

**Վ.Յ. ՄԱՐՈՒԿՅԱՆ, Ն.Բ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Ն.ՅՈ. ԴԱՎԿՅԱՆ**

**АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ  
НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДЕНСАТОРОВ  
ПАРОВЫХ ТУРБИН ТЭС И АЭС**

Исследованы пути повышения надежности (с точки зрения гидравлической герметичности) и теплотехнических показателей конденсаторов паровых турбин ТЭС и АЭС за счет поддержания чистоты внутренних поверхностей охлаждающих трубок, применения коррозионноустойчивых металлов, своевременной диагностики трубопроводной системы, правильных усовершенствованных проектно- конструкторских решений.

**Ключевые слова:** ТЭС, АЭС, конденсационная установка, охлаждающая вода, конденсат, гидравлическая плотность, теплотехнические показатели, коррозионно-стойкие металлы.

**V.Z. MARUKHYAN, N.B. BADALYAN, N.YU. DAVTYAN**

**ANALYSIS OF SOME ISSUES OF RELIABILITY AND INCREASE OF  
PROFIT OF STEAM TURBINE CONDENSERS OF TPPS AND NPPS**

Ways to increase the reliability (from the point of view of hydraulic tightness) and thermotechnical indicators of the condensers of thermal power plants and NPP steam turbines have been investigated, due to the maintenance of the cleanliness of the internal surfaces of the cooling pipes, the use of corrosion-resistant metals, timely diagnosis of the piping system and design with the right design solutions and improvements.

**Keywords:** TPP, NPP, condensing installation, cooling water, condensate, hydraulic density, thermotechnical indicators, corrosion-resistant metals.

ՀՏԴ 621.175

**Ո.Ջ. ՄԱՐՈՒԿՅԱՆ, Ն.ՅՈՒ. ԴԱՎԿՅԱՆ**

**ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐՆԵՐԻ ՊԻՏԱՆԻՈՒԹՅԱՆ ԱՐԱՏՈՐՈՇՄԱՆ ՄԻ ՇԱՐՔ  
ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Հետազոտվել են կոնդենսացիոն տեղակայանքի սարքավորումներում ընթացող ֆիզիկա-քիմիական պրոցեսները: Կատարվել է կոնդենսատորների տարբեր մեթոդներով հաշվարկների արդյունքների համադրական վերլուծություն:

**Առանցքային բաներ.** կոնդենսացիոն տեղակայանք, կոնդենսատորի խողովակափունջ, օդագոլորշային խառնուրդ, ջերմափոխանցման ինտենսիվություն, ջերմահաղորդականության գործակից, մաքրության աստիճան:

Կոնդենսացիոն տեղակայանքների մոնիտորինգի և արատորոշման (դիագնոստիկայի) գործառույթների իրականացումն անհնար է՝ առանց սարքավորում-

ներում ընթացող պրոցեսների ֆիզիկա-քիմիական մոդելավորման: Կոնդենսացիոն տեղակայանքի հաշվարկի համար Համամիութենական ջերմատեխնիկական ինստիտուտի (ВТИ) մեթոդի [1] կիրառման պարագայում կարիք է զգացվում կոնդենսատորում ջերմափոխանցման գործակցի մեծության որոշման համար օգտագործել հետևյալ արտահայտությունը՝

$$K = 4070 \cdot a \cdot \phi_w \cdot \phi_t \cdot \phi_z \cdot \phi_\delta, \quad (1)$$

որտեղ  $a$ -ն մաքրության գործակիցն է, որը հաշվի է առնում ջերմափոխանցման մակերևույթի խողովակների վիճակը և խողովակների մետաղի ջերմահաղորդականության ազդեցությունը (տեխնիկապես մաքուր, տեխնիկական շահագործման կանոններին համապատասխան կոնդենսացիոն տեղակայանքի համար այն ընդունվում է 0.65 – 0.85 միջակայքում),  $\phi_w$ -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում խողովակներում հոսող ջրի շարժման արագության ազդեցությունը,  $\phi_t$ -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում խողովակներում հոսող ջրի ջերմաստիճանի ազդեցությունը,  $\phi_z$ -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում կոնդենսատորում հովացնող ջրի քայլերի թիվը,  $\phi_\delta$ -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում կոնդենսատորի տեսակարար շոգեբեռնվածքի ազդեցությունը:

ԱՄՆ-ի ջերմափոխանցման ինստիտուտի (ИТО США) մշակած հաշվարկային մեթոդում [2], ВТИ մեթոդի նման, ջերմափոխանցման գործակցի որոշման համար ներառված է  $\beta_w$  գործակիցը, որը նախագծման փուլում վերցվում է 0.75 ... 0.85 միջակայքում և կախված է կոնդենսատորի խողովակային համակարգի մաքրության աստիճանից:

Ինչ վերաբերում է  $\beta_t$  գործակցին, ապա վերջինս ջերմափոխանցման գործակցի հաշվարկման ժամանակ հաշվի է առնում կոնդենսատորի մուտքում հովացնող ջրի տարբեր ջերմաստիճանների ազդեցությունը: Խողովակների մետաղի և դրա հաստության ազդեցության գնահատումն իրականացվում է  $b_d$  ուղիղ գործակցի միջոցով:

Լենինգրադի (ներկայիս Սանկտ-Պետերբուրգ) մետաղաշինական գործարանի (ЛМЗ) հաշվարկային մեթոդը [3] հիմնվում է այն կախվածությունների վրա, որն առաջարկվել է «Մետրո - Վիկկերս»-ի կողմից: Հաշվարկի տվյալ մեթոդը հնարավորություն չի տալիս՝ հաշվի առնելու ջերմափոխանցման գործակցի վրա խողովակի տրամագծի, կոնդենսատորի տեսակարար շոգեբեռնվածքի, ջերմափոխանցման մակերևույթի մաքրության աստիճանի և խողովակի պատի հաստության ազդեցությունները: Փորձարարական և հաշվարկային տվյալների զուգամիտությունը, մի շարք կոնդենսացիոն տեղակայանքների համար հաշվարկելիս (ЛМЗ-ի մեթոդով), դիտվում է աղտոտման գործակցի 0.7...0.8 թվային արժեքը ներմուծելիս:

Տուրբոմոտորային գործարանի (TM3)՝ Ուրալի տուրբինային գործարանի (YT3) կողմից մշակված մեթոդով [4] կոնդենսատորի հաշվարկման ժամանակ կոնդենսացիոն տեղակայանքի ջերմափոխանցման գործակցի բազային նշանակությունը որոշվում է BTI մեթոդով, որից հետո դրան ավելացվում է աղտոտող շերտի (խողովակների ներքին մակերևույթ) ջերմային դիմադրությունը ( $R_w = \frac{\delta_w}{\lambda_w}$ ):

Խողովակների նյութի ջերմահաղորդականության հաշվի առնելն իրականացվում է, եթե այն տարբերվում է Ռ68-ից: Դա կատարվում է խողովակի պատի ջերմային դիմադրության ներմուծմամբ՝ հանելով արույրե խողովակի (1 մմ պատի հաստությամբ) ջերմային դիմադրությունը: TM3-YT3-ի շոգետուրբինների կոնդենսատորների ներսարքավորված խողովակափնջերի հաշվարկը հիմնվում է «Մետրո - Վիկկերս»-ի մեթոդի վրա, ընդ որում, ջերմափոխանցման մակերևույթի աղտոտվածության հաշվի առնելը կատարվում է հիմնական խողովակափնջի նման, իրականացնելով համապատասխան ուղղումներ՝ օդահովացուցիչի մակերևույթի համապատասխան չափաբաժնի չափով:

Կոնդենսացիոն տեղակայանքների վերը թվարկված բոլոր հաշվարկները տալիս են կոնդենսատորի ջերմափոխանցման ամբողջ մակերևույթի ջերմափոխանցման գործակցի մեծության միջին գնահատականը՝ ըստ ինտեգրալ ռեժիմների և կոնդենսատորի կոնստրուկտորական բնութագրերի  $W_{\sigma 1}, t_{1h\sigma}, D_{\sigma}, n_{խող}$ : Այս մեթոդով հաշվարկի ընթացքում օդի ներծծումների և խողովակների աղտոտվածության ազդեցությունների տարանջատումը հնարավոր չէ:

Կալուգայի տուրբինաշինական գործարանի (KT3) մշակած մեթոդի [3] համաձայն՝ շոգու ջերմատվության գործակցի որոշումն իրականացվում է՝ հաշվի առնելով օդի ներծծումները (օդագոլորշային խառնուրդ) կոնդենսատոր՝ ըստ հետևյալ արտահայտության՝

$$\alpha_{\mu} = 0.56 \cdot \bar{\alpha}_2 \cdot \varepsilon^{-0.05}, \quad (2)$$

որտեղ  $\bar{\alpha}_2$ -ն հորիզոնական խողովակափնջում մաքուր գոլորշու կոնդենսացման պրոցեսում ջերմատվության գործակցի միջին նշանակությունն է,  $\varepsilon$ -ն՝ գոլորշում օդի հարաբերական պարունակությունը (ըստ տեխնիկական շահագործման կանոնների՝ հաշվարկի ժամանակ այն վերցվում է առավելագույնը):

Այս մեթոդով հաշվի չի առնվում կոնդենսատորի մակերևույթի մաքրության աստիճանի բացահայտ տեսքը:

Ուրալի պետական տեխնիկական համալսարանի (Ուրալի պոլիտեխնիկական ինստիտուտ) ՍԴԿՍ-ՍՈՒ-ի կողմից առաջարկվող մեթոդը նման է KT3-ի մեթոդին: Այս դեպքում իրականացվում է կոնդենսացվող շոգուց խողովակի պատին

ջերմատվության գործակցի որոշում՝  $\alpha_2$  (KT3-ի մեթոդում՝  $\alpha_{\beta}$ ) ըստ հետևյալ արտահայտության՝

$$\alpha_2 = \alpha_{Nu} \cdot \Phi_w \cdot \Phi_{hl} \cdot \Phi_{o\eta} \cdot \Phi_f \cdot \Phi_l, \quad (3)$$

որտեղ  $\alpha_{Nu}$ -ն ջերմատվության գործակիցն է ըստ Նուսելտի,  $\Phi_w$ -ն՝ շոգու արագությունը հաշվի առնող գործակիցը,  $\Phi_{hl}$ -ն՝ կոնդենսատի հոսքը հաշվի առնող գործակիցը,  $\Phi_{o\eta}$ -ն՝ գոլորշում օդի պարունակությունը հաշվի առնող գործակիցը,  $\Phi_f$ -ն՝ խողովակների թրթռումների պարամետրերը հաշվի առնող գործակիցը,  $\Phi_l$ -ն՝ խողովակափնջի հարմարադասումը հաշվի առնող գործակիցը:

KT3-ի և YГTY-YПИ-ի մեթոդները հնարավորություն են տալիս՝ իրականացնելու կոնդենսատորի հաշվարկները տարանջատ, գնահատելով կոնդենսատորում շոգու ճնշման վրա օդի ներծծումների ազդեցությունն առանձին և խողովակային համակարգի աղտոտվածության ազդեցությունն առանձին, քանզի այդ մեթոդները հնարավորություն են տալիս՝ որոշելու շոգու և ջրի ջերմատվության գործակիցները առանձին-առանձին:

Հովացնող ջրում տրոհման հատկությամբ օժտված կալցիումի կարբոնատի 1.0...1.5 մգ-համ./լ կոնցենտրացիայի պարագայում կոնդենսատորի մակերևույթի խողովակների ներքին մակերեսի վրա աղանստվածքաշերտի հաստության աճը կազմում է 0.3 ... 0.5 մմ/տարի:

Ընդ որում, ջերմափոխանցման գործակիցը նվազում է ավելի քան 3.5 անգամ, իսկ հիդրավլիկ դիմադրությունը աճում է մինչև 15 %:

Համաձայն տեխնիկական շահագործման կանոնների՝ կոնդենսատորների խողովակափնջերի աղտոտման հետևանքով ճնշման թույլատրելի մեծացումը կազմում է ոչ ավելի 0.5 կՊա, որից հետո պարտադիր պետք է իրականացվի վերջինիս մաքրումը: Հովացման մակերևույթի խողովակների մոտավորապես 10 %-ի շարքից դուրս գալու դեպքում անհրաժեշտ է խողովակափնջի լրիվ փոխարինում:

Հաշվի առնելով հովացնող ջրի պոտենցիալ հնարավորությունը կոռոզիոն ազդեցիվության առումով՝ անհրաժեշտ է նկատի ունենալ, որ պղնձի համաձուլվածքների համար վտանգ են ներկայացնում ալկալիահողային կատիոնների ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ) բարձր պարունակությամբ ջրերը, հատկապես քլորիդների ներկայության պայմաններում:

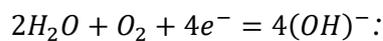
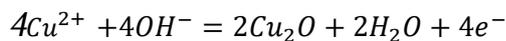
Առավել հավանական են խողովակների անհամասեռ մակերևույթի տեղերում խոցային (պիտտինգային) բնույթի կոռոզիոն վնասվածքները:

Արույրի (Պ62, Պ68, Պ96, Պ0-70-1) տեսակները ենթակա են ցինկազրկման, որի դեպքում կոռոզիայի է ենթարկվում հիմնականում ցինկը, իսկ պղինձը մնում

է մակերեւոյթի վրա ծակոտկեն շերտի տեսքով: Արոյրի կոռոզիայի արագութիւնը հասնում է մինչև  $0.6 \text{ գ/ւ}^2 \text{ 24 ժ}$ :

Հովացնող ջրում  $\text{CO}_2$ -ի մեծ կոնցենտրացիան հանգեցնում է կոռոզիայի արագութեան աճի, որը նոյնպէս ուղեկցվում է ցինկազրկմամբ:

Ընդհանուր ոչ մեծ աղապարունակությամբ ջրում արոյրի կոռոզիակայունութիւնը հիմնականում կախված է նրա մակերևութին պղնձի ենթօքսիդի ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) պասսիվացնող շերտի առաջացմամբ՝ ջրի և թթվածնի ազդեցության տակ՝



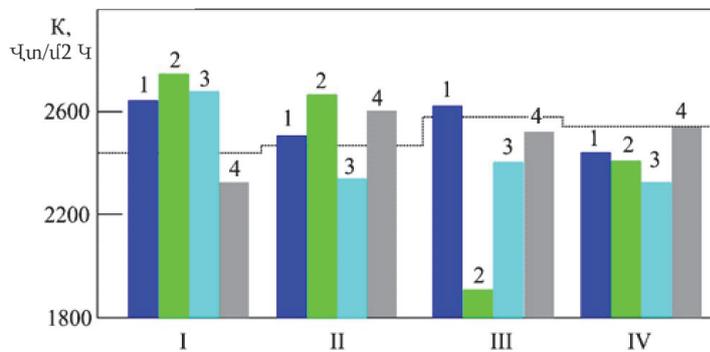
$\text{Cu}_2\text{O}$ -ի պասսիվ թաղանթն արագորեն հասնում է սահմանային հաստութեանը՝ շնորհիվ պղնձի իոնների դեպի սկզբնական արատները զգալի տարաշարժի պատճառով: Մի շարք դեպքերում խոցային կոռոզիան ունի միկրոկենսաբանական բնույթ, ինչը հետևանք է սուլֆատավերականգնող մանրէների ազդեցության, որոնք առկա են հովացնող ջրում: Մանրէների օրգանական թթուների տեսքով նյութափոխանակության արգասիքները քայքայում են պղնձի օքսիդների ( $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) պաշտպանիչ թաղանթը, ինչն էլ իր հերթին հանգեցնում է տեղային կոռոզիայի օջախների առաջացմանը:

Խոցային կոռոզիան հանդիսանում է նստվածքաշերտագոյացումների ուղղակի հետևանք, քանզի այդ շերտի տակ՝ մետաղի մակերևութին, ստեղծվում են բոլոր անհրաժեշտ նախադրյալները կոռոզիոն պրոցեսների ընթացման համար: Այդ պրոցեսը հատկապէս ինտենսիվ է, եթե նստվածքաշերտն ունի փխրուն և ծակոտկեն կառուցվածք, և բացակայում են մետաղի մակերևութի թթվածնի, ածխաթթու գազի և կոռոզիոն ակտիվ իոնների թափանցումն արգելակող պայմանները:

Օդի ներծծումների և աղտոտվածութեան ազդեցութիւնը հաշվի առնելու համար անհրաժեշտ է ճշտորեն իմանալ խողովակների ներքին մակերևութների վրա նստվածքագոյացումների ջերմային դիմադրութիւնը և դեպի կոնդենսացիոն տեղակայանք օդի ներծծումների մեծութիւնը: Շահագործման պայմաններում աշխատող կոնդենսատորի վրա այդ պարամետրերի անմիջական չափումների կազմակերպումը բավականաչափ դժվարին խնդիր է: Առկա են նաև բարդութիւններ կոնդենսացիոն տեղակայանքում ջերմափոխանցման պրոցեսի վերլուծութեան տեսանկյունից: Վերջինս կապված է այն բանի հետ, որ պրոցեսի պարամետրերի որևէ մեկի փոփոխութիւնը հանգեցնում է տեղային պարամետրերի և խողովակափնջում ջերմափոխանցման ինտենսիվութեան վերաբաշխմանը:

Կոնդենսացիոն տեղակայանքում ջերմափոխանցման պրոցեսի վրա ազդող տարբեր գործոնների խիստ հաշվառումը բարդացված է նաև կոնդենսատորի ծավալում արագության եռաչափ դաշտերի և օդագոյորշային խառնուրդի այլ պարամետրերի որոշմամբ և մաթեմատիկական նկարագրմամբ: Հաշվի առնելով վերոնշյալը՝ ՄԴԿ-ՄՈՒ-ի և ԿԿՅ-ի մեթոդների կիրառմամբ կոնդենսացիոն տեղակայանքի ամբողջական արատորոշումը նույնպես բարդ խնդիր է:

Ստորև նկ.1-ում բերվում է վերոնշյալ տարբեր մեթոդներով կոնդենսատորների հաշվարկների (անվանական ռեժիմով աշխատելիս) արդյունքների և շահագործման պայմաններում արդյունաբերական փորձարկումների արդյունքների համադրական գրաֆիկական վերլուծությունը:



Նկ. 1. *ԲՏԻ-ի մեթոդ (a=0.8), 2. ՄՏՕ ՇՄԱ-ի մեթոդ (β<sub>աշխ</sub>=0,6), 3. ԿԿՅ-ի մեթոդ (ε-ը վերցված է առավելագույն թույլատրելին), 4. ՄԴԿ-ՄՈՒ-ի մեթոդ.*

- I. K-200-130 շոգեպտուրբինի կոնդենսատոր, II. K-500-240 շոգեպտուրբինի կոնդենսատոր, III. K-800-240 շոգեպտուրբինի կոնդենսատոր, IV. T-110/120-130 շոգեպտուրբինի կոնդենսատոր, փորձնական տվյալներ*

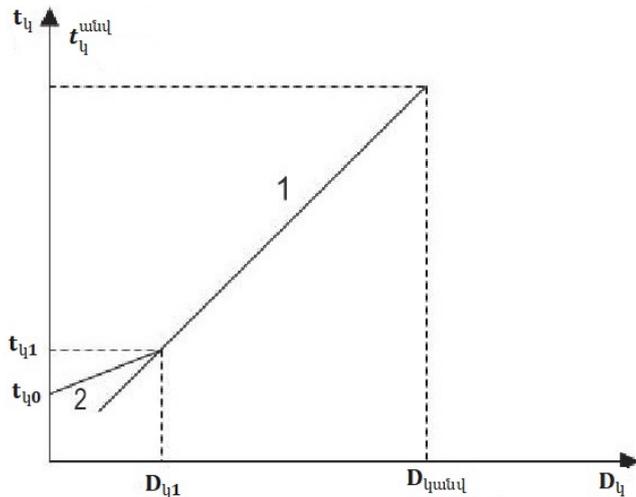
Նկ.1-ի հաշվարկային տվյալները հաշվվել են կոնդենսատորի անվանական ռեժիմով աշխատանքի դեպքում՝  $D_{\text{կ}} = D_{\text{կ}}^{\text{անվ}}$ ,  $G_{\text{օ}} = G_{\text{օ}}^{\text{անվ}}$ ,  $t_{1\text{հօ}} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ :

Ինչպես երևում է նկարից, փորձնական տվյալների և տարբեր մեթոդներով հաշվարկված ջերմափոխանցման գործակցի տվյալների տարամիտումը կազմում է մոտավորապես 20 %: Այսպիսի շեղումը միանգամայն բավարար է: Այսինքն վերը բերված մեթոդներով կարելի է բավարար ճշգրտությամբ իրականացնել տեխնիկապես մաքուր կոնդենսատորի ջերմային հաշվարկը, երբ օդի ներծծումների ազդեցությունը էական չէ, օրինակ՝ դեպի կոնդենսատոր շոգու մեծ ծախսի պայմաններում:

[5] աշխատանքում ներկայացված մեթոդը, ի տարբերություն վերը թվարկածի, հնարավորություն է տալիս՝ բավականին խստորեն հաշվի առնելու կոն-

դենսատորում շոգու ճնշման վրա օդի ներծծումների ազդեցությունը՝ կոնդենսատորի ծավալում օդի պարզիալ ճնշման հաշվարկման միջոցով:

Ընդհանուր առմամբ տվյալ մեթոդի սկզբունքային դրույթները հետևյալն են: Նշենք, որ մեթոդը հիմնվում է կոնդենսատորի և էժեկտորի համատեղ աշխատանքի բնութագրի վրա [3] (նկ. 2):



Նկ. 2. Կոնդենսատորի և էժեկտորի համատեղ բնութագիրը

Կոնդենսատորի և էժեկտորի համատեղ բնութագիրը կարելի է տրոհել 2 տեղամասի: Թիվ 1 տեղամասը բնութագրում է կոնդենսացիոն տեղակայանքի աշխատանքը դեպի կոնդենսատոր շոգու մեծ ծախսի պայմաններում:  $D$  -ի փոփոխության այդ միջակայքում, օդի ներծծումների նորմատիվ մեծությունների պարագայում, էժեկտորը կոնդենսացիոն տեղակայանքի աշխատանքի արդյունավետության վրա ազդեցություն չի ունենում: Թիվ 2 տեղամասը ներկայացնում է կոնդենսատոր – էժեկտոր համակարգի համատեղ բնութագիրը: Այս տեղամասը բնութագրում է կոնդենսատորի աշխատանքը շոգու փոքր ծախսերի պայմաններում: Փոքր ծախսային ռեժիմներում օդի ներծծումները էական ազդեցություն են ունենում ջերմափոխանցման գործակցի վրա: Ուստի, թիվ 1 տեղամասը կարող է հաշվարկվել վերը բերված մեթոդներից որևէ մեկով, իսկ թիվ 2 տեղամասի հաշվարկը կկատարվի [3,5] – ում առաջարկված մեթոդով:

Եվ որպես ամփոփիչ եզրահանգում ուշագրավ մտորումների տեղիք կարող է տալ [5] - ում գրեթե մեկ տասնյակի հասնող արտասահմանյան մի շարք մեթոդների վերլուծության ներկայացումը՝ շոգետուրբինների կոնդենսատորների ջերմափոխանցման գործակիցների գնահատման միջոցով ստացված  $P_g$ -ների և դրանց փորձնական տվյալների համադրմամբ 100 ՄՎտ-ից մինչև 800 ՄՎտ

հզորության տուրբաագրեգատների կտրվածքով: Այդ առումով, որպես օրինակ, ստորև բերվող աղյուսակում տրվում են K-220-44 XTF3 տուրբատեղակայանքի կոնդենսատորի համար հաշվարկային և փորձարարական տվյալների համադրումը:

Աղյուսակ

Կոնդենսատոր տրվող շոգու ծախսը, տ/ժ	Հովացնող ջրի ծախսը, $m^3/d$	Հովացնող ջրի ջերմաստիճանը կոնդենսատորի մուտքում, °C	Շոգու ճնշումը, կՊա			
			Փորձ	Հաշվարկի արդյունքները ըստ մեթոդների		
				ВТИ	КТЗ	УГТУ-УПИ
144.5	15227	1.7	1.92	1.49	1.31	1.81
93.1	14595	2.1	1.83	1.41	1.10	1.70
264.1	17170	3.3	2.70	1.96	2.15	2.55
241.0	16895	3.5	2.57	1.89	2.02	2.42
336.4	18162	4.2	3.30	2.37	2.78	3.11
360.0	18275	5.0	3.59	2.61	3.12	3.39
176.5	16360	7.7	2.57	2.06	2.09	2.44
129.0	15945	8.3	2.38	1.94	1.84	2.26
221.1	17075	12.7	3.475	2.90	3.20	3.33

**Եզրակացություն.** Կոնդենսատորի բնութագրի հաշվարկի համար այս կամ այն մեթոդի ընտրությունը որոշվում է նախապատվությամբ և պատրաստող գործարանի ձևավորած գործնական հանգամանքներով: Կոնդենսատորների արտասահմանյան արտադրողները՝ թե եվրոպական և թե ամերիկյան, լայնորեն օգտագործում են ԱՄՆ Ջերմափոխանցման ինստիտուտի (ՋՓԻ) հաշվարկային մեթոդը՝ երբեմն կատարելով որոշակի ուղղումներ: Օրինակ, ABB-ին լրացուցիչ հաշվի է առնում խողովակափնջի կոմպակտության գործոնը, որը ներկայացնում է մոդուլի ծայրամասային խողովակների թվի հարաբերությունը խողովակների լրիվ թվին: Որոշակի ստանդարտը տալիս է երաշխավորություններ և առնչություններ ջերմային և հիդրավլիկական հաշվարկների համար, ընդ որում, սահմանափակելով խողովակներում ջրի շարժման արագությունը 0,9 մ/վ և նվազագույն թերտաքացումը՝ վերցնելով այն 2,8 °C (5 °F):

Կոնդենսատորների ջերմային և հիդրավլիկական հաշվարկների գոյություն ունեցող մեթոդները բավականաչափ բավարար են էսքիզային նախագծման և շահագործման հսկողության նպատակների համար: Սակայն կոնդենսատորներում ընթացող ֆիզիկական պրոցեսների խոր հետազոտման համար կիրառվում են ժամանակակից հաշվողական ծրագրային փաթեթների ու գործիքամիջոցների թվային մոդելավորման մեթոդները:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Кирсанов И.Н.** Конденсационные установки. – М.; Л.: Энергия, 1965. – 376 с.
2. **Standards for Steam Surface Condensers.** - 10-th edition. - Cleveland, Ohio: Heat Exchange Institute, 2011. - 101 p.
3. **Методические указания** по эксплуатации конденсационных установок паровых турбин электростанции: РД 34.30.501 : Утв. Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 04.06.1985; Ввод. в действие с 01.07.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 102 с.
4. **Методические указания** по составлению и содержанию энергетических характеристик оборудования тепловых электростанций – РД 34.09.155-93: раз. «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»: Утв. Министерством топлива и энергетики России 22.09.93; Ввод. в действие с 01.12.93, с изм. № 1 от 21.07.99 г.
5. **Ледуховский Г.В., Поспелов А.А.** Конденсационные установки паровых турбин: Расчет энергетических характеристик: Учебное пособие.- Иваново, 2014.- 112с.

**Վ.Յ. ՄԱՐՈՒԿՅԱՆ, Ն.ՅՈՒ ԴԱՎՏՅԱՆ**

### **АНАЛИЗ РЯДА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИГОДНОСТИ КОНДЕНСАТОРОВ**

Исследованы физико-химические процессы, протекающие в конденсационных установках. Проведен сравнительный анализ результатов расчетов конденсаторов разными методами.

**Ключевые слова:** конденсационная установка, конденсаторный пучок труб, паровоздушная смесь, интенсивность теплоотдачи, коэффициент теплопроводности, степень чистоты.

**V.Z. MARUKHYAN, N.YU. DAVTYAN**

### **ANALYSIS OF METHODS OF DETERMINING THE SUITABILITY OF CAPACITORS**

The physical and chemical processes occurring in the equipment of condensation units are investigated. A comparative analysis of the results of calculations of capacitors using different methods is carried out.

**Keywords:** condensing unit, condenser tube bundle, steam-air mixture, heat transfer intensity, thermal conductivity coefficient, degree of purity.