регулювання параметрів повітря, принципи розрахунку і проектування ССККП, оцінювання якості роботи систем кондиціонування, особливості функціонування на часткових теплових навантаженнях.

Key words: heat load, humidity, energy efficiency, microclimate.

Ключові слова: теплове навантаження, вологість повітря, енергетична ефективність, мікроклімат.

ВСТУП

Важливою експлуатаційною властивістю будь-якого морського і річкового судна є його населеність. Під населеністю розуміють цілий комплекс факторів, що впливають на умови праці і відпочинку моряків, комфорт пасажирів. Одним з найважливіших факторів є мікроклімат у суднових каютах і приміщеннях. Мікроклімат формується під впливом теплоприпливів різного роду, наприклад, у теплу пору припливи теплоти забезпечують додатковий нагрів повітря у суднових приміщеннях на 5 ... 15 °C. На судні організм людини піддається впливу ряду факторів з боку зовнішнього середовища: температурному, вологісному, геліокосмічному, атмосферному тиску, хитами, зміні часових поясів і кліматичних зон. Різка зміна метеорологічних факторів супроводжує членів екіпажу і при переходах із зон праці у зони відпочинку. На судні перепад температур зовнішнього середовища, на протязі доби, може досягати 30 °C, коливання відносної вологості - до 30 % [1-3]. Природно, що у людському організмі відбуваються адаптаційні руйнування.

Мікроклімат приміщень безпосередньо впливає на тепловий стан людини. Проживання та робота в умовах високих температур супроводжуються порушенням функціонування організму і може призвести до теплового удару. Вплив низьких температур виражається у розвитку гіпертонічних реакцій людського організму, ослабленні його захисних і імунних сил. Вологість, рухливість повітря і рівень радіаційного теплообміну можуть посилювати охолоджуючу дію або нагрівальний вплив температури повітря і істотно змінювати теплові відчуття людини, навіть при постійній температурі повітря у приміщенні [3, 4].

Під комфортним кондиціонуванням повітря мають на увазі комплекс спеціальних заходів з обробки повітря. У результаті такої обробки, незалежно від стану зовнішнього середовища і змін умов всередині приміщень, у кондиціонованих

приміщеннях стабілізуються на необхідному (комфортному) рівні задані параметри газового середовища [3-6].

З огляду на необхідність створення комфортних мікрокліматичних умов у житлових і службових приміщеннях важко не визнати важливість кондиціонування повітря на морських і річкових суднах, важливість формування сприятливих умов у вантажних трюмах транспортних суден, у вантажних танках нафтоналивних суден і суден для перевезення газів [1, 4-6].

Штучне охолодження атмосферного повітря на суднах почало застосовуватися у другій половині XIX століття. Ще у 1896 році на судно "Норман" (Англія) були встановлені системи охолодження повітря у бібліотеці і музичному салоні. У 1903 році на судно "Кумоно Мару" (Японія) майже для усіх приміщень встановлено систему охолодження і нагрівання повітря. Але повсюдно застосовуватися кондиціонування повітря у суднових приміщеннях почало у другій половині минулого століття. До того моменту однією з найбільших була суднова система комфортного кондиціонування повітря (ССККП) французького трансатлантичного пасажирського паротурбінного теплоходу "Франс". Ця система містила 102 центральних кондиціонерів з холодильними машинами сумарною холодопродуктивністю 7 МВт.

Сучасними ССККП, у найзагальнішому випадку, при кондиціонуванні повітря (або газової суміші) проводиться тепловологісна обробка (охолодження, нагрівання, осушення, зволоження), коригується вміст кисню і вуглекислого газу, видаляються шкідливі домішки, здійснюється озонування, іонізація, шумо- і віброгасіння.

Характерною особливістю мікроклімату у суднових приміщеннях є нестабільність його параметрів, оскільки температура повітря і огорож протягом доби може змінюватися до 10 °C і навіть більше. Хоча відносна вологість повітря змінюється у набагато меншому ступені, однак у

теплий період року її значення можуть становити 80 %, а при роботі опалювальних приладів упасти до 15 %.

Вимоги до схем, складу і режимів роботи ССККП мають специфічні особливості, що відрізняють їх від берегових, стаціонарних систем кондиціонування [1-3]. До таких особливостей можна віднести: несприятливі умови розміщення людей у невеликих приміщеннях, можливість знаходження у одних і тих же службових приміщеннях сильно нагрітих і холодних поверхонь огорожень (переборки, палуба, підволоки) і обладнання. Велика відмінність є і у тепло- і вологовиділеннях у різних приміщеннях, ймовірність значних виділень пароподібних, аерозольних і твердих домішок, які можуть виявитися токсичними.

Поряд з комфортним кондиціонуванням повітря, у даний час активно розвиваються на суднах системи технічного кондиціонування. Під технічним кондиціонуванням розуміють сукупність технічних заходів спрямованих на захист судна, екіпажу і вантажу від шкідливих впливів навколишнього середовища і продуктів, що виділяються при перевезенні вантажу. Крім цього, системи технічного кондиціонування вирішують завдання осушення ізоляційних конструкцій рефрижераторних трюмів і підготовки повітря для суднових пневматичних систем і пристроїв.

Незалежно від конструкції, усі ССККП, включають у себе наступні елементи і вузли: пристрої для приготування тепло- і холодоносіїв, для обробки і подачі повітря у приміщення; магістральні та каютні повітропроводи; каютні розподільники повітря; системи автоматичного контролю і управління.

Сучасні системи комфортного і технічного кондиціонування споживають більше 30 % електричної енергії, що виробляється у судновій електростанції, споживають значні обсяги теплової енергії. У зв'язку з цим, вдосконалення технологій кондиціонування (аналогічних використаним у приміщеннях житлових будинків), розробка і впровадження систем автоматизації, які забезпечують підтримку умов мікроклімату у суднових приміщеннях, при забезпеченні мінімуму енерговитрат, а також їх кваліфікована експлуатація відносяться до найважливіших факторів, які забезпечують оптимальне функціонування, як суднового екіпажу, так і морського судна в цілому [3-7].

Саме тому, практичними, вкрай важливими і актуальними, стають завдання розрахунку і проектування сучасних ССККП, які змогли б при їх технічній реалізації забезпечити не тільки енергоефективне функціонування, але і комфорт членів екіпажу і пасажирів, причому незалежно від районів і умов плавання суден.

1. ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Основні вимоги до суднових ССКП

Мінімальні вимоги до комфортних умов визначаються "Санітарними нормами і правилами" [8]. Відповідно до цих правил основні параметри повітряного середовища у суднових приміщеннях повинні знаходитися у наступних межах:

- температура повітря, t_n , від +19,5 до +26,5 градусів стоградусної шкали Цельсія. Нижні значення температури рекомендуються для холодного періоду року, а верхні для теплового;
- відносна вологість повітря, ϕ , від 40 до 60 %;
- швидкість повітряного середовища у приміщенні, w , від 0,1 до 0,5 м/с;
- кількість свіжого повітря, що подається у приміщення, для приміщень з тимчасовим перебуванням людей, не менше 20 м³/год на одну людину, для приміщень з постійним (або тривалим) перебуванням людей, не менше 33 м³/год на одну людину, для приміщень, у яких можливе виконання важкої фізичної роботи, до 60 м³/год на людину;
- кількість рециркуляційного повітря може змінюватися від 30 до 50 %.

При визначенні параметрів мікроклімату, крім санітарних норм, необхідно враховувати і інші рекомендації та вимоги. Так, різниця температур повітря у приміщенні і його огорожень (переборки, палуби, підволоки) не повинна перевищувати 4 °С, перепад температур зовнішнього повітря і повітря у приміщенні не повинна бути більшою 12 °С, температура припливного повітря при охолодженні приміщення не повинна бути нижче температури у житловій зоні приміщення більш ніж на 12 °С, при рекомендованому значенні перепаду $\Delta t = 5$ °С, а при обігріві приміщення $\Delta t = 18 \dots 40$ °С [1-4, 7, 9-14].

Можливі три основні режими роботи ССККП. При цьому рекомендується встановлювати при температурах зовнішнього повітря: 10 ... 23 °С режим вентиляції; нижче 10 °С - режим обігріву; вище 23 °С - режим охолодження.

Індивідуальне каютне регулювання повинно дозволити змінювати температуру повітря на 2 ... 4 °С, причому необхідно передбачити регулювання за рахунок зміни температури припливного повітря, так як зміна кількості припливного повітря викличе погіршення газового складу повітря приміщення (у разі зміни подачі) і вплине на параметри повітря у сусідніх приміщеннях.

Автоматичне регулювання параметрів всієї ССККП має забезпечувати відхилення від заданого значення температури повітря у межах 2 °С і відхилення відносної вологості у межах 10 %.

1.2. Послідовність розрахунку і проектування суднових ССКП

Мета розрахунку і проектування судової системи комфортного кондиціонування повітря - визначення параметрів повітря, тепловологісного балансу суднових приміщень, обрання типу системи і технологічної схеми обробки повітря, розрахунок тепловологісних навантажень на кондиціонери і аеродинамічного опору системи. На

основі цих даних, з множини типових рішень, підбирається (або проектується нове) устаткування ССККП. При розрахунку і проектуванні ССККП необхідно враховувати загальні і спеціальні вимоги, що містяться у технічному завданні на проектування та спеціальні вимоги до ССККП, враховувати вимоги "Санітарних норм і правил" (СН і П) [8], нормативні документи [14].

Згідно з рекомендаціями [1, 2, 12-17] розрахунок і проектування ССККП ведеться на наступних п'яти основних етапах.

1. Визначення:

- розрахункових і внутрішніх параметрів повітря і температури заборотної води у залежності від призначення приміщень і району плавання;
- необхідної для роботи ССККП кількості зовнішнього повітря;
- тепловологісного балансу приміщень, які обслуговуються системою.

2. Вибір типу системи і технологічної схеми обробки повітря, типу і числа кондиціонерів.

3. Розрахунок процесів для обраної ССККП; визначення загальної витрати повітря, тепловологісних навантажень на кондиціонери і теплообмінні апарати каютних доводочних розподільників повітря.

4. Аеродинамічний розрахунок ССККП, вибір і уточнення типу розподільників повітря, визначення необхідного тиску повітря на виході з кондиціонерів.

5. Розрахунок і оцінка акустичних і вібраційних властивостей ССККП.

У ескізного проекту розробляють попередню принципову схему системи і виробляють вибір і обґрунтування типу ССККП, проводять наближену оцінку її основних характеристик (продуктивності по повітрю, холоду і теплу, типу і числу центральних або автономних кондиціонерів, місць їх розміщення, типу і витраті тепло- і холодоносіїв, типу і числу холодильних машин, насосів, потужності електрообладнання, маси окремих елементів і всієї ССКП і інші характеристики).

Основні характеристики ССККП визначаються: а) за результатами укрупнених розрахунків для груп приміщень із кондиціонерами; б) на основі проектів аналогічних сучасних ССККП [14].

У технічному проекті ССККП остаточно вибирають тип і принципову схему всієї системи і визначають її характеристики: повні і питомі (на 1 м² підлоги і/або 1 м³ обсягу кондиціонованих приміщень, витрати повітря, холоду, теплоти, електроенергії на одну особу), масогабаритні показники, тип і кількість кондиціонерів, холодильних машин, насосів, апаратів, витрати тепло- і холодоносіїв і інші, проводять тепловологісний розрахунок для кожного кондиціонованого приміщення з урахуванням всіх факторів, що впливають на точність розрахунку. Визначають число розподільників повітря, виконують аеродинамічні розрахунки і розрахунки

очікуваних рівнів шуму у кондиціонованих приміщеннях.

У якості вихідних даних для розрахунків і проектування ССККП служать: тип і технологічне призначення судна, його параметри, райони плавання; чисельність екіпажу і його розміщення; розташування, розміри, характеристики і параметри ізоляції у приміщенні; тип, розміри та характеристики розташованого у приміщеннях обладнання, температури поверхонь його ізоляції. Також, визначаються необхідні санітарно-гігієнічні нормативи для повітряного середовища у суднових (житлових, громадських, службових) приміщеннях. На основі нормативних документів визначають параметри повітря у приміщеннях для літнього і зимового режимів роботи ССККП, а у залежності від районів плавання (СТ РЕВ 1689-79) діапазон зміни параметрів зовнішнього повітря і заборотної води.

Розрахунок ССККП виробляють для двох основних специфікаційних режимів - літнього та зимового. Слід враховувати, що більшу частину часу ССККП працює при температурі зовнішнього повітря, відмінною від нормованої для специфікаційних режимів (з урахуванням району плавання судна). Також слід врахувати параметри повітря у еквівалентному приміщенні - без уточнення значень відносної вологості повітря ϕ_n у кожному приміщенні з кондиціонером у літньому специфікаційному режимі і t_n і ϕ_n - у зимовому режимі.

При проведенні розрахунків припускають, що судновий кондиціонер системи обслуговує тільки однотипні за призначенням (а отже, і за навантаженням) і за характером зміни тепловологісного відношення ξ_n приміщення.

1.3. Регулювання параметрів суднових ССКП

ССККП призначена для постійної стабілізації комфортних мікрокліматичних умов у обслуговуваних суднових приміщеннях. Так як судно експлуатується протягом всього року, плаваючи у різних кліматичних зонах, з різними параметрами зовнішнього повітря і температурою заборотної води, то тепловологісне навантаження на приміщення постійно і досить істотно змінюється. Крім того, можлива зміна і внутрішніх тепло- і вологовиділень у приміщеннях. До того ж, у окремих приміщеннях судна необхідно підтримувати параметри повітря, відмінні від прийнятих параметрів для інших приміщень.

Таким чином, головне завдання ССККП полягає у підтримці відповідності тепловологісного навантаження на рівні, що забезпечує комфортні умови населеності у різних приміщеннях. Для вирішення цього завдання застосовують різні системи автоматичного регулювання, які призначені для стабілізації заданих, або змінюваних по заданому закону, параметрів t і ϕ обробленого повітря.

Аналіз інформаційних джерел показує відсутність для ССККП теоретичних розробок, що

дозволяють визначити можливий діапазон індивідуального регулювання параметрів повітря в каютах на різних режимах роботи системи [1, 2]. Регулювання до комфортних значень параметрів повітря у приміщеннях, зазвичай проводиться індивідуально, вручну - за рахунок зміни витрати повітря (кількісний метод), параметрів повітря (якісний спосіб) або витрати і параметрів одночасно (кількісно-якісний спосіб) [1-3]. Є відомі посилання на необхідність забезпечення санітарних норм подачі зовнішнього повітря при зменшенні загальної витрати, доцільність розрахунку обох каналів у двоканальних системах на 100 % витрати повітря, необхідність підбору однотипних приміщень для обслуговування однією системою і інші. Індивідуальне регулювання параметрів повітря у приміщеннях судна здійснюється різними способами [1, 2, 14-17]:

- у одноканальних ССККП кількісним способом за рахунок зміни витрати повітря;
- у двоканальних ССККП кількісним способом за рахунок зміни співвідношення витрат повітря за I і II каналами при постійній загальній витраті;
- у одноканальних ССККП з доводочними повітророзподільниками кількісно-якісним способом за рахунок зміни витрати повітря і його параметрів.

Безумовно, ці процеси необхідно автоматизувати за допомогою сучасних технічних засобів (керовані електроприводи, керуючі мікроконтролери, інтелектуальні датчики комфортності) і наявних теоретичних напрацювань.

1.4. Оцінка якості роботи судових ССККП

Для оцінки якості роботи ССККП на часткових тепловологісних навантаженнях необхідно обстеження стану та ефективності роботи систем кондиціювання на різних судах необмеженого району плавання, проведення анкетування членів екіпажів і пасажирів, об'єктивна медико-фізіологічна і психологічна експертиза екіпажу і пасажирів. Ці завдання неоднозначні. Найбільш просте рішення - ефективність роботи ССККП слід визначити з урахуванням відхилення параметрів мікроклімату від нормованих та визначити ефективність роботи систем розподілу повітря. Відомі деякі способи і оцінки ефективності ССККП. Наприклад, фактичні значення основних параметрів мікроклімату, результати їх зіставлення з розрахованими по номограмам і анкетне опитування моряків про оцінку їх самопочуття у кондиціонованих приміщеннях, дозволяє отримати і обробити експертні оцінки. Зазвичай, оцінки та фактори ранжуються за низкою чинників (від 10 до 30), що відображають суб'єктивні оцінки мікроклімату у судових приміщеннях і каютах. Подальша обробка отриманих результатів стає більш репрезентативною.

Як показує практичний досвід авторів, більшість ССККП містять не більше 25 центральних кондиціонерів з теплообмінними апаратами поверхневого охолодження.

Повітроохолоджувачі безпосереднього випаровування холодоагенту складають до 95 % загальної кількості. Більш ніж на 50 % суден встановлюються двоканальні системи кондиціювання, на 35 % - центральні одноканальні кондиціонери для кают та за двоканальною схемою для громадських приміщень судна. Близько 15 % суден використовують одноканальні системи з каютними доводчиками.

Експертні оцінки показників якості розподілення повітря свідчать про нерівномірність розподілу повітряних потоків по приміщеннях судна і відзначаються членами екіпажів усіх суден як суттєвий недолік системи. Незмінними є ламентатії на шум від роботи ССККП, запиленість повітря, сухість повітря у зимовому режимі експлуатації. Істотну критику екіпажу викликають перепади температур при переході з приміщення у приміщення, що пов'язано з адаптаційними процесами у організмі, біоритми фізіологічних функцій, часом доби. Стабільність і комфортність мікроклімату у каютах і громадських приміщеннях судна займають важливе місце серед інших оцінених характеристик населеності, поступаючись шуму, вібраціям і загазованості.

1.5. Особливості функціонування судових ССККП на часткових теплових навантаженнях

У системах вентиляції та кондиціювання стаціонарних об'єктів оцінка і моделювання змін параметрів зовнішнього повітря (для конкретної області, району, регіону, зони) розроблені досить детально [1, 26 4-9]. Це пояснюється наявністю статистично достовірних даних багаторічних метеорологічних спостережень за зміною параметрів клімату. Метеорологічні спостереження представляються детермінованими моделями зі середніми (по місяцях року) параметрами і амплітудами їх коливань, або з поданням числа годин на рік, протягом яких повторюються поєднання параметрів.

Первинною інформацією, яка повністю визначає параметри зовнішнього повітря і їх зміни за річний цикл, є географічні координати розташування ССККП.

Умови проектування і експлуатації судових ССККП мають суттєві відмінності від стаціонарних систем кондиціювання. По-перше, на стадії проектування неможливо визначити координати судна у кожен момент часу річного експлуатаційного циклу. По-друге, у місці знаходження судна невідома кліматична інформація у вигляді, зручному для застосування апробованих методик розрахунку і управління ССККП. Ці обставини виключають можливість прямого використання метеорологічних спостережень, проведених у різних точках планети.

Також слід враховувати, що судна одного типу і серії, з встановленими однаковими ССККП, найчастіше приписані до різних, розташованих у різних кліматичних районах, морських і річкових портів. Слід враховувати і те, що морські перевезення залежать від світової торговельної

кон'юнктури, і навіть за 10 років експлуатації судна, основні напрямки транспортних перевезень помітно зміняться, але при цьому конструкція ССККП, її система управління, залишаються незмінними. Саме тому, неможливо створити однозначні моделі процесів зміни параметрів зовнішнього повітря, аналогічні моделям, що використовуються при розрахунку і проектуванні стаціонарних СККП.

Висновки

1. Для вирішення завдань оптимізації енергоспоживання ССККП, для забезпечення ефективної експлуатації ССККП на часткових теплових навантаженнях, для проведення техніко-економічного обґрунтування прийняття проектних і конструкторських рішень, для об'єктивного аналізу роботи ССККП необхідне використання нових моделей параметрів зовнішнього повітря і ССККП.

2. Необхідно застосування нових і вдосконалених існуючих методів розрахунку і моделювання судових холодильних систем і систем обробки повітря. Застосування нових мікроконтролерних систем автоматичного регулювання та керування, нових виконавчих пристроїв і удосконалених алгоритмів їх роботи забезпечать високу комплексну ефективність експлуатації ССККП.

Список літератури

1. Бурцев С. И. Судовые системы индивидуального комфортного кондиционирования воздуха (теория, схемные решения, принципы проектирования). Дисс. д-ра техн. наук, С.-Пб.: Государственная академия холода и пищевых технологий, 1997. Спец. 05.04.03 - машины и аппараты холодильной и криогенной техники и систем кондиционирования, 363 с.
2. Емельянов А. Л. Энергоэффективные транспортные системы кондиционирования воздуха. Дисс. д-ра техн. наук, С.-Пб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики", 2016. Спец. 05.04.03 - Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения, 384 с.
3. Волков В. А. Актуальность применения систем кондиционирования с переменным расходом воздуха. Журнал АВОК, 2011, №8, с. 34-36.
4. Сотников А. Г. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции. Теория, техника и проектирование на рубеже столетий. В 2 томах. С.-Пб.: АТ-PUBLISHING; (Т.1 – 2005 г., 504 с., Т.2. – ч.1 – 2006 г. 416 с., ч.2 – 2007, 512 с).
5. Кокорин О. Я. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха, 2007, М.: ООО "Лэс", 256 с.
6. Рымкевич А. А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и

кондиционирования воздуха, 2003, С.-Пб.: изд. АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 400 с.

7. Емельянов А. Л., Буравой С. Е., Платунов Е. С. Системы индивидуального регулирования температуры воздуха в купе пассажирского вагона. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Холодильная техника и кондиционирование", 2008, №1 (3), с. 22-29.

8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Введ. 2004-04-01, Госстрой России, 2004, 98 с.

9. Позин Г. М., Уляшева В. М. Распределение параметров воздуха в помещениях с источниками тепловыделений. Инженерно-строительный журнал, 2012, №6, с. 42-47. doi: 10.5862/MCE.32.6.

10. Гримитлин А. М., Дацюк Т. А., Денисихина Д. М. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования: монография, 2013, С.-Пб.: изд. АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 190 с.

11. Патент України на корисну модель. Пристрій регулювання тиску конденсації судової холодильної установки. Автори: Олег Анатолійович Онищенко, Валерія Миколаївна Букарос, Андрій Юрійович Букарос. Дата: 2017/6/26. Номер патента: UA №117180. Номер заявки: u 2016 09878. Опубл. 26.06.2017. - Бюл. № 12.

12. Патент України. Система регулювання тиску конденсації судової холодильної установки. Автори: изобретения: В. М. Букарос, А. Ю. Букарос, О. А. Онищенко. Дата публикации 2017. Номер патента 121567. Номер заявки u 2017 05994. Опубл. 11.12.2017. - Бюл. № 23.

13. Василец Д. И., Козьминых Н. А., Онищенко О. А. Анализ методов моделирования систем кондиционирования судовых помещений. Вестник НТУ "ХПИ", Серия: Новые решения в современных технологиях. Харьков: НТУ "ХПИ", 2017, № 7 (1229), с. 24-29. doi: 10.20998/2413-4295.2017.07.04.

14. Логишев И. В., Онищенко О. А. Управление технической эксплуатацией флота, 2016, Одесса: "Феникс", 232 с. ISBN 978-966-928-088-6.

15. Bukaros V. , Onishchenko O., Naleva G., Bukaros A. Automation of the control processes of the refrigeration units condensers. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology, 2017. №23 (1245), pp. 76-83. doi:10.20998/2413-4295.2017.23.12.

16. Василец Д. И., Козьминых Н. А., Налева Г. В., Онищенко О. А. Использование метода электротепловых аналогий при моделировании процессов в судовой холодильной установке, 2018. Морские интеллектуальные технологии. Том 1, № 3(41), с. 214-221.

17. Букарос А. Ю., Онищенко О. А., Козьминых Н. А., Василец Д. И., Букарос В. Н. Структурная модель судовой холодильной установки. Морские интеллектуальные технологии, 2018. Том 4, № 42, с. 229-235.