

PORSHENLI KOMPRESSORNING HAVO SOVUTKICHLARINING ISSIQLIK ALMASHINUVI YUZALARIDA QURUM HOSIL BO‘LISH JARAYONLARINI TAHLILI

Yuldoshov Husniddin Ergashovich

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali “Elektr texnikasi va elektr mexanikasi” kafedrası v.b. dotsenti., PhD

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10873757>

Annotatsiya: Ushbu maqolada kompressorga siqilgan havoni sovutishda qo‘llaniladigan havo sovutgichi issiqlik almashinuvchi yuzalarida qurum qalinligini aniqlash masalasi ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Kompressor, siqilgan havo, havo sovutgich, suvning qattiqligi, qurumning termik qarshiligi, qurum yuzasining harorati

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ НА ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Аннотация: В данной статье будет рассмотрен вопрос определения толщины накипа на теплообменных поверхностях воздухоохладителя, применяемый при охлаждении сжатого воздуха к компрессору.

Ключевые слова: Компрессор, сжатый воздух, воздухоохладитель, жесткость воды, термическое сопротивление накипа, температура поверхности накипа

ANALYSIS OF SCALE FORMATION PROCESSES ON HEAT EXCHANGE SURFACES OF PISTON COMPRESSOR AIR COOLERS

Abstract: This article will consider the issue of determining the thickness of scale on the heat exchange surfaces of the air cooler used for cooling compressed air to the compressor.

Keywords: Compressor, compressed air, air cooler, water hardness, thermal resistance of scale, scale surface temperature

KIRISH

Issiqlik almashinuvchi yuzalarida qurumning paydo bo‘lishi kabi hodisa issiqlik uzatish intensivligini sezilarli darajada kamaytiradi va qurum qatlamining qo‘shimcha issiqlik qarshiligini yuzaga kelishi hisobiga kompressor uskunasi sovitish tizimining samarali ishlashiga salbiy ta‘sir qiladi. Bundan tashqari, quvurlarning o‘tkazish maydoni kamayadi, bu issiqlik almashtirgichdagi bosimning sezilarli darajada oshishiga olib kelishi mumkin. Quvurli sovutgichlardan foydalanish issiqlikni suvga yaxshi o‘tkazadigan, sovutgichlarning energiya tejamkor turlaridan biridir.

TADQIQOD MATERIALLARI VA METODOLOGIYASI

Issiqlik almashinuvchi yuzalarida qurumlarning shakllanishi bir qator omillar bilan belgilanadi, ular orasida eng muhimlaridan biri suvning harorati va qattiqligidir. Qurum hosil bo‘lish tezligiga suvning harorati va qurum qatlami hosil bo‘lgan yuza harorati katta ta‘sir ko‘rsatadi. Bu issiqlik almashinuvchi yuzasida qurumlarning hosil bo‘lishi tezligida sezilarli farqlarga olib keladi va quvurda umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyentlari va bosimni yo‘qotish xususiyatlarini taqsimlashga sezilarli ta‘sir qiladi. Moddalarning cho‘kishiga ta‘sir qiluvchi yana bir muhim omil - bu issiqlik almashinuvchi yuzasida surilish kuchlanishidir va ushbu kuchlanishni oshirish qurum hosil bo‘lishini sezilarli darajada kamaytirish va sovutgich konstruksiyasida

tejamkor yechimlarni taqdim etishi mumkin. Suyuqlikning harorati qurumni issiqlik qarshiligining o'zgarishi bilan issiqlik almashinuvi yuzasi bo'ylab o'zgaradi. Bu issiqlik almashinuvi yuzasida qurum hosil bo'lish tezligi va uning qalinligida sezilarli farqlarga olib keladi.

Issiqlik almashinuvi yuzasida qurum shakllanishi sezilarli darajada sovutish suvining harorati va xususiyatlariga bog'liqdir. Shu bilan birga, o'sib borayotgan qurum qatlami suvning erkin o'tishi uchun quvurning maydonini kamaytirish va oqim chegarasidagi shagalligini o'zgartirish orqali oqimda turli o'zgarishlar yuzaga kelishiga olib keladi. Qurum qatlami shuningdek, yuza haroratiga ta'sir qiluvchi qo'shimcha termik qarshilikni keltirib chiqaradi. Bu xususiyatlarning barchasi kompressor uskunasi sovutish tizimini matematik modellashtirishda hisobga olinadi.

Oraliq yoki so'nggi sovutgichda havodan chiqarilgan issiqlik quyidagicha aniqlanadi :

$$Q_{\text{sov}} = G \cdot c_s \cdot (t_1 - t_2), \text{ Dj}, \quad (1)$$

bunda G- siqilgan havo sarfi, kg;

t_1 – sovutgichga kiruvchi havo harorati, °C;

t_2 - sovutgichdan chiquvchi havo harorati, °C;

c_s – havoning issiqlik sig'imi, $\frac{\text{Dj}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Kristallanish va cho'kmaning zarrachalar shaklida cho'kishi, qurum hosil bo'lish tezligi, qurum hosil bo'lish jaddaligi φ_d va qurumni olib tashlash jadalligi o'rtasidagi farq sifatida ifodalanadi, ya'ni:

$$\frac{d\sigma_f}{d\epsilon} = \varphi_d - \beta \cdot \tau_\omega \cdot \sigma_f, \quad \frac{\text{mm}}{\text{s}}, \quad (2)$$

bunda σ_f – qurum qatlamining qalinligi, mm;

ϵ – vaqt, s;

τ_ω – devor bo'ylab surilish kuchlanishi, Pa;

β – empirik koeffitssiyenti, $\frac{1}{\text{Pa} \cdot \text{s}}$.

Qurumning termik qarshiligi

$$R_f = \frac{\sigma_f}{\alpha_f}, \quad \text{m}^2 \text{ K/Vt}, \quad (3)$$

bunda α_f – qurumning issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti, $\frac{\text{Vt}}{\text{m} \cdot \text{K}}$.

Qurum hosil bo'lishining jadalligi quyidagicha ifoda qilinadi:

$$\varphi_d = \frac{A_T \cdot P_{\text{si}} \cdot T_s^{2/3} \cdot \rho^{2/3} \cdot \mu^{-4/3}}{1 + B_T \cdot P_{\text{si}} \cdot 2 \cdot \tau_\omega \cdot T_s^{2/3} \cdot \rho^{-4/3} \cdot \mu^{-1/3} \cdot \exp\left(\frac{E}{R \cdot T_s}\right)}, \quad \text{m}, \quad (4)$$

$$P_{\text{si}} = \frac{2 \cdot \tau_\omega^{1-1/1.75}}{\rho} \cdot \left[\frac{2D_e^{0.25}}{0.0791 \cdot \mu^{0.25} \cdot \rho^{0.75}} \right]^{-1/1.75}, \quad \text{m}, \quad (5)$$

bunda T_s - yuza harorati, °C;

ρ – oqim zichligi, kg/m^3 ;

μ – suyuqlikning dinamik yopishqoqligi, Pa·s;

R – universal gaz doimiyligi, $\frac{\text{Dj}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$;

$A_T, B_T,$ va E – sovutish suvining fizik tabiyatiga bog'liq bo'lgan empirik o'lchamlar.

Sovutuvchi suvning haroratini quvur uzunligi bo'ylab o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi

$$\frac{dT_2}{dx} = \frac{q \cdot P}{g_2 \cdot C_{p2}}, \quad (6)$$

bunda q – solishtirma issiqlik oqimi, $\frac{\text{Vt}}{\text{m}^2}$;

g_2 – suvning og‘irlik sarfi, kg/s ;

C_{p2} – suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, $\text{Dj/kg} \cdot \text{K}$;

P – quvur perimetri, m.

$$\frac{dT_1}{dx} = \frac{dT_2}{dx} \cdot \frac{g_2 \cdot C_{p2}}{g_1 \cdot C_{p1}}, \quad (7)$$

bunda g_1 – sovutiluvchi siqilgan havo og‘irlik sarfi, kg/s ;

C_{p1} – sovutiluvchi siqilgan havoning solishtirma issiqlik sig‘imi, $\text{Dj/kg} \cdot \text{K}$.

Issiqlik o‘tkazish yuzasi bo‘yicha solishtirma issiqlik oqimi:

$$q = U \cdot (T_1 - T_2), \quad \text{Vt/m}^2, \quad (8)$$

bunda U – issiqlik o‘tkazishning umumiy koeffitsiyenti, $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$;

T_1 va T_2 – mos ravishda sovutuvchi suvning kirish va chiqishdagi harorati, $^{\circ}\text{C}$.

$$U = \left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2} + R_f + \frac{\delta_\omega}{\lambda_w} \right)^{-1}, \quad (9)$$

bunda δ_ω – quvurning metalini qalinligi, m;

λ_w – issiqlik uzatuvchi quvurning issiqlik o‘tkazuvchanligi, $\text{Vt/m} \cdot \text{K}$;

θ_1 va θ_2 – mos ravishda siqilgan havo va sovutuvchi suvning issiqlik uzatishi, $\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$.

Qurum yuzasining harorati:

$$T_s = \frac{U}{\theta_2} (T_1 - T_2) + T_2, \quad ^{\circ}\text{C}. \quad (10)$$

Issiqlik uzatish koeffitsiyentlari quvurlarning geometriyasi va suyuqlikning termofizik xususiyatlaridan issiqlik almashinuvchisi yuzasida bosimning pasayishi va issiqlik almashinuvchi uchun korrelyatsiya tenglamalariga muvofiq hisoblanadi. Ushbu korrelyatsiyalar umumiy ko‘rinishda quyidagicha ifodalanadi:

$$\theta_j = \theta_j(W_j, de_j), \quad (11)$$

bunda W – quvurdagi oqim tezligi, m/s;

de – quvurning ekvivalent diametri, mm.

Issiqlik almashinuvchi yuzalarida qurum hosil bo‘lishini hisobga olgan holda, oqimning tezligi va ekvivalent diametri quyidagicha aniqlanadi:

$$W_2 = \frac{g_2}{(f_c - \delta_f \cdot P) \cdot \rho_2}, \quad \text{m/s}, \quad (12)$$

$$de_2 = de_1 - 2\delta_f, \quad \text{m}. \quad (13)$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalarni hisobga olgan holda qurumning termik qarshiligi va uning issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti sovutuvchi suvnikidan pastligi natijasida siqilgan havodan o‘tkaziladigan issiqlik quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q_c = \sum_1^z G_c \cdot \alpha_f \cdot (t_1 - t_2), \quad \text{Dj}. \quad (14)$$

Yuqoridagi ifodalar orqali sovutgich quvurdagi qurumning qalinligini sovutish tizimini ekspluatatsiyasi davomida aniqlash mushkul hisoblanadi. Buning uchun sovutgich quvuridagi suyuqlikni temperaturasini o‘zgarishi va suyuqlikdagi qattiq moddalar konsenratsiyasini hisobga olgan holda aniqlashning imkoni yo‘qligi tufayli bu parametrlarni ta‘sirini hisobga olgan holda quvurlarda qurum hosil bo‘lishi qalinligini nazariy hisoblash uchun quyidagi ifodani taklif etamiz

$$\delta_f = R \cdot \sqrt{\frac{G \cdot t(1 + \gamma \cdot T_0)}{\pi \cdot \rho_0 \cdot \Sigma l}}, \quad \text{m}, \quad (15)$$

bu yerda, R -quvur radiusi, m;
 t -suvning oqib o'tish vaqti, soat;
 ρ_0 - suyuqlikni boshlang'ich zichligi, kg/m^3 ;
 γ -zichlikning temperaturaga bog'liqlik koeffitsiyenti, $1/^\circ\text{C}$;
 T_0 - suvning boshlang'ich harorati, $^\circ\text{C}$;
 G -suyuqlikdagi qattiq moddalar konsentratsiyasi, mg/kg ;
 Σl -quvur uzunligi, m.

TADQIQOT NATIJALARI

Yuqoridagi (15) ifoda asosida Delphi dasturlash tilida porshenli kompressor oraliq va so'ngi sovutgich quvurlarida hosil bo'ladigan qurum qalinligini aniqlash imkonini beruvchi dasturiy ta'minot yaratildi.

MUHOKAMA

Sovutish uchun ishlatiladigan suvning tarkibida ko'p miqdorda tuz va turli xil aralashmalar mavjud. Ko'p hollarda suvning umumiy qattiqligi 20 mg-ekv/l (Ca -12 mg/l; Mg -8 mg/l) gacha yetadi, bu turg'un kompressor uskunalari, havo quvurlari va gaz quvurlarini loyihalash va havfsiz ishlatish qoidalarida ruxsat etilganidan deyarli 3 baravar yuqori ko'rsatkichdir. Sovituvchi suvning qattiqlashuvi kompressorning havo sovutgichlarining issiqlik almashinuvi yuzalarida qurum hosil bo'lishiga olib keladi. Masalan, Navoiy kon-metallurgiya kombinatiga tegishli «Qoraqo'tan» konida kompressorlarni ekspluatatsiya qilish tajribasi shuni ko'rsatdiki, qurum hosil bo'lish tezligi yiliga 8-10 mm va undan ortiqni tashkil qiladi. Qurumlarning o'sishi tufayli issiqlik uzatish jadalligining pasayishi, kompressor uskunalarning samaradorligi va xavfsizligini pasayishiga olib keladi. Xususan, havo harorati taxminan 150°C bo'lganda, detonatsiya portlashlarga sabab bo'lgan havo kommunikatsiyalarida kuyik-moy (nagar) qatlamlarini o'z-o'zidan yonishi sodir bo'lishi mumkin. Shu bilan birga, konchilik korxonalarida kompressor uskunalarning ekspluatatsiyasini tahlili shuni ko'rsatadiki, kompressorning ikkinchi bosqichidan keyin siqilgan havo harorati 150 - 160°C ga, yozgi mavsumda esa 170°C gacha va undan yuqori bo'ladi.

XULOSA

Porshenli kompressorning havo sovutkichlarining issiqlik almashinuvi yuzalarida qurum hosil bo'lishini asosiy kattaliklar orqali ya'ni temperatura, suvning boshlang'ich harorati, suvning qattiqligini miqdorini bilgan holda sovutgich quvurida hosil bo'lgan qurumni tozalashni optimal muddatini oldindan aniqlashni imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abduazizov N.A., Xatamova D.N., Djurayev R.U. Анализ работы систем охлаждения рудничных поршневых компрессорных установок. // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2021. - №1. – ст.104-107.
2. Алексеев В.В. Стационарные машины. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 416 с.
3. Муратов, Г. Г., Ганиев, С. Т., Райхонов, Ш. З., Юлдошов, Х. Э., & Жураев, А. Ш. (2018). Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Точная наука.–2018, 25, 16-19.
4. Ergashovich, Yuldoshov Husniddin, Abdumutalov Abrorbek Abdujabbor O'G'Li, and O'G. Qo'Shboyev Azimjon Nizomiddin. "Siqilgan havo sovutish sifatini kompressor qurilmasining samaradorligiga ta'sirini o'rganish." Ta'lim fidoyilari 21.6 (2022): 25-28.

5. Хатамова, Д. Н. "Стационар кон компрессор қурилмалари совутиш тизимининг айланма сувини юмшатиш учун қурилма ишлаб чиқиш." *Инновацион технологиялар* 2.2 (46) (2022): 72-77.
6. Ergashovich, Yuldoshov Husniddin, Uralov Jasur Toshpo‘latovich, and Xamdamiy Azizjon Olimjon o‘g‘li. "KOMPRESSORNING ORALIQ VA OXIRGI SOVUTGICHLARINING ISSIQLIK ALMASHINUV YUZALARIDA CHO‘KINDILARNI SHAKLLANTIRISHNI KAMAYTIRISH UCHUN TEXNIK YECHIMLARNI ISHLAB CHIQUV." *PEDAGOGS* 47.2 (2023): 38-43.
7. Ergashovich, Yuldoshov Husniddin. "KOMPRESSOR SO‘RAYOTGAN HAVONI SOVUTISHNING SAMARALI TEXNIK YECHIMINI ISHLAB CHIQUV." *TADQIQOTLAR* 28.1 (2023): 86-92.
8. Umarxonovich, Djurayev Rustam, and Yuldoshov Husniddin Ergashovich. "KOMPRESSORNING MOYLASH TIZIMIDA IFLOSLANISHNI NATIJASIDA YUZAGA KELADIGAN NOSOZLIK LARNING TADQIQOTI." *Research Focus* 1.2 (2022): 85-90.
9. Umarxonovich, Djurayev Rustam, and Yuldoshov Husniddin Ergashovich. "KOMPRESSORGA SO‘RILUVCHI HAVONING IFLOSLANGANLIGINI UNING SAMARADORLIGIGA TA‘SIRINI TADQIQOTI." *Research Focus* 1.2 (2022): 57-61.
10. Djurayev, R. U., and S. T. Ganiyev. "BURG ‘ULASH ISHLARIDA QO‘LLANILADIGAN DIZEL ELEKTR STANSIYASI ICHKI YONUV DVIKATELINING TUTUN GAZLARI EJEKSIYASI UNING SAMARADORLIGIGA TA‘SIRINI TADQIQ QILISH." *Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali* 1.15 (2022): 29-33.
11. Umarxonovich, Djurayev Rustam, and Yuldoshov Husniddin Ergashovich. "KOMPRESSORGA SO‘RILUVCHI HAVONING IFLOSLANGANLIGINI UNING SAMARADORLIGIGA TA‘SIRINI TADQIQOTI." *Research Focus* 1.2 (2022): 57-61.