

UOT 621.18 -029:62

GƏMİ İSTİLİK MÜBADİLƏ APARATLARININ EFFEKTİVLİYİNİN ARTIRILMASI

Rzayev M.Ə.

*Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18
E-mail: maqammedrzayev@yandex.ru*

Xülasə. *İstilik mübadilə aparatlarının (İMA) effektivlik kriteriyası təhlil olunmuşdur. İsbat olunmuşdur ki gəmi istilik mübadilə aparatlarının effektivliyi qiymətləndirilməsində vahid kriteriya yoxdur. İstilik mübadilə aparatlarının optimallaşdırma tapşırığından asılı olaraq müxtəlif effektivlik kriteriyası istifadə oluna bilər. Gəmi İMA-nın optimallaşdırılmasında da İMA-nın təyinatından asılı olaraq optimallaşdırmanın məqsədi müxtəlif ola bilər. Baş mühərrikin havasoyuducusu üçün optimallaşdırmada məqsəd havanın temperaturun ətraf mühitin temperaturuna qədər azaltmaq (istismar tapşırığı) və onun kompaktlığı (qismən texniki-iqtisadi tapşırıq) olacaq, ancaq su-su soyuducusu üçün isə optimallaşdırmada məqsəd su-su soyuducusundan sonra şirin suyun*

temperaturun verilmiş həddə saxlamaq (55-60 °C) və soyuducu boruların daxildən çirklənməsinin qarşısını almaq (istismar tapşırığı) və onun kompaktlığı (qismən texniki-iqtisadi tapşırıq) olacaqdır. İsbat olunmuşdur ki, İMA-nın təyinatından asılı olmayaraq onların kompaktlığının təmin edilməsi əsas tapşırıqlardan biridir. Ona görə də İMA-da turbulizatorlu boruların istifadəsi, bütün hallarda onların effektivliyinin artmasını təmin edir. Gəmi istilik mübadilə aparatlarının effektivliyinin artırılması üçün tövsiyələr işlənmişdir.

Abstract. *The efficiency criteria of heat exchangers were analyzed. It has been proved that there is no single criteria for evaluating the efficiency of ship heat exchangers. Different efficiency criteria can be used depending on the task of optimizing heat exchangers. In ship of heat exchangers optimization, the purpose of optimization may be different depending on the purpose of the of heat exchangers. The optimization for the main engine air cooler will be to reduce the air temperature to ambient temperature (operating task) and its compactness (partial feasibility task), but for the water cooler the optimization goal is to maintain the fresh water temperature after the water cooler (55-60 °C) and the prevention of internal contamination of the cooling pipes (operational task) and its compactness (partial feasibility study). It has been proved that one of the main tasks is to ensure the compactness of heat exchangers, regardless of their purpose. Therefore, the use of turbulizer tubes in the of heat exchangers increases their efficiency in all cases. Recommendations have been developed to increase the efficiency of ship heat exchangers.*

Аннотация. *Анализированы критерии эффективности теплообменного оборудования (ТО). Доказано, что единственного критерия оценки эффективности судовых теплообменников не существует. В зависимости от задачи оптимизации теплообменников могут использоваться разные критерии эффективности. При оптимизации ТО судна, цель оптимизации может быть разной в зависимости от назначения ТО. Оптимизация воздухоохладителя главного двигателя будет заключаться в снижении температуры воздуха до температуры окружающей среды (эксплуатационная задача) и его компактности (задача частичной осуществимости), но для водо-водяного охладителя цель оптимизации заключается в поддержании температуры пресной воды после водяного охладителя (55-60 °C) и предотвращении внутреннего загрязнения холодильных труб (эксплуатационная задача) и его компактности (частично технико-экономическое обоснование). Доказано, что одной из основных задач является обеспечение компактности ТО вне зависимости от их назначения. Таким образом, использование трубок турбулизатора в ТО увеличивает их эффективность во всех случаях. Разработаны рекомендации по повышению эффективности судовых теплообменников.*

Açar sözlər: *istilik mübadilə aparatları, effektivlik göstəricisi, optimallaşma, istilikmübadilə səhti, intensivləşdirmə*

Key words: *heat exchangers, efficiency indicator, optimization, heat exchange surface, intensification*

Ключевые слова: *теплообменный аппарат, показатели эффективности, эффективность, оптимизация, поверхность теплообмена, интенсификация*

Giriş. Gəmiçilik praktikasında müxtəlif təyinatlı və konstruksiyalı istilik mübadilə aparatları (yağ soyuducu, hava soyuducu, su-su soyuducusu və s.) geniş istifadə olunur. Gəmi istilik mübadilə aparatlarının effektivliyinin artırılması problemi həmişə aktual olmuş və bu gün də həm nəzəri, həm də praktiki baxımdan aktual olaraq qalır.

İstilik mübadilə aparatlarının (İMA) layihələndirilməsi zamanı əsas tapşırıq onun qabaritinə və metal tutumunun minimal olmasıdır. Bu tapşırıq istilik mübadiləsi prosesinin intensivləşdirilməsi ilə əldə olunur. Lakin bu zaman istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan xərc arta bilər. Ona görə də İMA-nın mükəmməliyini xarakterizə edən zaman onun effektivlik göstəricisinin düzgün seçilməsi başlıca amil hesab olunur.

İşin məqsədi. Gəmi İMA-nın tipindən asılı olmayaraq onlara verilən əsas tələb onun effektivliyinin yüksək olmasıdır. Bu baxımdan İMA-nın effektivlik kriteriyasının təhlili və gəmiçilik təcrübəsində İMA-nın effektivliyinin artırılması aktual hesab olunur. Bu məqsədlə işdə İMA-nın effektivlik kriteriyaları və onun artırılması problemi elmi-nəzəri və praktiki baxımdan təhlil olunub.

Əsas hissə. Gəmi İMA-nın layihələndirilməsində və istismarında effektivlik, yaxud optimallaşdırma kriteriyasına diqqət verilməlidir. İMA-da optimallaşdırmanın məqsədi müxtəlif ola bilər:

- termodinamiki;
- texnoloji;
- konstruktiv;
- istismar;
- qismən texniki-iqtisadi;
- tam texniki-iqtisadi.

İMA-nın effektivlik göstəricisinin qiymətləndirilməsi sahəsində elmdə birmənalı fikir yoxdur [1. s.12-45]. Belə ki, İMA-nın optimallaşdırılması tapşırığı çoxkriteriyalıdır və eyni zamanda müxtəlif tələblər əksistiqamətli ola bilər. Bu tapşırığın həlli yollarından biri müxtəlif kriteriyaların xüsusi çəki əmsalı nəzərə alınmaqla məqsəd funksiyasının qurulması ola bilər.

$$Z = F + \text{Concept} \times P = \min \quad (1)$$

Burada: F – İMA-nın istilikmübadilə səhtinin sahəsidir, m^2 .

P – İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan enerjidir, Vt .

Concept – çəki əmsalıdır.

Stasionar İMA-ın layihələndirilməsində uzunmüddətli istismar zamanı İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan enerjinin (P) azalmasına diqqət verilir, bu zaman çəki əmsalı (Concept) böyük qiymətə malik olur.

Modul və nəqliyyat (gəmi) İMA-da isə qabaritin və metal tutumunun azalmasına üstünlük verilir. Bu halda isə çəki əmsalı (Concept) kiçik qiymətə malik olur.

İMA-nın effektivlik kriteriyası kimi ilk dəfə akademik M.V.Kirpiçev, XX əsrin 40-cı illərində energetik kriteriyanın istifadəsini təklif etmişdir.

$$Eo = Q/N \quad (2)$$

Burada: Q – İMA-da mübadilə olunan istilik miqdarıdır.

N – İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan gücdür.

Daha sonra V.M.Antufyeva İMA-nın effektivliyinin qiymətləndirilməsi üçün M.V.Kirpiçevin təklif etdiyi kriteriyaya analoji kriteriya təklif etdi.

$$E = \alpha/N_0 \quad (3)$$

Burada: N_0 – İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan xüsusi gücdür.

$$N_0 = N/F \quad (4)$$

N – İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan gücdür.

F – İMA-nın istilikmübadilə səhtinin sahəsidir.

α – İMA-da istilikvermə əmsalıdır.

$$\alpha = Q/\Delta t F \quad (5)$$

Sonuncu (4) və (5) ifadələrini (3)-də nəzərə alsaq alarıq.

$$E = Q/\Delta t N \quad (6)$$

İMA-nın effektivlik kriteriyası üçün akademik M.V.Kirpiçevin təklif etdiyi (2) ifadəsində (4) və (5) tənliklərini nəzərə alsaq aşağıdakı ifadəni alarıq.

$$Eo = \alpha \Delta t F / N_0 \quad (7)$$

İMA-nın effektivlik kriteriyasının qiymətləndirilməsi üçün istilik faydalı iş əmsalı ($F.I.\Theta$), temperattur $F.I.\Theta$, istilik effektivliyi, istilik-hidravlik effektivlik və eksergetik effektivlik kriteriyaları tətbiq olunur.

İMA-nın istilik və istilik-hidravlik effektivlik göstəricilərini, uyğun olaraq (8) və (9) ifadələri ilə təyin etmək olar.

$$\frac{Nu}{Nu_0} = f(Re) \quad (8)$$

$$\frac{\frac{Nu}{Nu_0}}{\frac{\zeta}{\zeta_0}} = f(Re) \quad (9)$$

Burada: Nu , Nu_0 , ζ və ζ_0 - uyğun olaraq, İMA-nın turbulizatorlu və hamar borulu istilikmübadilə səhətlərində Nusselt kriteriyası və hidravlik müqavimət əmsalıdır.

İMA-nın optimallaşdırılmasında (effektivliyinin qiymətləndirilməsində) eksergiya kriteriyasını (10) ifadəsi ilə təyin etmək olar [2. s.13-15].

$$f = F/E \quad (10)$$

Bu formulada E qiymətini Gyu-Stodol formulu ilə və Q -dən asılılığını, uyğun olaraq (11) və (12) ifadələri ilə təyin etmək olar

$$E = \Delta T_{\text{ət}} \quad (11)$$

$$E = Q\tau_e \quad (12)$$

Eksergiya temperatur funksiyası (τ_e) İMA ilə ətraf mühit ($T_{\text{ət}}$) arasında asılılıq funksiyasını xarakterizə edir və (13) ifadəsi ilə təyin olunur.

$$\tau_e = \frac{T - T_{\text{ət}}}{T} = 1 - \frac{T_{\text{ət}}}{T} \quad (13)$$

Yuxarıda göstərilən (5), (12) və (13) ifadələrini (10)-da nəzərə alsaq İMA-nın optimallaşdırılmasında (effektivliyinin qiymətləndirilməsində) eksergiya kriteriyasını (14) ifadəsi ilə təyin etmək olar.

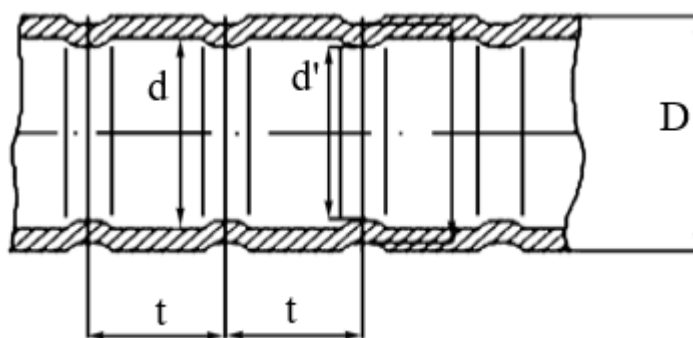
$$f = 1/\alpha \Delta t \tau_e \quad (14)$$

İMA-nın optimallaşdırılması (effektivliyinin qiymətləndirilməsi) kriteriyalarını ümumiləşdirərək belə nəticəyə gəlmək olar ki bütün hallarda effektivlik kriteriyasının qiymətləndirilməsində İMA-nın istilikmübadilə səhətlərində istilikvermə əmsalı (α) həlledici təsirə malikdir. Bu baxımdan istilikvermə əmsalının qiymətinin artırılması İMA-nın optimallaşdırılması (effektivliyinin qiymətləndirilməsi) kriteriyasının artmasına müsbət təsir edir. Ona görə də İMA-nın layihələndirmə və istismar mərhələlərində istilikvermə əmsalının (α) artırılması diqqətdə saxlanılmalıdır. Layihə mərhələsində istilikvermə əmsalının (α) artırılması məqsədlə istilikmübadiləsinin intensivləşdirilməsinə zəruridir. Bu məqsədlə müxtəlif intensivifikatorlaşma metodları istifadə oluna bilər. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki istilikmübadiləsinin intensivləşdirilməsinin bütün hallarında axının hidrodinamikası dəyişir və nəticədə İMA-da istilikdaşıyıcının hərəkətinə sərf olunan xüsusi güc artacaq. Ona görə də İMA-nın optimallaşdırılması (effektivliyinin qiymətləndirilməsi) kriteriyası qiymətləndirən zaman, əvvəlcə optimallaşdırmanın məqsədi dəqiqləşdirilməli, daha sonra kriteriya seçilməlidir.

Gəmi İMA-nın optimallaşdırılmasında da İMA-nın təyinatından asılı olaraq optimallaşdırmanın məqsədi müxtəlif ola bilər (məsələn: havasoyuducu üçün optimallaşdırmada məqsəd havanın temperaturunun ətraf mühitin temperaturuna qədər azaltmaq (istismar) və onun kompaktlığı (qismən texniki-iqtisadi) olacaq, su-su soyuducusu üçün isə optimallaşdırmada məqsəd su-su soyuducusundan sonra şirin suyun temperaturunun verilmiş həddə saxlamaq (55-60 °C) və soyuducu boruların daxilədən çirklənməsini qarşısının alınması (istismar) və onun kompaktlığı (qismən texniki-iqtisadi) olacaqdır.

Sonuncu (14) ifadəsindən göründüyü kimi, gəmi İMA-da istilikötürməni intensivləşdirməklə eksergiya kriteriyasına (f) görə İMA-nın optimallaşdırılmasını təmin etmək olar. Bu məqsədlə borulu İMA-da hamar boruların əvəzinə turbulizatorlu borulardan istifadə etmək olar. Turbulizatorlar müxtəlif ola bilər [3. s.13-15]. Turbulizatorun tipindən asılı olaraq hesabat formulası da dəyişir. Gəmiçilik təcrübəsində tətbiq etmək üçün borununun en kəsiyi boyunca həlqəvari daxilə basıq

turbulizatorun istifadəsi daha məqsədəuyğundur. Belə ki, bu halda turbulizatorun hazırlanması və istismarı nisbətən asandır (şəkil).



Şəkil. Borunun en kəsiyi boyunca həlqəvari daxilə basıq turbulizatorlu boru
 D -borunun xarici diametri, h - turbilazatorun hündürlüyü ($h = \frac{d-d'}{2}$),
 d - borunun daxili diametri, t -turbulizatorun addımı

Şəkildə təqdim olunan turbulizatorlu boruda axının hərəkət rejimindən, turbulizatorun addımından (t) və turbulizatorun hündürlüyündən asılı olaraq Nusselt kriteriyasını hesablamaq olar.

Gəmi İMA-nın layihələndirmə və zavod təmiri zamanı turbulizatorlu boruları istifadə etməklə onların səmərəliyinin artırmaq olar. Bu məqsədlə (9) formulasında göstərilədiyi kimi iki amili - turbulizatorlu borularda hidravlik müqavimətin və Nusselt kriteriyasının hamar borulara nisbətən artımını nəzərə almaq lazımdır. Əgər (9) formulasındakı şərt ödənilərsə, bu o deməkdir ki (14) formulasına uyğun olaraq İMA-nın səmərəliyinin artması təmin olunacaq.

Nəticə. Gəmi su-su soyuducularında turbulizatorlu boruların istifadəsi, eyni zamanda soyuducu boruların daxildən çirklənməsinin intensivliyinin azalmasına da təsir edəcək. Gəmi su-su soyuducularında boruların daxildən çirklənməsinin intensivliyi gəminin təyinatından və üzmə rayonundan asılı olaraq müxtəlif olur. Belə ki liman gəmilərində su-su soyuducularında soyuducu boruların daxildən çirklənməsinin intensivliyi uzaq səfər gəmilərinə nisbətən daha intensiv olur. Ona görə də istismar zamanı liman gəmilərinin su-su soyuducularında soyuducu boruların daxildən çirklənmə intensivliyini azaltmaq əsas vəzifələrdən biridir. Bu məqsədlə də təklif olunan turbulizatorlu boruların liman gəmilərinin İMA-da tətbiqi daha məqsədəuyğun olardı.

Ədəbiyyat

1. Лакиза, М.В. Исследование теплопередачи в судовых теплообменных аппаратах при интенсификации теплообмена в трубном пространстве и стохастическом процессе его загрязнения / Дисс. кан. тех наук. СПб. / -2017. -178 ст.
2. Каффаров, В.В. Оптимизация теплообменных процессов и систем / В.В.Каффаров., В.П.Мешалкин, Л.В.Гурьева. -М.: Энергоатомиздат, -1988. -192 ст.
3. Калинин, Э.К. Интенсификация теплообмена в каналах / Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер, С.А. Ярхо / -М.: Машиностроение., -1990. -199 ст.

Мəqalə qəbul olunub: 30.04.2021
Təvsiyə ediblər: t.e.d., prof. A.M. Qafarov