



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
BUXORO YUQORI TEXNOLOGIYALAR MUHANDISLIK-
TEXNIKA INSTITUTI**

«NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI» kafedrası

Oliy ta'limning

"Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi"

yo'nalishi uchun

**“Neft va gazni qayta ishlash korxonalari jihoz va uskunalari”
fanidanamaliy mashg'ulotlar bajarilishi bo'yicha**

USLUBIY KO'RSATMA

BUXORO – 2012 yil

Tuzuvchi:

dost. Adizov B.Z.

Takrizchilar:

t.f.n. Murodov M.

k.f.n. Sharipov Q.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1-bob. Asosiy konstruktion materiallar va ularni tanlash.....	83
2-bob. Hidravlik hisoblar.....	8
2.1. Trubalarning gidravlik karshiliklarini xisoblash.....	8
2.2. Trubalarning optimal diametrini xisoblash.....	11
2.3. Nasos va ventilyatorlarni xisoblash.....	11
2.4. Stiklonlarni xisoblash.....	19
III- bob. Issiklik almashinish kurilmalarini xisoblash... ..	23
3.1.Issiklik almashinish kurilmalarini texnologik xisoblashning umumiy sxemasi.....	23
3.2. Issiklik berish koeffistentini xisoblash uchun tenglamalar.....	25
3.3. Issiklik almashinish kurilmalarining asosiy parametrlari va konsrukstiyalari.....	37
3.4. Issiklik almashinish kurilmalarini xisoblash.....	62
3.5. Xavoli sovutkichni xisoblash.....	
3.6. Trubali stilindrsimon vertikal pechni xisoblash.....	
3.7. Utxonasi devori nurlanuvchan trubali pechni xisoblash.....	
4-bob. Modda almashinish kurilmalarini xisoblash.....	
4.1. Rektifikastion kolonnani xisoblash.....	
4.2. Frakstiyalovchi absorberni xisoblash.....	
4.3. Rotor-diskli ekstraktor xisobi.....	73
4.4. Ekstrakstion kolonnani xisoblash.....	
5-bob. Reaktorlarni xisoblash.....	
5.1. Trubali piroliz reaktorini xisoblash.....	
5.2. Katalizatorning mavxum kaynash katlamli katalitik kreking kurilmasi reaktorini xisoblash.....	
Foydalanilgan adabiyotlar ruyxati.....	102

1-bob. ASOSIY KONSTRUKSION MATERIALLAR VA ULARNI TANLASH

Neft va gazni kayta ishlash sanoatining qurilmalarini loyihalash jarayonida paydo bo'ladigan qurilmani tarkibiy qismlari uchun loyiq va mos materiallarni tanlash eng asosiy va o'ta mas'uliyatli masalalardan biridir.

Materiallarni tanlashda ularning quyidagi asosiy xususiyatlarni hisobga olinishi kerak:

- mustahkamligi;
- issiqlikka bardoshliligi;
- emirilishga qarshi kimyoviy chidamliligi;
- fizik xossalari;
- texnologik karakteristikalar, tarkibi va tuzilishi;
- narxi va uni ishlab chiqarish mumkinligi.

Materialning xossalari qo'llanilish sohasiga, ya'ni undagi muhitlarga chambarchas va kattik bo'liqdir. Muhitning temperaturasi o'zgarishi bilan materialning xamma mexanik xossalari -korroziyaga chidamliligi, qayta ishlanishga moyilligi - keskin o'zgaradi. Shuning uchun materialni tanlashda korroziyaga chidamliligiga alohida e'tibor berishi kerak, chunki bu ko'rsatkichga uning uzoq muddat davomida ishlatilishi uzviy bo'liqdir. Undan tashqari, korroziya natijasida emirilgan material olinayotgan mahsulot sifatini pasaytiradi, rangini yomonlashtiradi. Yana shuni nazarda tutish kerakki, qurilmaning materiali qo'shimcha reakstiyalar uchun katalizator ham bo'lib qolishi mumkin.

Kimyoviy chidamliligi jihatdan materialning yarokligini baxolash mezonlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Materialning korrozion chidamlilik shkalasi

Chidamlilik guruhi	Korrozion Chidamlilik balli	Korroziya tezligi, mm/yil
Juda chidamli	1	< 0,001
Uta chidamli	2 3	0,001 - 0,005 0,005 - 0,01
Chidamli	4 5	0,01 - 0,05 0,05 - 0,1
Chidamliligi past	6 7	0,1 - 0,5 0,5 - 1,0
Chidamliligi juda past	8 9	1,0 - 5,0 5,0 - 10
Chidamsiz	10	> 10

Odatda, asosiy talablarga mos va loyiq materiallar bir nechta bo'ladi. Bunday hollarda, qo'shimcha shart va fikrlar e'tiborga olinib, qurilma uchun material tanlanadi.

Shuning uchun, qurilmalarni yasash uchun asosiy materiallarni tanlashni loyihachi nuqtai nazaridan kurib chikamiz.

Konstruktion material sifatida temir (Re) texnik toza xolda umuman qo'llanilmaydi, chunki qimmat turadi va qayishqokliga yuqori. Ayrim hollarda uni yuqori bosimli qurilmalarda qistirma sifatida ham ishlatiladi.

Lekin, temirning uglerod bilan qotishmalari, ya'ni cho'yan va po'latlar kimyo va boshqa sanoat qurilmalarini tayerlashda juda ko'p ishlatiladi. Ma'lumki, kimyo sanoatida 85-90% qurilmalar cho'yan yoki po'latdan yasalgan.

ChO`YaN, Temirning uglerod va kremniy, fosfor, manganest va oltingugurt bilan ko'p komponentli qotishmasi kul rang cho'yan bo'ladi.

Cho'yan tarkibidagi uglerod miqdori 2,8-3,7% bo'ladi. Boshqa komponentlarning esa miqdori quyidagicha: S=3,0-3,6; Si=1,6-2,4%; Mn=0,5-1,0 %; R<0,8%; C<0,12%.

Cho'yanlarning fizik xossalari quyidagi ma'lumotlar bilan harakterlanadi:

- zichligi $\rho = 6600 - 7700 \text{ kg/m}^3$
- erish temperaturasi $T = 1050 - 1573 \text{ K}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 25 - 59 \text{ Wt/m-K}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $c_r = 0,5 - 4,5 \text{ kJ/kg-K}$;
- chizikli kengayish koeffitsienti $\alpha = 0,7 - 17,6 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

Cho'yanlar narxi past va o'rtacha mexanik xossalarga ega bo'lgani uchun texnikaning turli sohalarida keng qo'llanishiga olib keldi.

PO`LAT. Bu materialsiz texnika hozirgi kundagi yuqori mavqeiga erishmagan bo'lardi. Bunga sabab, po'latning mustahkamligi, dinamik yuklamalarga bardoshligi, quyilish, bolgalanish, shtamplash va payvandlanish qobiliyatiga egaligi, stanoklarda qayta ishlanishga moyilligi, arzonligi va mo'lligidir.

Po'latlarda uglerod miqdori 1,5% gacha bo'lsa, konstruktion po'latlarda esa 0,7% dan ortmaydi.

Legirlovchi qo'shimchalar ta'siri. Muhim legirlovchi elementlarga quyidagilar kiradi: xrom, nikel, molibden, manganest, kremniy, titan, niobiy, volfram, vanadiy. Ayrim hollarda alyuminiy va mislar ham qo'shimcha sifatida po'latlarga qo'shiladi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra po'latlar uglerodli va legirlangan turlarga bo'linadi. Bu elementlar po'lat sifatini yaxshilaydi va maxsus xossali qiladi.

Legirlangan po'latning kimyoviy tarkibi uchun yagona shartli belgilar (harf va raqamlar) kabul qilingan.

Dastlabki ikki raqam uglerodning o'rtacha miqdorini (konstruktion po'lat uchun foizning yuzdan bir ulushi miqdorida, asbobsozlik va zanglamaydigan po'latlar uchun foizning undan bir ulushi miqdorida); harflar legirlovchi elementlarni (jadvalga karang); harflarning o'ng tomonidagi raqamlar esa elementlarning o'rtacha miqdorini ko'rsatadi.

Nomi	Shartli belgilari	Nomi	Shartli belgilari
Alyuminiy	Yu	Mis	d.
Bor	R	Molibden	M
Vannadiy	F	Nikel	N
Volfram	V	Niobiy	
Kobalt	k	Titan	t
Kremniy	s	Uglerod	u*
Marganest	g	Xrom	X

Po'lat komponentlarining shartli belgilari

U* - uglerodli asbobsozlik po'latlar markalarida. Masalan, X18N12M2T markali po'latda 18% xrom, 12% nikel, 2% molibden va 1% ga yaqin titan borligini ko'rsatadi.

YUQORI LEGIRLANGAN PO'LAT. Tarkibida 18-20% xrom va 8-10% nikel bo'lgan po'latlar yuqori legirlangan po'latlar deb yuritiladi. Ular korroziya va issiqlikka bardoshligi, mustahkamliligi uchun turli sanoatlarda keng qo'llanilmoqda.

Xozirgi kunda mamlakatimiz korxonalarida qurilmalarni yasashda quyidagi legirlangan po'latlar ishlatiladi: 1X18N9T, 1X18NPB X16N25M6, XN35VT, X22N26, 1X18N12M2T, 1X18N12MZT, X18N9T va boshqalar.

Yuqorida qayd etilgan po'latlarning fizik xossalari:

- zichligi $\rho = 7900 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 1400 \text{ }^\circ\text{S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda_a = 14-18 \text{ Wt/m-K}$;
- issiqlik sirimi $S_r = 0,475 - 0,650 \text{ kJ/kg-K}$;
- chizikdi kengayish koeffitsienti $\alpha - 17,3-10^{-6} \text{ 1/K}$.

RANGLI METALLAR. Kimyo sanoatida rangli metallardan alyuminiy, mis, nikel, qo'rgoshin, titan qurilmalar yasashda qo'llaniladi. Rangli metallardan yasalgan qurilma devorlarining temperaturasi quyidagidan oshmasligi kerak:

Alyuminniy uchun - 200 °S

Mis va uning qotishmalari uchun - 250 °S

Nikel uchun - 500 °S

Qo'rgoshin uchun - 140 °S

Tantal uchun - 1200 °S.

ALYUMINIY - kumushsimon, ok, engil va bolgalanuvchan, korroziyaga bardoshli metallidir. Kimyoviy qurilmalarni yasashda AOO(99,7%), AO(99,7%), A1(99,5%), A2(99,0%), u hamda uning AD1, AD2 qotishmalari ishlatiladi.

Alyuminiyning yuqorida ko'rsatilgan markalari quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 675 - 950 \text{ °S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 206 - 218 \text{ Wt/m-K}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,913 \text{ kJ/kgK}$;
- chiziqli kengayish koeffitsienti $\alpha = 2,4-10 \text{ } 1/\text{K}$.

Agressiv muhitlar ta'siriga alyuminiy juda chidamli, shu jumladan konstantastiyalangan azot, fosfor va sirka kislotalar, quruq xlor va vodorod xloridlar, oltingugurt buflariga ham uzoq muddat davomida bardosh bera oladi.

MIS - pushti-kizil rangli metall. Eng qimmat, konstruktsion materiallardan biri bo'lib, texnik toza xolda 5 xil markada ishlab chiqariladi. Kimyoviy qurilmalarda, asosan M2 (99,7%) va MZ (99,5%) markalari keng miqyosda ishlatiladi.

Misning xossalari quyidagi ma'lumotlar bilan harakterlanadi:

- zichligi $\rho = 8980 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 1083 \text{ °S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 1596 - 2233 \text{ Wt/(m-K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,44 - 0,62 \text{ kJ/(kg-K)}$;
- chiziqli kengayish koeffitsienti $\alpha = 16,7 - 22,3 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/\text{K}$.

Mis alyuminiyga o'xshab ximoya qiluvchi oksid qoplama hosil qilmaydi. Shuning uchun, kislota va tuzlarga nisbatan korrozion chidamlikka ega emas. Lekin, past va kriogen temperaturalarda mustahkamligi ortib boradi. Masalan, -196 °S da misning mustahkamlik chegarasi 20 dan 38 kg/mm² gacha ortadi.

QURGOSHIN - kukimtir, kul rang, bolgalanuvchan metall. Bir paytlar, bu material qurilmalar kurishda katta va muhim ahamiyatga ega bo'lgan. Bunga sabab, unda tuz va sulfat kislotaga nisbatan chidamli ximoya qoplamasining hosil bo'lishidir.

Lekin uning juda yumshoqligi, oson va past temperaturada erishi, katta zichligi va qimmatligi borgan sari kamroq qo'llanishi sabab bo'lmoqda.

Xozirgi kunda uning o'rniga zamonaviy temir qotishmalar ishlatilmokda. Sanoatda qo'rgoshinning 6 xili SV, SO, S1, S2, SZ, S4, S5 markalari keng qo'llaniladi. Ular tarkibidagi qo'rgoshin mikdori 99, 90-99, 95%. Qo'rgoshin quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi $\rho = 10130 - 11350 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $T_f = 327^\circ\text{C}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi λ , - 14,9 - 34,9 Wt/(m-K);
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,13 \text{ kJ/(kg-K)}$;
- chizikli kengayish koeffitsienti $\alpha - (12,3 - 14,9) \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

Qo'rgoshinni sanoatda qo'llashda shuni nazarda tutish kerakki, uning mustahkamligi juda pastdir.

NIKEL - kumushsimon, ok metall, qiyin eriydi va havoda o'zgarmaydi. Kimyo sanoatining qurilmalari uchun (NO markali 99,99%) nikel ishlatiladi. U juda mustahkam, issiqlik va korroziyaga chidamli va yaxshi texnologik xossali bo'lgani sababli mashinasozlik sohasi uchun kulay material hisoblanadi. Nikelning fizik xossalari quyidagicha:

- zichligi $\rho = 8830 - 8850 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $T_f = 1452^\circ\text{C}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 55,0 - 56,0 \text{ Wt/(m-K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,575 - 0,586 \text{ kJ/(kg-K)}$;
- chizikli kengayish koeffitsienti $\alpha - (18,2 - 18,3) \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

TITAN - kumush rang, engil, qiyin eruvchan metall. Zichligi po'latnikidan 2 marta kam bo'lishiga qaramasdan. Uning mustahkamligi po'latnikiga tengdir. Titan azot, fosfor, xrom va sirka kislotalariga, nitrit, nitrat, xlorid va sulfidlarga nisbatan kimyoviy chidamli. 200°C temperaturada gazlarni yutish qobiliyatiga ega. Titan 40%-li N_2O_4 kislotasida kattik korroziyaga uchraydi. Lekin, shuni unutmaslik kerakki, titandan yasalgan qurilma, po'latdan yasalganga nisbatan 8-10 barobar qimmatdir. Titan quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi $\rho = 4320 - 4500 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $T_f = 1710 - 1750^\circ\text{C}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 15,1 - 19,4 \text{ Wt/(m-K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,543 - 0,635 \text{ kJ/(kg-K)}$;
- chizikda kengayish koeffitsienti - $(8,0 - 8,4) \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

TANTAL - kul rang - oq metall. O'ta mustahkamligi va qiyin suyuluvchanligi bilan boshqa metallardan ajralib turadi. Undan tashqari, yuqori temperaturalarda, titanga nisbatan ko'prok gazlarni yutish qobiliyatiga ega. Tantal yaxshi

bolgalanuvchan, shtamplashga moyil, ichki ishqalanish koefitsienti juda katta bo'lgan metallidir. U sulfat, azot, fosfor, vodorod xlorid kislotalariga, hamda nitratlarga chidamli metallidir. Ammo, natriy va kaliy ishqorlari ta'siriga yaxshi bardosh berolmaydi.

Tantal juda ham qimmat metall va u taxminan xrom-nikelli po'latdan 100 marta qimmatdir. Albatta, uni faqat o'ta agressiv muhitli qurilmalarda, ya'ni boshqa metallar kimyoviy bardosh berolmagan hollarda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Tantal quyidagi fizik xossalarga ega:

- zichligi $\rho = 16440 - 16600 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 3000^\circ\text{S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 48,0 - 100 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,136 - 0,2 \text{ kJ/kgK}$;
- chizikli kengayish koefitsienti $\alpha = (5 - 99) \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

LATUN - mis va ruxdan iborat qotishma. Ko'p komponentli latun tarkibiga mis va ruxdan tashqari, alyuminiy, kremniy, qo'rgoshin, nikel, temir, marganest va qalaylar kirishi mumkin.

Latun bosim ostida yaxshi ishlov beriladigan, ancha mustahkam, qayishqokligi (plastikligi) yuqori va korroziyaga chidamli qotishma. Undan tashqari, latunning elektr o'tkazuvchanligi juda yuqori. Temperatura pasayishi bilan latunning xossalari yaxshi tomonga o'zgaradi. Kimyo sanoatida qurilmalar yasashda L60, L62 va L68 markali latunlar keng qo'llaniladi.

Latunlar quyidagi fizik xossaparga ega:

- zichligi $\rho = 8500 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 940^\circ\text{S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 105 - 116,3 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,385 \text{ kJ/(kgK)}$;
- chizikli kengayish koefitsienti $\alpha = 20,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

BRONZA - mis va qalaylardan iborat qotishma. Ushbu kimyoviy elementlardan tashqari, uning tarkibiga kremniy, alyuminiy, berilliy ham kirishi mumkin.

Bronza mustahkamligi, qayishqokligi, korroziyaga bardoshligi, antifrikstion xossalari bilan ajralib turadi.

Bu material ushbu fizik xossalari bilan xarakterlanadi:

- zichligi $\rho = 935 - 1140 \text{ kg/m}^3$;
- erish temperaturasi $t_{er} = 935 - 1140^\circ\text{S}$;
- issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 32,0 - 105 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$;
- solishtirma issiqlik sigimi $s_r = 0,385 \text{ kJ/(kgK)}$;
- chizikli kengayish koefitsienti $\alpha = (1,5 - 1,95) \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$.

PLASTMASSALAR - yuqori korrozion bardoshlikka va mustahkamlikka ega yangi konstruktion materialdir. Plastmassalarni ishlab chiqarish jarayonida mustahkamligini, kayishkokligini, rangini, yumshash temperaturasi, issiqlik o'tkazuvchanligini yaxshilash va arzonlashtirish maqsadida unga plastifikator, to'ldiruvchi, rang beruvchi moddalar kushiladi.

Xamma plastmassalar 2 guruhga bo'linadi:

1) termoplastlar; 2) reaktoplastlar.

Termoplastlar isitilganda yumshash, sovitilganda qotish xossasiga ega va bu jarayonni bir necha marta qaytarsa bo'ladi.

Reaktoplastlar esa, isitilganda eriydi va ma'lum bir temperaturagacha qizdirilsa - qotib qoladi va qayta yumshamaydi, erimaydi.

<i>Po'lat guruhi</i>	<i>Marka</i>	<i>Ruxsat etiladigan ishchi parametrlar</i>		<i>Taxminiy qo'llanish sohasi</i>
		<i>Bosim MN/m²</i>	<i>Devorninig temperatu rasi, ° S</i>	
1	2	3	4	5
Oddiy Sifatli uglerodli po'lat 172	St.Z	5	-30 dan + 400 gacha	Obechayka, qopqok, flanest va boshqa detallar uchun
			- 40 dan	tur pardasi" va boshqa detallar uchun
			+ 425 gacha	Qurilma, idish, isitkich obechaykalari, patrubkalari va boshqa detallari uchun
Oddiy sifatli uglerodli po'lat	St.5	5	- 30 dan + 425 gacha	Flanest, truba to'r pardasi va boshqa detallar uchun
				Bolt, shpilka va payvandlanmaydigan detallar uchun

	0,8 kp	1,6	- 10 dan + 350 gacha	Emashtanishi kerak bo'lgan obechayka, qopqoq va boshqa detallar uchun
	10		- 40 dan + 450 gacha	
	20	20	- 40 dan + 475 gacha	Obechayka, qopqoq, flanest, mufta va boshqa detallar uchun
Sifatli konstrukstiyali uglerodli po'lat	25; 30; 35; 40; 45;	1 0*20	- 30 dan + 450 gacha	Gayka, bolt va shpilkalar Uchun
Kam legirlangan po'lat	16 GS	25	- 70 dan + 475 gacha	Neytral va agressivligi past muhitlarda ishlatiladigan kurilmalarning obechayka, kopqoq, flanest va boshqa detallar uchun
	09 G2S			
Legirlangan po'lat	12 MX	25	- 40 dan + 540 gacha	Agressivligi past va o'rta muhitlarda, hamda devoridagi kuchlanish yuqori bo'lgan muhitlarda ishlatiladigan, payvandlangan, neft, kimyo sanoati qurilmalarining obschayka, kopkok, flanest va boshqa detallar uchun
Yuqori legirlangan po'lat	OX13		- 40 dan + 540 gacha	Tarkibida oltingugurt bor, issiq muhitli, payvandlangan, neft, kimyo sanoati, rektifikastion kolonnaning tarelkalari va kam kuchlanishi detallari uchun

	1X13	1,6	Tarkibida oltingugurt bor va boshqa agressiv, issiq muhitli, neft kimyosi qurilmalarining obechayka, kopkok, flanest, bolt, gayka va boshqa detallari uchun
	2X13		1X13 material qo'llaniladigan
			Soha uchun, paivandlanmaidigan val, o'q, bolt, gayka va boshqa detallar uchun
	1X13 L 2X13 L		1X13 material qo'llaniladigan soha uchun, kuyma, neft kimyo, qurilmalarining kobigi, kopkogi, flanest va boshqa detallari uchun
Korroziya, issiqlik-ka bardosh va issiqlikka chidamli yuqori legirlangan po'lat	X17		Neftni qayta ishlash, azot kislotasini ishlab chiqarish sohasida uzlukli, yuklama ta'siri yo'q, mas'uliyati kam kurilmalarning obechayka, dnishe, truba paketi, zmeevik va boshqa detallar uchun. Ushbu material X18 N10T po'latning o'rnini bosuvchi material sifatida tavsiya etiladi.

X25TL	- 20 dan + 700 gacha	X25T po'lat qo'llaniladigan sohadagi kuyma qurilmalarning kobigi, kopkogi, flanest va boshqa detallari uchun.
X28	- 20 dan + 600 gacha	Suyuk va gazli o'rtacha agressiv muhitda yuqori temperaturada o'zgarmas va o'zgaruvchan yuklama tushmaydigan, mas'uliyati kam kimyoviy qurilmalar uchun
X28AN	- 20 dan + 400 gacha	Kimyo sanoatida, o'rtacha agres-siv muhitlarda ishlatiladigan, payvandlangan kurilmalarning obechaykava boshqa detallari uchun.
X28N4	- 20 dan + 700 gacha	Gazli korroziya sharoitida o'rtacha agressiv muhitlarda ishlaydigan, mas'uliyati kam kimyoviy qurilmalarning obechayka, dnishe va boshqa detallari uchun.
1X17N2	- 20 dan + 600 gacha	Past va o'rtacha agressiv muhitlarda ishlaydigan kimyoviy kurilmalarning obechayka, dninje va boshqa detallari uchun.

	1X21N5T OX21N5T	6,4	- 100 dan + 600 gacha	Urtacha agressiv muhitlar da ishlaydigan, payvandlangan kimyoviy qurilmalardagi X18N10T po'latning o'rniga qo'llash uchun tavsiya etiladi.
	J21N6M2			Yuqori agressiv muhitlarda
				ishlaydigan paivandlangan kimyoviy qurilmalardagi X17N13M2T o'rniga qo'llash uchun tavsiya etiladi.
	EX17N5G9 AB	1,6	-196 dan +600 gacha	Yuqori agressiv muhitlarda ishlaydigan, OX17T bardosh berolmaydigan, payvandlangan qurilmalarda X18N10T o'rniga qo'llash uchun tavsiya etiladi.
				Chuqur sovitish usulida gazlarni ajratish va kimyo sanoatida ishlatiladigan payvandlangan idish va qurilmalarning obechayka, dnuqe va boshqa detalari uchun.
	K14P4NZ T	4	-196 dan +500 gacha	Chukur sovitish usulida gazlarni ajratish va kimyo sanoatida payvandlangan qurilmalardagi X18N10T po'latning o'rniga qo'llash uchun tavsiya etiladi.

X18NYuT	Cheklan magan	-254 dan +600 gacha	Yuqori va o'rtacha agres- siv muhitlarda, mas'uliyatli payvandlangan kimyoviy qurilma- larning obechayka, dnuqe, flan- est, truba tur pardalari, bolt, gayka, shpilka, shtuster patrub- kalari va boshqa detallari uchun
X18N9TL			Yuqori va o'rtacha agressiv muhit- larda ishlaydigan, kimyoviy kuyma qurilmalarning kobigi, kopkogi, flanest va boshqa detallari uchun
K17N13M2T	Cheklan magan	-196 dan +700 gacha	Yuqori va o'ta agressiv muhit- larda ishlaydigan, X18NYuT, OX18NYuT va OX18N12B po'latlar chidamsiz bo'lgan hollarda, pay- vandlangan kimyoviy qurilma- larning obechayka, dnu]de, truba tur pardalari, truba paketi va bosh- qa detallari uchun.
ZX23N28 M2T	0,07		Ftorli birikmalar bor issiq fosfor kislotasi va past konsten- trastiyali 60°S li yuqori agressiv muhitda ishlaydigan pay- vandlangan kimyoviy kurilmalar uchun.

				Kurilmalarning obechayka, dnuqe va boshqa detallari uchun.
	ZX23N28 MZ DZT			Sulfat kislota, tarkibida ftor- li birikmalar bor, +80°S dan kam bo'lgan temperaturali fos- for kislotali (32-50% R ₂ O ₅) va tem- peraturasi +70 °S dan past 25% li kremniy-ftor-vodorodli kislo- ta muhitlarida ishlaydigan pay- vand langan kimyoviy qurilmalar obechayka, dnuqe va boshqa detal- lari uchun.
Ikki kavatli (bimetal) po'latlar	t.Z+OX 3	5	-40 dan +425 gacha	Tarkibida oltingugurt bor issiq muhitlarda ishlaydigan pay- vandlangan, neft kimyosi qurilma- laridagi obechayka, dnuqe, pat- rubka va boshqa detallari uchun.
	20K+OX13	Cheklan magan	-40 dan +475 gacha	
	2MX+OX 13		-40 dan +540 gacha	
	t.Z+X18 nyut	5	-30 dan +400 gacha	Urtacha va o'ta agressiv muhit- larda ishlaydigan, payvand- langan kimyoviy qurilmalarning obechayka, dnuqe, patrubka va boshqa detailari uchun.
	YuK+X18N 10T	Cheklan magan	-40 dan +400 gacha	
	YuK+X17N 13M2T			

ShISHA PLASTIKLAR - poliefir smolalar va shisha tolalaridan tashkil qilingan sun'iy material. Undan yirik, o'lchamlari katta distillyastion kolonnalar, skrubberlar, omborlar, diametri 4,5 m, balandligi 6 m li idishlar yasash mumkin.

Shisha plastiklar 20°S yoki undan ozgina yuqori temperaturada qizdirilsa, polimerizastiya bo'ladi.

FTOROPLAST-4. Qayishkokligi yuqori, elektr tokni o'tkazmaydigan, issiqlikka chidamli, -200-+500°S temperaturada ishlatilishi mumkin. Kimyoviy muhitlarga o'ta chidamliligi, uning yaxshi xossalaridan biridir. Bu ko'rsatkich buyicha plastmassalar, Ai, R1, emal, maxsus qotishma va boshqa materiallardan ustundir.

Ftoroplast-4 dan har xil qalinlikdagi listlar, trubalar, yupqa devorli stilindrik idishlar, membranalar, silfonlar va boshqa turli mahsulotlar tayerlash mumkin.

Ayniksa, qurilmalar uchun qistirma sifatida foydalanishda unga teng keladigan material yo'kdir.

To'ldiruvchisiz plastmassalarning chidamliligi quyidagi xossalar bilan xarakterlanadi:

1. Penoplastlar past konstentrastiyali kislota, eritmalarga nisbatan chidamli. Ammo, N_2O_4 , konstentrlangan ishqorlarga bardosh bera olmaydi;

2. Shisha plastiklar benzin, metanol, butanol, etil astetat, 10% li azot, fosfor va vodorod xlorid kislotalarga nisbatan chidamli;

3. Ftoroplastlar xamma kislota va ishqorlarga nisbatan past va yuqori temperaturalarga chidamli.

Ammo, natriy yoki kaliy, ftor va uchlamchi ftor xloridlar ta'sirida emiriladi.

Plastmassalarni metallar bilan takkoslash shuni ko'rsatadiki, plastmassalar bir necha afzalliklarga ega:

a) solishtirma ogirligi kichik; b) solishtirma mustahkamligi yuqori; v) texnologik xossalari yaxshi; g) korrozion bardoshliligi yuqori.

Past, o'rta va yuqori bosimli kimyoviy qurilmalar uchun tavsiya etiladigan po'latlar

Qurilmalar va truba quvurlarining qo'zgalmas, yigma birikmalarini zichlash uchun tavsiya etiladigan metalmas qistirma materiallar.

Qistirma Materilining nomi	Zichligi $r, kg/m^3$	Sortament, mm	
		Qalinligi	List o'lchamlari
Karton, suv o'tkazmaydigan	900+1000	1; 1,5; 2; 2,5; 3	750x1 500; 950x1 500; 1000x1000; 1000x1500
Karton,	800+850	0,5; 0,8; 1; 1,5	750x1 500; 950x1 500;

A markali			1000x1000; 1000x1500
Karton, asbest- li	1,0+1,3	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6	900x900; 900x1000; 1000x1000
Paronit	1500+2000	1;1,5;2;3;4	500x500; 600x600; 700x1200; 1000x1200; 1000x1500; 1200x1500; 1200x1700
Paronit UV-10	-	0,4+2,5	550x550
Rezina, kis- lota-ishqor- bardosh Rezina, moy-benzin bardosh	-	0,5-5-10	eni 200-1750 uzunligi 500+10000
Plastikat polixlor -vinilli	1300-1500	1-5	eni >600 uzunligi>1000
Ftoro- plast-4	2100-2300	1,5; 2; 3; 4; 5	195x195; 240x240
Tekstolit MA Fibra FT	1300-1600 1100	0,5-5-3,5 0,6-2,5	250x250 eni 550x700; 1100+1400 uzunligi 850x1500; 1700-2300
Charm texnik	1100-1500	2,5-5	-

Jadvalda keltirilgandan tashqari, quyidagi materiallar ham qistirma sifatida ishlatiladi: mis (kuydirilgan), alyuminiy (yumshoq), zanglamaydigan po'lat, nikel, qo'rgoshin.

2-bob. GIDRAVLİK HISOBLAR

2.1. TRUBALARNING GIDRAVLİK QARSHILIKLARINI HISOBLASH

Trubalarning gidravlik qarshiliklarini aniqlashdan maqsad, suyuqlik va gazlarni uzatish uchun mo'ljallangan nasos, ventilyator, gazoduvka kabi uskunalarning energiya sarfini aniqlashdir.

Ma'lumki, ishqalanish va mahalliy qarshiliklar mavjuddir. Ularning paydo bo'lishiga suyuqlik oqimining yo'nalishi va tezligining o'zgarishi sababchidir.

Bosimning ($\Delta R_{yo'q}$) yoki naporning ($h_{yo'q}$) yo'qotilish ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni engishga sarf bo'ladi va ular quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_{iyk} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho w^2}{2} \quad (2.1)$$

$$h_{iyk} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{w^2}{2g} \quad (2.2)$$

bu erda λ - ishqalanish koeffitsienti; l va d - trubaning uzunligi va diametri, m; $\sum \xi$ - mahalliy qarshilik koeffitsientlarining yigindisi; ρ - gaz yoki suyuqlikning zichligi, kg/m³.

Trubaning ekvivalent diametri ushbu formuladan topiladi:

$$d_s = \frac{4S}{\Pi} \quad (2.3)$$

bu erda S - oqim ko'ndalang kesimining yuzasi, m²; P - ho'llangan perimetr.

Ishqalanish koeffitsienti λ ni hisoblash formulasi suyuqlikning oqish rejimi va trubaning radir-budurligiga bog'likdir.

Laminar rejimda,

$$\lambda = \frac{A}{Re} \quad (2.4.)$$

bu erda $Re = wdp / \mu$ - Reynolds soni; A - trubaning ko'ndalang kesimiga bog'liq koeffitsient. Quyida ba'zi ko'ndalang kesimlar uchun ekvivalent diametr va A koeffitsientlarining son qiymatlari 2-1 jadvalda keltirilgan:

2-1 jadval

Ko'ndalang kesim shakli	D	A
d - diametrli aylana	d	64
a - tomonli kvadrat	a	57
a - tomonli teng yonli uchburchak	$0,58a$	53
a - kenglikka ega xalqa	$2a$	96
balandligi a , eni b bo'lgan to'rti to'rtburchak		
$a/b=0$	$2a$	96

a/b=0,1	1,81a	85
a/b=0,25	1,6a	73
a/b=0,5	1,3a	62
Ellips (a - kichik yarim o'q, b - katta yarim o'q):		
a/b=0,1	1,55a	78
a/b=0,3	1,4a	73
a/b=0,5	1,3a	68

Turbulent rejimda esa 3 ta zona bor va ular uchun ishqalanish koeffitsienti λ quyidagi formulalar orqali hisoblanadi: Tekis ishqalanish zonasi uchun ($2320 < Re < 10/e$)

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (2.5)$$

aralash ishqalanish zonasi uchun ($10/e < Re < 560/e$)

$$\lambda = 0,11 \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (2.6)$$

Re ($Re > 560/e$) soniga nisbatan avtomodel zona uchun

$$\lambda = 11e^{0,25} \quad (2.7)$$

2-2 jadval

Trubalar	mm
Yangi pulat	0,06-0,1
Ozgina korroziyaga uchragan po'lat truba	0,1-0,2
Ifloslangan, eski truba	0,5-2
Yangi cho'yan, keramik trubalar	0,35-1
Ishlatilgan, cho'yan truba	1,4
Tekis alyuminiy trubalar	0,015-0,06
Latun, mis, qo'rqoshin va shisha trubalar	0,0015-0,01
To'yingan buf uchun	0,2
Buf uchun, uzlukli ishlaydigan trubalar	0,5
<u>Kondensastiya uchun</u> , uzlukli ishlaydigan trubalar	1,0

(2.5) - (2.7) formulalarda e - trubaning nisbiy fadir-budurligi; A - trubaning absolyut fadir-budurligi (truba yuzasidagi do'ngliklarning o'rtacha balandligi). 2-2 jadvalda ba'zi bir trubalarning absolyut fadir-budurliklarining tahminiy son qiymatlari keltirilgan.

Mahalliy qarshiliklar koeffitsientlarining son qiymatlari suyuqlikning oqish rejimi va mahalliy qarshilikning turiga bog'liqdir.

2.2. TRUBALARNING OPTIMAL DIAMETRLARINI HISOBLASH

Dumaloq ko'ndalang kesimli trubalarning ichki diametri quyidagi formula yordamida hisoblanadi [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi w}} \quad (2.8)$$

bu erda V - hajmiy sarf, m^3/s ; w - tezlik, m/s .

Odatda, uzatilayotgan suyuqlikning sarfi ma'lum bo'ladi (yoki berilgan bo'ladi). Demak, trubaning diametrini aniqlash uchun faqat bitta parametрни topish kerak, ya'ni tezligi w ni. Oqimning tezligi qancha katta bo'lsa, shunchalik trubaning zarur diametri kichik bo'ladi. Bu hol esa truba quvuri narxining arzonlashishiga, uni ta'mirlash va montaji uchun sarflar kamayishiga olib keladi.

Ammo, oqimning tezligi ortishi bilan truba quvurida naporning yo'qotilishi o'sib ketadi. Bu esa, suyuqlikni uzatish uchun zarur bo'lgan bosimlar farqining ko'payishiga sababchi bo'ladi, ya'ni energetik sarflar ortadi.

Suyuqlik yoki gazni uzatish paytida jami sarflar minimal bo'lgan trubaning optimal diametrini texnik-iqtisodiy hisoblar orqali aniqlash kerak. Amaliyotda esa optimal diametrli trubadagi tezliklarga yaqin tezliklar orqali topiladi.

2.3. NASOS VA VENTILYATORLARNI HISOBLASH

Neftni qayta ishlash texnologiyasida ishlatiladigan nasoslarning asosiy turlari: markazdan qochma, porshenli va propellerli (o'qli) nasoslardir.

Bu tipdagi qurilmalarni loyihalashda belgilangan sarfda suyuqlikni nasos yordamida uzatish uchun zarur napor va quvvatni aniqlash masalasini echish kerak. Ushbu, ya'ni napor va quvvat topilgandan so'ng aniq bir nasos tanlanadi [1,5,].

Suyuqlikni uzatish uchun sarflanayotgan foydali quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_F = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad (2.9)$$

bu erda Q - suyuqlik sarfi, m^3/s ; N - nasos napori, m. Nasosning o'qidagi quvvat quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_e = N_f / \eta_n = p \dot{V} / \eta_n \quad (2.10)$$

Nasosning napori esa ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$H = p_2 - p_1 / \rho g + H_G + h_{yuk} \quad (2.11)$$

bu erda r_2, p_1 - suyuqlikning nasosga kirishidagi va chiqishidagi bosimi, Pa; N_g - suyuqlikni geometrik ko'tarilish balandligi, m; h so'rish va haydash trubalaridagi yo'qotilishlarning yirindisi, m.

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektr dvigatelning o'qida va elektr dvigateldan mexanik energiya nasosga berilayotganda sarf bo'ladi, ya'ni

$$N_{dv} = N_e / \eta_{dv} \eta_{uz} = N_f / \eta_n \eta_{dv} \eta_{uz}$$

Agarda dvigatelning f.i.k. noma'lum bo'lsa, nominal quvvatiga qarab f.i.k. ni tanlasa bo'ladi:

2.3- jadval

N_{dv}, kVt	0,4- 1	1 - 3	3-10	10-30	30 - 100	100 - 200
η_{dv}	0,7-0,78	0,78-- 0,83	0,83- 0,87	0,87-0,9	0,9-0,92	0,92-0,94

Agarda $N > 200 kVt$ bulsa, dvigatel f.i.k. 0,94 ga teng bo'ladi.

Texnologik sxemaga nasosni o'rnatish paytida shuni nazarda tutish kerakki, surish balandligi quyidagi formuladan olingan son qiymatidan katta bo'lishi mumkin emas:

$$H_c = \frac{p_1}{\rho g} - \left(\frac{p}{\rho g} + w_c^2 / 2g + h_{cyuk} + h_{zax} \right) \quad (2.13)$$

bu erda r_1 - ishchi temperaturada uzatilayotgan suyuqlikning to'yingan buri bosimi, Pa; w - surish trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s; h -so'rish trubasida naporning yo'qotilishi, m; h_{zax} bartaraf qilish uchun napor zahirasi, m. Markazdan qochma nasoslar uchun

$$h_{zax} = 0.3(Q n^2)^{2/3} \quad (2.14)$$

bu erda p -valning aylanish chastotasi.

Porshenli nasoslar uchun

$$h = 1,2 l/g f_1/f_2 u^2/r \quad (2.15)$$

bu erda l - so'rish trubasidagi suyuqlikning balandligi, m; f_1 va f_2 - porshen va trubalarning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ; u - aylanishning doira bo'ylab tezligi, s^{-1} ; r - krivoship radiusi, m.

Ventilyatorlar. Gazlarni uzatish paytida bosimni 1,15 gacha ko'taradigan mashinalarga ventilyatorlar deyiladi. Sanoatda eng keng tarqalgan ventilyatorlarning turi - markazdan qochma va propellerli (o'qli). Hosil qilayotgan bosimiga qarab, ventilyatorlar 3 guruhga bo'linadi:

- past bosimli - 981 Pa gacha;
- o'rta bosimli - 981-2943 Pa;
- yuqori bosimli - 2943-11772 Pa.

Ventilyatorlar yordamida gazlar uzatilganda, gazning termodinamik o'zgarishi juda kichik bo'ladi. Shuning uchun ushbu o'zgarishni hisobga olmasa ham bo'ladi va ularga siqilmaydigan muhitlar uchun mashinalar nazariyasini qo'llasa o'rinnidir.

Ventilyator iste'mol qilayotgan quvvatni aniqlash uchun (2.9), (2.10) va (2.12) formulalardan foydalanish mumkin.

Ventilyatorning nabori esa ushbu tenglamadan topiladi:

$$H = p_2 - p_1 / \rho g + h_{yo'q}$$

bu erda r_1 - gaz so'rib olinayotgan qurilmadagi bosim, Pa; r_2 - gaz haydalayotgan qurilmadagi bosim, Pa; h_{yuk} - so'rish va haydash yo'llarida yo'qotilgan naporlarning yifindisi.

Markazdan qochma ventilyator f.i.k. $\eta_B = 0,6 - 0,9$ propellerli (o'kli) ventilyatorniki esa $\eta_v = 0,7 - 0,9$. Agarda dvigatel bilan ventilyator o'qlari bevosita birlashtirilgan bo'lsa, $\eta = 1,0$.

Nasosni hisoblash namunasi

Ortiqcha bosimi 0,1 MPa da ishlaydigan qurilmaga ochiq idishdan 20°S li suvni uzatish uchun qanday nasos urnatilishi kerak. Suvning sarfi $1,2 \cdot 10^2 m^3/s$. Suvni 15 m balandlikka ko'tarish zarur. So'rish trubasining uzunligi 10 m, haydash yo'liniki esa 40 m. Haydash yo'lida 2 ta 120° li burilish radiusi trubaning 6 ta diametriga teng 10 ta 90° li tirsak va 2 ta normal ventillar bor. So'rish yo'lida esa 2 ta ventil va burilish radiusi trubaning 6 ta diametriga teng 4 ta 90° li tirsaklar mavjuddir.

Suv idishi sathidan 4 m balandlikda nasosni o'rnatish mumkinligini aniqlash kerak.

Truba quvurini tanlash

So'rish va haydash truba quvurlari uchun suvning oqish tezligini bir xil, ya'ni 2 m/s deb qabul qilamiz. Unda, truba diametri (2.8) formulaga binoan quyidagiga teng bo'ladi.

$$d = \sqrt{4 \times 1,2 \times 10^{-2} / 3,14 \times 2} = 0,088 \text{ m}$$

2-9 jadvaldan tashqi diametri 95 mm, devorining qalinligi 4 mm li po'lat trubani tanlaymiz. Ushbu trubaning ichki diametri $d = 87 \text{ mm}$ bo'ladi. Trubadagi suvning haqiqiy tezligi:

$$w = 4 \times Q / \pi \times d^2 = 4 \times 1,2 \times 10^{-2} / 3,14 \times 0,087^2 = 2,02 \text{ m/s}$$

Trubaning emirilishini hisobga olmasa bo'ladigan darajada kam deb qabul qilamiz.

Ishqalanish va mahalliy qarshiliklar tufayli naporning yo'qotilishi

$$Re = w d \rho / \mu = 2,02 \times 0,087 \times 998 / 1,005 \times 10^{-3} = 174500$$

Ya'ni, suvning oqishi turbulent rejimga to'g'ri keladi. Trubaning absolyut radirbudurligini $\Delta = 2 \times 10^{-4}$ deb qabul qilamiz. Unda

$$e = \Delta / d = 2 \times 10^{-4} / 0,087 = 0,0023$$

$$1/e = 435; \quad 560/e = 244000; \quad 10/e = 4350;$$

$$435 < Re < 244000$$

Ko'rinib turibdiki, trubaning ichida aralash ishqalanish mavjuddir. Shuning uchun λ koefitsientni (2.6) formula yordamida hisoblanadi:

$$\lambda = 0,11(0,0023 + 68/174500)^{0,25} = 0,025$$

Mahalliy qarshilik koefitsientlar yirindisini topamiz: Surish yo'li uchun:

1) trubaga kirish (o'tkir qirrali hol uchun): $\xi_1 = 0,5$

2) ventillar $d = 0,076$ uchun $\xi = 0,6$
 $d = 0,10$ uchun $\xi = 0,5$

interpolyatsiya qilish natijasida, $d = 0,087$ uchun $\xi = 0,56$; olingan natijani tuzatish koefitsienti $k = 0,925$ ko'paytirib $\xi_2 = 0,52$ ekanligini aniqlaymiz.

3) tirsaklar; koefitsienti $A = 1$; koefitsient $V = 0,09$; $\xi = 0,09$.

So'rish yo'lidagi mahalliy qarshilik koefitsientlarining yirindisini topamiz;

$$\Sigma \xi = \xi_1 + 2\xi_2 + 4\xi_3 = 0,5 + 2 \times 0,52 + 4 \times 0,09 = 1,9$$

Co'rish yo'lida naporning yo'qotilishi (2.2) formuladan hisoblab aniqlanadi;

$$h_{cyo'q} = (0,025 \times 10 / 0,087 + 1,9) \times 2,02^2 / 2 \times 981 = 0,99$$

Haydash yo'li uchun:

1) 120° li tirsaklar: $A = 1,17$; $V = 0,09$; $\xi_1 = 0,105$

2) 90° li tirsaklar $\xi_2 = 0,09$

3) normal ventillar; $d = 0,08 \text{ m}$ uchun $\xi_3 = 4,0$

$$\begin{array}{ll} d = 0,1\text{m} & \text{uchun} & \xi_3 = 4,1 \\ d = 0,087\text{m} & \text{uchun} & \xi_3 = 4,04 \end{array}$$

4) trubadan chiqish:

$$\xi_4 = 1$$

xaydash yo'lida mahalliy qarshilik koeffitsientlarining yirindisini topamiz:

$$\sum \xi = 2\xi_1 + 10\xi_2 + 2\xi_3 + \xi_4 = 2 \cdot 0,105 + 10 \cdot 0,09 + 2 \cdot 4,04 + 1 = 10,2$$

Haydash yo'lida bosimning yo'qotilishi (2.2) formula orqali hisoblanadi:

$$h_{x.uyk} = \left(0,025 \cdot \frac{40}{0,087} + 10,2 \right) \cdot \frac{2,02^2}{2 \cdot 9,81} = 4,51\text{m}$$

Umumiy naporning yo'qotilishi:

$$h_{ym} = h_{c.uyk} + h_{x.uyk} = 0,99 + 4,51 = 5,5\text{m}$$

Nasosni tanlash

(2.11) formula yordamida kerakli napor topiladi:

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{(998 \cdot 9,81) + 15 + 5,5} = 30,7\text{m.cy6.ycm}$$

1) Berilgan ish unumdorliqsta bunday naporni bir bosqichli markazdan qochma nasos bera oladi (ilovadagi 6 - jadval).

2) Ushbu nasosning foydali quvvatini (2.9) formula orqali hisoblab topish mumkin:

$$N_{\phi} = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,012 \cdot 30,7 = 3606\text{Bm} = 3,61\text{kBm}$$

$\eta_{uz} = 1$ va $\eta_u = 0,6$ deb qabul qilib, (2.12) formuladan dvigatel o'qidagi quvvatni aniqlaymiz:

$$N = \frac{3,61}{0,6 \cdot 1} = 6,02\text{ kVt}$$

Ilovadagi 6 - jadvaldan ushbu ish unumdorlik va naporga mos, hamda eng yaqini X45/31 markali markazdan qochma nasos to'g'ri keladi. Bu nasosning optimal ish rejimida $Q = 1,25 \cdot 10^2 \text{ m}^3/\text{s}$, $N = 31 \text{ m}$, $\eta_n = 0,6$. Nasosga A02-52-2 zlekr dvigateli o'rnatilgan bo'lib uning nominal quvvati $N = 13 \text{ kVt}$, $\eta_{dv} = 0,89$. Dvigatel o'qining aylanish chastotasi $n = 48,3 \text{ s}^{-1}$.

Kavitastiya uchun naporning zahirasi (2.14) formuladan topiladi:

$$h_{zax} = 0,3 \cdot (0,012 \cdot 48,3)^{2/3} = 2,77 \text{ m}$$

To'yingan suv burining bosimi [4,5] dan aniqlanadi va u 20°S da $r_t = 2,35 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ ga tengdir. Atmosfera bosimi $r_1 = 10^5 \text{ Pa}$ va so'rish patrubkasining diametri truba quvurining diametriga teng deb qabul qilamiz. Unda, (2.1) formula orqali

$$H_c \leq \frac{10^5}{998 \cdot 9,81} - \left(\frac{2,35 \cdot 10^3}{998 \cdot 9,81} + \frac{2,02}{2 \cdot 9,81} + 0,99 + 2,77 \right) = 6,0\text{m}$$

ekanligini topamiz. Shunday qilib, nasosni idishdagi suyuqlik satxidan 4 m balandlikda o'rnatish mumkin.

Ventilyatorni hisoblash namunasi

Havoning temperaturasi 20°S , sarfi esa - $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Havo adsorberning pastki qismiga yuborilmoqda. Adsorbent qatlamining ostidagi va ustidagi havoning bosimi atmosfera bosimiga tengdir. Sorbent zarrachalarining zichligi $r_k - 800 \text{ kg/m}^3$, o'rtacha o'lchami $d = 0,0020 \text{ m}$ va shakl faktori $F = 0,8$. Qo'zgalmas sorbent qatlamining balandligi $N = 0,65 \text{ m}$, rovakligi $\varepsilon = 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Adsorberning ichki diametri $V = 1,34 \text{ m}$. Havo so'rib olish joyidan adsorbergacha bo'lgan joyidan truba quvurining uzunligi $l = 20 \text{ m}$. Truba quvurida 90° li 4 ta tirsaklar va 1 ta zadviyka o'rnatilgan.

Adsorber orqali havoni uzatish uchun ventilyator tanlansin.

Qatlam holatini aniqlaymiz.

Qurilmadagi havoning fiktiv tezligani topamiz:

$$W_o = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,34^2} = 0,284 \text{ m/c}$$

Arximed kriteriysini quyidagi formuladan hisoblaymiz:

$$Ar = \frac{g \cdot d^2}{\mu^2} \cdot (p_k - p) \cdot p = \frac{9,81 \cdot 0,0020^3}{(1,85 \cdot 10^{-5})^2}$$

Re_{mk} ni prof. Todes O.M. formulasi orqali isoblab topish mumkin [1]:

$$Re_{mk} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} = \frac{2,38 \cdot 10^5}{1400 + 5,22\sqrt{2,38 \cdot 10^5}} = 60,3$$

Mavhum qaynash tezligini esa ushbu formuladan aniklanadi:

$$W_{mk} = \frac{Re_{mk} \cdot \mu}{d \cdot p} = \frac{60,3 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,00205 \cdot 1,206} = 0,451 \text{ m/c}$$

Shunday qilib, $W_o < W_{mk}$ ($0,284 \text{ m/c} < 0,451 \text{ m/c}$); demak qatlam qo'zgalmas holatda.

Qatlamdagi Reynolds kriteriysining qiymati aniqlanadi:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{\phi}{(1-\varepsilon)} \cdot Re_o = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,8}{(1-0,4)} \cdot \frac{0,284 \cdot 0,00205 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 33,7$$

Qarshilik koeffitsienti λ ushbu formuladan topiladi:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 = \frac{133}{33,7} + 2,34 = 6,29$$

Adsorbent qatlamining gidravlik qarshiligi hisoblanadi:

$$\Delta P_{kam} = \frac{3 \cdot \lambda \cdot H(1-\varepsilon) \cdot \rho \cdot w_o^2}{4 \cdot 0,4^3 \cdot 0,00205 \cdot 0,8} = \frac{3 \cdot 6,29 \cdot 0,65 \cdot (1-0,4) \cdot 1,206 \cdot 0,284^2}{4 \cdot 0,4^3 \cdot 0,00205 \cdot 0,8} = 1705 \text{ Pa}$$

Adsorberdagi gaz taqsimlovchi to'r parda va boshqa yordamchi elementlarning gidravlik qarshiligi qatlam qarshiligining 10% ni tashkil etadi deb qabul qilamiz. Unda, qurilmaning gidravlik qarshiligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta P_{kur} = \Delta P_{kat} \cdot 1,1 = 1705 \cdot 1,1 = 1876 \text{ Pa}$$

Truba quvuridagi havoning tezligini $w = 10 \text{ m/s}$ deb qabul qilamiz. Unda, truba quvurining diametri (2.8) formuladan hisoblab chiqariladi.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 10}} = 0,226 \text{ m}$$

Tashqi diametri 245 mm va devorining qalinligi 7 mm bo'lgan po'lat truba tanlanadi. Trubaning ichki diametri $d = 0,231 \text{ m}$ va undagi haqiqiy tezlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$w = \frac{0,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,231^2} = 9,55 \text{ m/s}$$

Truba quvuridagi oqim uchun Reynolds kriteriysi:

$$Re = \frac{9,5 \cdot 0,231 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 149800$$

Truba quvuri ishlatilgan, ozgina emirilgan deb qabul qilamiz. Unda $\Delta = 0,15 \text{ mm}$ bo'lsa, quyidagi natijalar olinadi:

$$e = \frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{0,231} = 6,49 \cdot 10^{-4}; \frac{1}{e} = 1541; 10 \cdot \frac{1}{e} = 15410$$

$$560 \cdot \frac{1}{e} = 862900; 15410 < Re = 143800 < 862900$$

Shunday qilib, λ ni hisoblash aralash ishqalanish zonasi uchun chiqarilgan (2.6) formuladan topish kerak.

$$\lambda = 0,11 \left(6,49 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{143800} \right)^{0,25} = 0,020$$

Mahalliy qarshilik koeffitsientlari aniqlanadi:

- 1) trubaga kirish (o'tkir qirrali): $\xi_1 = 0,5$;
- 2) zadviyka: $d = 0,231 \text{ m}$ uchun $\xi_2 = 0,22$;
- 3) tirsak; $\xi_3 = 1,1$;
- 4) trubadan chiqish: $\xi_4 = 1$

Mahalliy qarshilik koeffitsientlarining yigindisi

$$\sum \xi = 0,5 + 0,22 + 4 \cdot 1,1 + 1 = 6,12 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Truba quvurining gidravlik qarshiligi (1.1) formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_{\text{гид}} = \left(\frac{0,02 \cdot 20}{0,231} + 6,12 \right) \cdot \frac{1,206 \cdot 9,55^2}{2} = 432 \text{ Па}$$

Qurilma va truba quvurlarining qarshiliklarini engish uchun ventilyator quyidagi miqdorda ortiqcha bosim bera olishi kerak:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{kur}} + \Delta P_{\text{yuk}} = 1876 + 432 = 2308 \text{ Па}$$

Shunday qilib, o'rta bosimli ventilyator kerak ekan. Ventilyatorning foydali kuvvati (2.9) formuladan aniqlanadi:

$$N_{\phi} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q = Q \cdot \Delta P = 0,4 \cdot 2308 = 923 \text{ Вт} = 0,923 \text{ кВт}$$

Agar $\eta_{uz} = 1$ va $\eta_n = 0,6$ deb qabul qilinsa, unda elektrodvigatel o'qidagi quvvat (2.12) formulaga binoan quyidagaga teng bo'ladi:

$$N = \frac{0,923}{0,6 \cdot 1} = 1,54 \text{ kBm}$$

Ilovadagi 14 - jadvaldan ko'rinib turibdiki, olingan ma'lumotlarga St1-1450 ventilyatori mos keladi.

2.4. StIKLONNI HISOBLASH

20000 kg/s mikdordagi changli gaz aralashmasida chang zarrachalarining boshlanish konstantasiyasi $u_b = 0,5\%$ tozalangan gaz aralashmasidagi chang zarrachalarining oxirgi konstantasiyasi $u_0 = 0,05\%$, dispers faza sistemasining zichligi $\rho_s = 1250 \text{ kg/m}^3$, dispers muxitning zichligi $\rho_m = 1,06 \text{ kg/m}^3$, dispers muxitning qovushokdigi $\mu = 2,01 \cdot 10^{-5} \text{ N-s/m}^2$. Stiklonda cho'kayotgan chang zarrachalarining eng kichik diametri $d = 30 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.

Iqiklonni hisoblash uchun jarayonning moddiy balans tenglamasi asosida tozalangan gaz va chang zarrachalarining miqdorini aniqlaymiz:

$$G_0 = G_s \frac{100 - y_0}{100 - y_s}$$

bu erda G_s – tozalanayotgan gaz aralashmasining miqdori

$$G_s = 20000 \text{ kg/s.}$$

$$C_0 = G_0 \frac{100 - y_0}{100 - y_s} = 20000 \frac{100 - 0,5}{100 - 0,05} = 19909,95 \text{ kg/s}$$

Gaz aralashmasidan ajratilgan chang zarrachalarining miqdori.

$$G_r = S_s - S_0 = 20000 - 19909,95 = 90,05 \text{ kg/s}$$

$$G_s = G_0 + G_r = 19909,95 + 90,05 = 20000 \text{ kg/s}$$

Sistemaning zichligi:

Iqiklonda kirayotgan changli gaz aralashmasining zichligi:

$$\rho_r = \frac{100}{\frac{y_0}{\rho_c} + \frac{100 - y_0}{\rho_{gm}}} = \frac{100}{\frac{0,5}{1250} + \frac{99,5}{1,06}} = 1,065$$

Tozalangan gazning zichligi:

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{y_0}{100} + \frac{100 - y_0}{\rho_{gm}}} = \frac{100}{\frac{0,05}{100} + \frac{100 - 0,05}{1,06}} = 1,06 \text{ kg/m}^3$$

Sistemaning xajmi:

Kirayotgan changli gaz aralashmasining xajmi :

$$V_c = \frac{G_c}{\rho_k} = \frac{20000}{1,065} = 18779,3 \text{ m}^3$$

Tozalangan gaz aralashmasining xajmi:

$$V_m = \frac{G_0}{\rho_m} = \frac{19909,95}{1,06} = 18782,97 \text{ m}^3$$

Ajratilgan changli gaz zarrachalarining xajmi:

$$V_r = \frac{G_r}{\rho_c} = \frac{90,05}{1250} = 0,072 \text{ m}^3$$

Qurilmaning unumdorligi.

$$V_c = \frac{G_c}{\rho_{gm}} = \frac{20000}{1,06 \cdot 3600} = 5,24 \text{ m}^2$$

Konstruktiv hisob

Markaziy chiqish trubasining radiusini aniqlaymiz:

$$r_T = \sqrt{\frac{V_c}{\pi w_T}} = \sqrt{\frac{5,24}{3,14 \cdot 4}} = 0,65 \text{ m}$$

bu erda w_T - trubadagi gaz oqimining tezligi $w_t = 24 \div 5$ bo'lgani uchun $w_t = 4$ m/s deb qabul qilamiz.

Gaz aralashmasi kiradigan shtusterning o'lcham kattaliklarini aniqlaymiz. Bu holda uning balandligini eniga bo'lgan nisbatini 2 ga teng deb olib, shtusterdagi gaz oqimining tezligini $w_{sht} = 21$ m/s deb olamiz.

Shtusterning kengligi:

$$e = \sqrt{\frac{V_c}{2 \cdot w_{um}}} = \sqrt{\frac{5,24}{2 \cdot 21}} = 0,35 \text{ m}$$

Shtusterning balandligi $h = 0,7$ m.

Qilindrsimon korpusning radiusini quyidagi tenglama orqali hisoblaymiz.

$$r_2 = r_1 + \delta_1 + \Delta r$$

bu erda δ_1 - markaziy chiqish trubasining qalinligi. Uning qiymatini $\delta_1 = 0,05$ m deb olamiz.

Δr - korpus stilindr qismining yuzasi bilan markaziy chiqish trubasi orasidagi masofa. Uning qiymatini $\Delta r = 0,395$ m deb qabul qilamiz.

Bu xolda

$$r_2 = r_1 + \delta_1 + \Delta r = 0,6 + 0,05 + 0,395 = 1 \text{ m}$$

Qiklondagi gaz oqimining aylanma tezligini aniqlaymiz:

$$w_y = \frac{w_{um}}{c} = \frac{2,1}{1,4} = 1,5 \text{ m/s}$$

bu erda $s = 1,4$.

Qiklondagi gaz oqimining aylanish radiusini ikki xil usul bilan aniqlanadi. o'rtacha logarifmik:

$$r_{yp} = \frac{r_2 - (r_1 + \delta_1)}{2,3 \cdot \lg \frac{r_2}{r_1 + \delta_1}} = \frac{1 - 0,605}{2,3 \cdot \lg \frac{1}{0,605}} = 0,784 \text{ m}$$

o'rtacha arifmetik:

$$r_{yp} = \frac{r_2 + (r_1 + \delta_1)}{2} = \frac{1 + 0,605}{2} = 0,8025m$$

Stiklondagi gaz oqimining aylanma burchak tezligi:

$$w_u = \frac{w_u}{r_{yp}} = \frac{15}{0,8025} = 18,2m/c$$

O'tish rejimida chang zarrachalarining stiklondagi markazdan qochma kuch ta'sirida harakat tezligani hisoblaymiz:

$$w = \frac{\mu \cdot g}{d \cdot \gamma} \cdot (\delta \cdot Ar \cdot Fr)^{\frac{1}{r-n}} = \frac{2,05 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6}}{30 \cdot 10^{-6} \cdot 1,06} \left(\frac{23,8}{13,9} \right)^{0,74} \cdot 0,77 = 0,71m/c$$

$$n = 0,6 \quad Ar \cdot Fr = \frac{\delta^3 \cdot \rho_1 \cdot \rho \cdot g}{\mu^3} \cdot \frac{w^2 \cdot r_c}{g}$$

Gazning stiklonda bo'lish vaqtini topamiz.

$$Q = \frac{\Delta r}{w} = \frac{0,395}{0,71} = 0,55c$$

Iqiklonning ishchi hajmini hisoblaymiz.

$$V_u = V_c \cdot \theta = 5,24 \cdot 0,55 = 2,88m^3$$

Iqiklon korpusining stilindrik qismining balandligini ushbu formula yordamida hisoblab topish mumkin:

$$H = k \cdot \frac{V_u}{\pi \cdot [r_2^2 - (r_1 + \delta_1)^2]}$$

k - stilindrik balandlik qismining zahira koefitsienti, $k = 1,25$ deb olamiz.

$$H = 1,25 \cdot \frac{2,88}{3,14 \cdot [1^2 - 0,605^2]} = 1,75m$$

Iqiklon konus qismining balandligini topishda ushbu formula qo'llansa bo'ladi:

$$H_k = (r_2 - r_0) \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$$

bu erda g_0 - konusning pastki qismidagi chiqadigan moslamaning radiusi, m. Odatda uning qiymati $r_0 = 0,2$ ga tengdir.

α_0 - konus hosil qiluvchi qism bilan korpus radiusi orasidagi burchak, $\operatorname{tg} \alpha_0$ burchagining qiymatini 60° deb olamiz. $\operatorname{tg} \alpha_0 = 60^\circ$.

$$N_k = (1 - 0,2) \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 1,4m$$

Iqiklondagi gaz oqimi o'ramlarining aylanishlar sonini hisoblaymiz.

$$n = \frac{\theta \cdot w_u}{2 \cdot \pi} = \frac{0,55 \cdot 18,2}{2 \cdot 3,14} = 1,59 \approx 1,6$$

Hisoblashning to'g'riligini tekshirish

Frud kriteriysi.

$$Fr = \frac{w_u^2 \cdot r_{yp}}{g} = \frac{18,2 \cdot 0,8025}{9,81} = 27,1$$

Qiklonning unumdorligini balandlik zahirasi hisobga olmagan holda aniqlaymiz:

$$V_{cek} = Fo \cdot w, m^3 / c$$

$$Fo = 2 \cdot \pi \cdot r_{yp} \cdot H, m^2$$

bu erda N - stiklon stilindr qismining balandligi,

$$N = k \cdot N_0 \cdot p, m$$

N_0 – harakatlanuvchi oqimning bir aylanishlar sonidagi balandligi:

$$H_0 = C \cdot \frac{\epsilon \cdot h}{r_2 - (r_1 + \delta_1)}$$

$$C = \frac{w_r}{w_0} = 1,4$$

bu erda w - zarrachalarning cho'kish tezligi, m/s.

$$w = \frac{r_0 - (r_1 + \delta)}{Q} m / c$$

$$V_c = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,784 \cdot \frac{1,75}{1,25} \cdot 0,71 = 4,9 \approx 5 m^2$$

Gaz oqimining bir aylanish o'ramlar sonida harakatlanuvchi katlamdagi balandligi

$$H_0 = C \cdot \frac{\epsilon \cdot h}{r_2 - (r_1 + \delta_1)} = 1,4 \cdot \frac{0,35 \cdot 0,7}{1 - 0,605} = 0,87 m$$

Qiklon stilindrik qismining balandligi esa,

$$N = k \cdot N_0 \cdot p = 1,25 \cdot 0,87 \cdot 1,6 = 1,74 m$$

Tekshirish hisoblarining natijalariga asosan stiklonning hisoblari to'g'ri ekanligi tasdiqlandi.

3 - b o b. ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARINI HISOBLASH

3.1.ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARINI TEXNOLOGIK HISOBLASHNING UMUMIY SXEMASI

Issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash o'z ichiga berilgan optimal texnologik sharoitlarga to'g'ri keladigan zarur issiqlik o'tkazish yuzasini, qurilmaning

turini va konstrukstiyasining normallashtirilgan variantlarini tashlashdan iboratdir. Zarur issiqlik o'tkazish yuzasi issiqlik o'tkazishning asosiy tenglamasidan topiladi [1-5]:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{yp}} \quad (3.1)$$

Berilgan texnologik sharoitlarga mos issiqlik yuklamasi Q_{ni} issiqlik tashuvchi agentlardan birining issiqlik balansi tenglamasidan aniqlanadi.

a) agarda issiqlik tashuvchi agentning agregat holati o'zgarmasa,

$$Q = G_i \cdot c_i \cdot (t_{i\delta\delta o} - t_{iox}), i = 1, 2 \quad (3.2)$$

b) to'yingan buflarning kondensatlari sovitilmasa yoki qaynash paytida

$$Q = G_i \cdot V_1, i = 1, 2 \quad (3.3)$$

v) o'ta qizigan buflarni kondensastiyalanishida, kondensat sovitilgan holda

$$Q = G_i \cdot (I_{i\delta\delta o} - c_i \cdot t_{iox}) \quad (3.4)$$

bu erda I_{bosh} - o'ta qizigan buflar entalpiyasi. Qurilmalar issiqlik qoplamasi bilan o'ralgan bo'lsa, issiqlikning atrof muhitga yo'qotilishi juda kam bo'ladi. Shuning uchun (3.2) (3.4) tenglamalarda ular hisobga olinmagan.

Agarda, issiqlik tashuvchi agentning agregat holati o'zgarmasa, uning o'rtacha temperaturasi boshlanish va oxirgi temperaturalarning o'rta arifmetik qiymati sifatida hisoblab topish mumkin.

$$t_1 = \frac{t_{i\delta\delta o} + t_{iox}}{2}, i = 1, 2 \quad (3.5)$$

Issiqlik tashuvchi agentning agregat holati o'zgarsa, issiqlik almashinish yuzasi bo'ylab uning son qiymati qaynash (yoki kondensastiya bo'lish) temperaturasi, bosim va agentning tarkibiga bog'liqdir.

Issiqlik tashuvchi agentlarning harakat yo'nalishlari bir xil va qarama-qarshi yo'lli bo'lgan issiqlik almashinish qurilmalarida oqimlarning o'rtacha temperaturalar farqi (3.6)- (3.8) tenglamalardan topiladi.

Qurilmaga kirish va undan chiqishda issiqlik tashuvchi agentlarning katta va kichik farqlarining nisbati katta ($\Delta t_{ka} / \Delta t_{ku} > 2$) bo'lsa:

$$\Delta t_{yp} = \Delta_{yp.102} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{\ln \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} \quad (3.6)$$

$\Delta t_{ka} / \Delta t_{ku} < 2$ bo'lsa, o'rtacha temperaturalar farqi quyidagi formuladan aniqlanadi: $\Delta t_{yp.ap} = \frac{\Delta t_{ka} + \Delta t_{ku}}{2} \quad (3.7).$

Agar issiqlik tashuvchi agentlarning harakat yo'nalishlari o'zaro kesishsa, o'rtacha temperaturalar farqi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\Delta t_{yp} = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} \quad (3.8)$$

bu erda $\varepsilon_{\Delta t}$ - muhitlarning temperaturalar nisbatiga bo'liq bo'lgan koeffitsient.

Issiqlik almashinish yuzasini aniqlash va qurilmansh konstrukstiyasini tanlash uchun issiqlik o'tkazish koeffitsientini hisoblab topish kerak.

Uni hisoblash uchun ushbu formuladan foydalansa bo'ladi:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{deg}}{\lambda_{deg}} + r_{1u\phi_1} + r_{2u\phi_1} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (3.9)$$

bu erda α , va α_2 - issiqlik tashuvchi agentlar tomonidagi issiqlik berish koeffitsientlari; λ - devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; δ - devor qalinligi; r_{1ifd} va r_{2ifd} - devorning ikkala tomonidagi ifloslik qatlamlarining termik qarshiliklari. 3.9 tenglama tekis va stilindrsimon ($R_{tash}/R_{ich} < 2$) devorlar orqali issiqlik o'tishi jarayoni uchun to'g'ri keladi.

Ma'lumki, α , va α_2 lar hisoblanayotgan issiqlik almashinish qurilma konstrukstiyasining parametrlariga bog'likdir. Shuning uchun bu bosqichda issiqlik o'tkazish koeffitsientini yuqori aniqlikda topib bo'lmaydi. Demak, avval taxminiy hisoblar asosida issiqlik o'tkazish koeffitsienti aniqlanadi va unga mos yuza va qurilmaning anik konstrukstiyasi topiladi. So'ng esa, issiqlik o'tkazish koeffitsienti va zarur issiqlik almashinish yuzasini aniqlovchi hisoblari qilinadi.

Hisoblab topilgan yuzaning son qiymatining normallashtirishga issiqlik almashinish qurilmasi bilan taqqoslanib, hisoblash uchun tanlangan variantning qanchalik to'g'ri ekanligiga javob beradi. Agarda, farq katta bo'lsa, albatta hisoblash boshqa variantda olib borilish kerak.

3.1-rasmda issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash sxemasi keltirilgan.

3.2. ISSIQLIK BERISH KOEFFITSIENTINI HISOBLASH UCHUN TENGLAMALAR

Issiqlik berish koeffitsientlarini aniq hisoblash uchun formulalarni tanlash issiqlik almashinish xarakteriga (agregat holati o'zgarmaganda, qaynash davrida yoki kondensastiyalangan paytda), tanlangan issiqlik almashinish yuzasi turiga (tekis, trubali, qirrali va x.), konstrukstiya turiga (kojux-trubali, zmeevikli, burama, truba ichida trubali, U-simon trubali va x.) va issiqlik tashuvchi agentlarning oqish rejimiga bog'liqdir. Umumiy holda, issiqlik berish koeffitsientini aniqlash uchun kriterial formula quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu=f(Re, Pr, Gr, G_1, G_2, \dots) \quad (3.10)$$

bu erda $G_1, G_2, \dots$ - geometrik o'xshashlik.

Hisoblashning birinchi bosqichida a va K koeffitsientlar noma'lum bo'lgani uchun ularning taxminiy son qiymatlarini belgilab olamiz. So'ng esa, hisoblar oxirida, dastlabki qabul qilingan parametrlar to'g'riligi tekshiriladi.

Quyida issiqlik berish koeffitsientini hisoblashda ko'p qo'llaniladigan tenglamalar keltirilgan.

1. Dumaloq ko'ndalang kesimli to'g'ri truba yoki kanallarda, issiqlik tashuvchi agentlarning agregat holati o'zgarmasdan turbulent ($Re > 10000$) rejimda oqishi paytida ushbu formulani qo'llash mumkin:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (3.11)$$

bu erda Pr_0 - Prandtl kriteriysi, truba devorining temperaturasida hisoblangan.

Issiqlik tashuvchi agentlar tezliklarining taxminiy qiymatlari 3-1 jadvalda keltirilgan.

Re va Nu kriteriylarini hisoblashda aniqlovchi geometrik o'lchov vazifasini ekvivalent diametr bajaradi, ya'ni

$$l = d_e = \frac{4 \cdot f}{\Pi} \quad (3.12)$$

bu erda f - oqimning qo'ndalang kesim yuzasi; P - oqim kesimining to'la perimetri.

Issiqlik tashuvchi agentning fizik xossalarini hisoblashda aniqlovchi temperatura sifatida gaz yoki suyuqlikning o'rtacha temperaturasi xizmat qiladi.

Isitgich kanallarida issiqlik tashuvchi agentning majburiy harakatida tavsiya etiladigan tezliklar w qiymatlari

3-1

jadval

Muhit	Harakat sharoiti	W , m/s
Qovushoqligi kam suyuqlik (benzin, kerosin, suv va h)	Haydash yo'lida so'rish yo'lida	1-3 0,8-1,2
Qovushoq suyuqlik (engil va orir moylar, tuzlar va eritmalari)	haydash yulida so'rish yo'lida	0,5-1,0 0,2-0,8
Kam va o'rta qovushoqli suyuqlik	o'zi oqish	0,1-0,5
Katta naporli gaz	kompessorning haydash yo'lida	15-30
Kichik naporli gaz	ventilyator va gaz quvurining haydash yo'lida	5-15
Toza gaz, atmosfera bosimida	gaz quvuri	12-16

Changli gaz, atmosfera bosimida	gaz quvuri	6-10
Gaz, tabiiy tortilishda	gaz quvuri	2-4
Suv buxi : O'ta to'yingan quruq, to'yingan	_____	30-75 100-200
To'yingan buxlar (uglevodorodlar)	Bosim, MPa 0,005 - 0,02 0,02 - 0,05 0,05 - 0,1 0,1	60-70 40-60 20-40 10-25

(3.11) formula quyidagi oraliqda qo'llansa bo'ladi:

$$Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^6; Pr = 0,6 \div 10; L/d \geq 50$$

Zmeevikli truba uchun α ni topish uchun (3.11) da aniqlangan; α ning qiymati ushbu tuzatish koeffitsientga ko'paytiriladi:

$$\alpha_{3M} = \alpha \left(1 + 3,54 \cdot \frac{d}{D} \right) \quad (3.13)$$

bu erda d - zmeevik trubasining ichki diametri; D - o'raining diametri.

2. O'tish rejimida ($2300 < Re < 10000$ va $Sr-Rr < 8 \cdot 10^5$) issiqlikning berilishi uchun aniq formula bo'lmaganligi sababli quyidagi taxminiy kriterial tenglamadan foydalanish mumkin: $Nu = 0,008 \cdot Re^{0,9} \cdot Pr^{0,43}$ (2,14)



3.1 - rasm. Issiqlik almashinish qurilmasini hisoblash sxemasi.

3. To'g'ri truba va kanallarda laminar rejimda ($Re < 2300$) is-siqlikni berilishi. Erkin konvekstiya ta'siri kam bo'lganda ($Sr \cdot Rr < 8 \cdot 10^5$, $Re > 10$ va $L/D > 10$) quyidagi hisoblash formulasidan foydalaniladi.

$$Nu = 1,4 \cdot \left(Re \cdot \frac{d}{L} \right)^{0,4} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (3.15)$$

Tekis trubalar o'ramini oqimning ko'ndalang xarakati paytidagi issiqlik berishi:
a) koridor (yo'lak)simon va shaxmatli o'ram uchun ($Re < 1000$):

$$Nu = 0,5 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0}\right)^{0,25} \cdot E\varphi \quad (3.16)$$

b) koridorsimon o'ram uchun ($Re > 1000$):

$$Nu = 0,22 \cdot Re^{0,65} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0}\right)^{0,25} \cdot E\varphi \quad (3.17)$$

v) shaxmatli o'ram uchun:

$$Nu = 0,4 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,36} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0}\right)^{0,25} \cdot E\varphi \quad (3.18)$$

Aniqlovchi temperatura sifatida suyuqlikning o'rtacha temperaturasi, aniqlovchi o'lcham sifatida esa - trubaning tashqi diametri olinadi. $E\varphi$ -koeffitsient oqimning truba o'qiga nisbatan qanday burchak ostida ta'sir qilayotganligini hisobga oladi.

Gazlar uchun hisoblash tenglamasi soddalashadi. Masalan, trubalar shaxmat usuli bilan joylashtirilganda havo uchun ($Re > 10^3$) hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Nu = 0,356 \cdot Re^{0,6} \cdot E\varphi \quad (3.19)$$

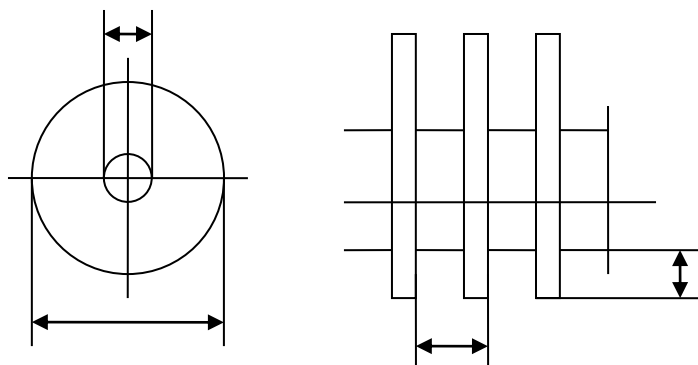
Qirrali trubalar o'rami uchun oqimning aylanib o'tishidagi issiqlikning berilishi

$$Re = (3 \div 25) \cdot 10^3 \text{ va } 3 < \frac{d}{L} < 4,8$$

sharoit uchun hisoblash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = C \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^{-0,54} \cdot \left(\frac{h}{t}\right)^{-0,14} \cdot Re^n \cdot Pr^{0,4} \quad (2.20)$$

bu erda d - trubaning tashqi diametri; t - qirralar orasidagi masofa; D - qirraning diametri; $h = (D/d)/2$ - qirraning balandligi.



3.2 - rasm. Ko'ndalang qirrali truba

Aniqlovchi temperatura - suyuqlikning o'rtacha temperaturasi, aniqlovchi o'lcham esa-qirraning balandligi (2.2.-rasm)

Koridorsimon o'ram uchun: $S = 0,116$; $p = 0,2$ Shaxmatli o'ram uchun: $S = 0,25$; $p = 0,65$.

(3.20) formuladan qirrali trubalar uchun topilgan, a_r ni issiqlik o'tkazish koeffitsientini aniqlovchi formulaga qo'ysak ushbu formulani olamiz:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_p} + \frac{1}{\alpha_{mp}} \cdot \frac{F_{mau}}{F_u} + \sum \frac{\delta}{\lambda} \quad (3.21)$$

bu erda α_{tp} - truba ichida issiqlik tashuvchi agentning issiqlik berish koeffitsienti; F_{mau} - qirrali trubaning to'liq tashqi yuzasi; F_{ich} -trubaning ichki yuzasi; $\sum \delta / \lambda = \delta_{\text{d}} / \lambda_{\text{d}} + r_{u\phi,1} + r_{u\phi,2}$ -truba devori va ifloslik qatlamlarining termik qarshiliklarining yirindisi.

**Issiqlik o'tkazish koeffitsienti K ning taxminiy
qiymatlari (Vt/m²-K)**

3-2 jadval

Issiqlik almashinish turi	Majburiy harakat uchun	Erkin harakat uchun
Gazdan gazga	10 –40	4 – 12
Gazdan suyuqlikga	10 - 60	6 – 20
Kondensastiyalanayotgan burdan gazga	10 - 60	6 – 12
Suyuqlikdan suyuqlikka: suv uchun uglevodorod, moylar uchun	800 - 1700 120 - 270	140 - 340 30 - 60
Kondensastiyalanayotgan suv buridan suvga	800 - 3500	300 - 1200
Kondensastiyalanayotgan suv buridan organik suyuqlikga	120 - 340	60 ~ 170
Kondensastiyalanayotgan organik suyuqlik buridan suvga	300 - 800	230 – 460
Kondensastiyalanayotgan suv buridan qaynayotgan suvga	-	300 - 2500

Issiqlik tashuvchi agent	$\frac{1}{r_{u\phi n}}$
Suv ifloslangan o'rtacha sifatli yaxshi sifatli distillangan	1400 - 1860 1860 -2900 2900 -5800 11600
Havo	2800
Neft mahsulotlari, moy, sovituvchi agent buri	2900
Neft xom - ashyosi	1160
Organik suyuqlik, suyuq sovuq eltgichlar	5800

3-3 jadval

Tarkibida moy bor suv bufi	5800
Organik suyuqlik buflari	11600

Segment to'siqli, kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalarining trubalararo bo'shlikidan suyuqlik oqib o'tayotgan paytida issiqlik berish koeffitsienti quyidagi tenglamalar orqali aniqlanishi mumkin:

$Re > 1000$ bo'lganda

$$Nu = 0,24 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (3.22)$$

$Re < 1000$

$$Nu = 0,34 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (3.23)$$

(3.22) va (3.23) tenglamalarda aniqlovchi geometrik o'lcham qilib trubaning tashqi diametri qabul qilinadi.

Harakatchan qalpoqchali kojux-trubali issiqlik almashinish qurilma va kondensatorlarning parametrlari

(GOST 14246-79, GOST 14247-79)

3-4 jadval

Ko jux dia met ri <i>D, mm</i>	Truba ning dia- met- ri, <i>d*, mm</i>	Yo 'l- lar soni <i>n**</i>	Trubalar bo 'yicha bir yo 'lning ko 'ndalang kesimi, <i>m*</i>	Trubalar uzunligi quyidagicha bo 'lganda, issiqlik almashinish yuzasi, <i>m²</i>				Trubalararo bo 'shliq oqimning eng tor ko 'ndalang kesim yuzasi***, <i>m²</i>	
				,0	6,0***	9,0***			
32 5 40 0 50 0 60 0	20x2	2	0,007	3	26			0,012	
	25x2	2	0,007		20			0,012	
	20x2	2	0,012		46			0,020	
	25x2	2	0,014	0	38			0,019	
		20x2	2		0 090			76	0,031
		25x2	2	0,023	3	62	0,030		
	20x2	4	0,030 0,034	9	117 131	176	196	0,048	0,042
		6	0,013 0,014		107 117	160	175	0,048	0,042
		2	0,008	8	113			0,043	0,040
		4	0,034 0,037		96 105			144	157
		6	0,015 0,016	1	86 94	129	141	0,043	0,040

0	80	20x2	2	0,007		87				0,078	0,071
			4	0,026 0,063		212	243	318	364	0,078	0,071
			6	0,025 0,025		197	225	295	337	0,078	0,071
		25x2	2	0,016		216				0,074	0,068
			4	0,060 0,069		170	184	255	286	0,074	0,068
			6	0,023 0,024		157	173	235	259	0,115	0,105
	10	20x2	4	0,018		164 346				0,115	0,105
			6	0,092 0,106		402		519	603	0,115	0,105
			2	0,043 0,049		330	378	495	567	0,117	0,112
		25x2	4	0,032		368				0,117	0,112
			6	0,103 0,119		284	325	426	488	0,138	0,147
			2	0,041 0,051		267	301	400	451	0,138	0,147
	12	20x2	4	0,034		290				0,138	0,147
			6	0,135 0,160		514	604	771	906	0,126	0,113
			2	0,064 0,076		494	576	741	864	0,126	0,113
		25x2	4	0,046		563				0,179	0,198
			6	0,155 0,179		423	489	635	733	0,179	0,198
			2	0,072 0,086		403	460	604	690	0,179	0,198
	14	20x2	4	0,054		447				0,174	0,153
			6	0,188 0,220		715	831	1072	1246	0,174	0,153
			2	0,084 0,102		693	798	1040	1197	0,174	0,153
		25x2	4	0,059		782					
			6	0,214 0,247		584	675	876	1012		
			2	0,099 0,110		561	642	841	963		
	16	20x2	4	0,074		626					
			6								
			2								
		25x2	4								
			6								
			2								

* - 25x2 mm li trubalar legirlangan po'latdan yasalishi kerak; uglerodli po'latdan ham yasalishi mumkin, faqat 25x2 mm o'lchamli trubalardan tashqari.

** - trubalar yo'li bo'yicha 6 ta yo'lli faqat kondensatorlarga tegishli.

*** - o'ng ustundagi qiymatlar truba to'r pardalarda teng tomonli uchburchak cho'qqilarida joylashtirilishiga tegishli; qolganlari - kvadrat cho'qqilarida joylashtirilishiga oid (GOST 13202-77).

U-simon kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalarining parametrlari (GOST 14245-79)

3-5 jadval

Kobik Diametri mm	Trubalar bir yulining kesim yuzasi, m ²		Trubalar uzunligiga mos issiklik almashinish yuzasi m ²				Trubalar aro bushlikning eng tor kesimi ^{**} , m ²		
			3,0 3.0	6,0 ^{**} 6.0 ^{**}	9,0 ^{**} 9.0 ^{**}				
325	0.007	-	14	27	-	-	0.011	-	
400	0.013	-	26	51	-	-	0.020	-	
500	0.022	-	43	85	-	-	0.032	-	
600	0.031	0.039	-	120	150	178	223	0.047	0.037
800	0.057	0.067	-	224	258	331	383	0.085	0.073
1000	0.097	0.112	-	383	437	565	647	0.120	0.108
1200	0.142	0.165	-	564	651	831	961	0.135	0.151
1400	0.197	0.234	-	790	930	1160	1369	0.161	0.187
			43						

* - trubaning tashqi diametri bo'yicha hisoblangan

** - o'ng ustundagi qiymatlar truba tur pardalarda teng tomonli uchburchak cho'qqilarida joylashtirilishiga tegishli; qolganlari - kvadrat cho'qqilarida joylashtirishiga oid (GOST 13203-77).

Suyuqliklarni aralashtirgichlar bilan aralashtirish paytida issiqlikning berilishi. Zmeevikli, qobikli va aralashtirgichli qurilmalarida issiqlik berish koeffitsienti a ni quyidagi tenglama bilan aniqlash mumkin:

$$Nu = c \cdot Re^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)^{0,14} \cdot \Gamma^{-1} \quad (3.24)$$

$$\text{bu erda } Nu = \frac{\alpha \cdot d_M}{\lambda}; \quad Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d_{ap}}{\mu}; \quad \Gamma = \frac{D}{d_{ap}};$$

D - qurilma dimetri; p - aralashtirgichning aylanishlar soni; d_{ar} - aralashtirgich diametri; μ_0 - suyuqlikning qobiq devori yoki zmeevik temperaturasi bo'yicha topilgan dinamik qovushoqlik koeffitsienti; st - suyuqlikning o'rtacha temperaturasi $t_{yp} = (t + t_0)/2$ bo'yicha topilgan dinamik qovushoqlik koeffitsienti.

To'yingan burning yupqa qatlamida (plyonkali) kondensatsiya va o'irlik kuchi ta'siri ostida kondensat qatlamining laminar oqib turishida issiqlik berish koeffitsientini ushbu formuladan hisoblab topish mumkin:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \sqrt{\frac{\lambda^3 \cdot \rho^2 \cdot r \cdot g}{\mu \cdot \Delta t \cdot l}} \quad (3.25)$$

bu erda vertikal yuzalar uchun $a = 1,15$, $l = N$ bitta gorizontal truba uchun $a = 0,72$, $l = d_{tash}$

Ushbu formulada $\Delta t = t_{kon} - t_{d1}$ solishtirma kondensastiyalanish is-siqligi r ni kondensastiyalanish temperaturasi t_{KOND} da aniqlanadi; kondensatning fizik xossalari

kondensat yupqa qatlami (plyonkasi) ning o'rtacha temperaturasi $t_{n.l} = 0,5 \cdot (t_{kon} + t_{d1})$ da hisoblab topiladi. $\Delta t \leq 30 \div 40^\circ\text{S}$ bo'lgan hollarda kondensatning fizik xossalari t_{kond} temperaturada hisoblansa, katta xatolikka olib kelmaydi.

Pufakchali qaynash paytida issiqlik berish koeffitsientlari quyidagi tenglamalar orqali aniqlanadi:

a) katta hajmdagi suyuqlikka tushirilgan jism yuzalarida

$$\alpha = 0,75 \cdot \left[1 + 10 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_{\delta yz}} - 1 \right)^{-0,66} \right] \cdot \left(\frac{\lambda^2 \cdot \rho}{\mu \cdot \sigma \cdot T_{kay}} \right)^{0,33} \cdot q^{0,66} \quad (3.26)$$

b) truba ichida

$$\alpha = \frac{780 \cdot \lambda^{1,3} \cdot \rho^{0,5} \cdot \rho_{\delta yz}^{0,06} \cdot q^{0,6}}{\sigma^{0,5} \cdot r^{0,5} \cdot \rho_{\delta yz.o}^{0,66} \cdot c^{0,3} \cdot \mu^{0,3}} \quad (3.27)$$

Ma'lumki, katta hajmda suyuqliklarning pufakchali qaynash holatidan yupqa qatlamda (plyonkali) qaynash holatiga o'tish paytida issiqlik berish koeffitsienti maksimal qiymatga ega bo'ladi va o'sha paytdagi kritik solishtirma issiqlik yuklamasi

$$q_{kp} = 0,14 \cdot r \cdot \sqrt{\rho_{\delta yz}} \cdot \sqrt{g \cdot \sigma \cdot (\rho_c - \rho_{\delta yz})} \quad (3.28)$$

(2.26) - (2.28) formulalardagi suyuqlikning hamma fizik xossalari qaynash temperaturasida, ya'ni ishchi bosimda (T_{kay} , K) aniqlanadi.

Atmosfera bosimi r_0 va ishchi bosim r lardagiurning zichligini quyidagi formulalardan hisoblab topish mumkin.

$$\rho_{\delta yz.o} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{T_{kay.o}}; \quad (3.29)$$

$$\rho_{\delta yz} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{T_{kay}} \cdot \frac{\rho}{\rho_o};$$

bu erda M - burning molekulyar massasi; $T_{kay.o}$ -atmosfera bosimida qaynash temperaturasi.

3.3. ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARINING ASOSIY PARAMETRLARI VA KONSTRUKTIVLARI

Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalari xalq xo'jaligining turli sohalarida keng tarqalgan qurilmalar bo'lib, issiqlik almashinish qurilmasi, sovitgich, kondensator va buflatgich sifatida ishlatilishi mumkin.

Issiqlik almashinish qurilmalari suyuqlik va gazlarni isitish va sovitish uchun mo'ljallangan bo'lib, sovitgichlar esa - sovitish (suv yoki zaxarli bo'lmagan, yonmaydigan va portlamaydigan agent bilan) uchun qo'llaniladi (3.3-rasm) [1-5].

Quyida issiqlik almashinish qurilmasining qo'llanishi va konstrukstiyasi bo'yicha klassifikastiyasi berilgan.

Ko'llanishiga qarab

Isitkichlar T
 Sovitkichlar X
 Kondensatorlar K
 Buflatgich I

Konstrukstiyasiga qarab

Qo'zgalmas to'r pardali. N
 Kojuxida tempsratura kompensatori bilan . . . K
 Harakatchan qalpoqchali P
 U-simon trubali. U

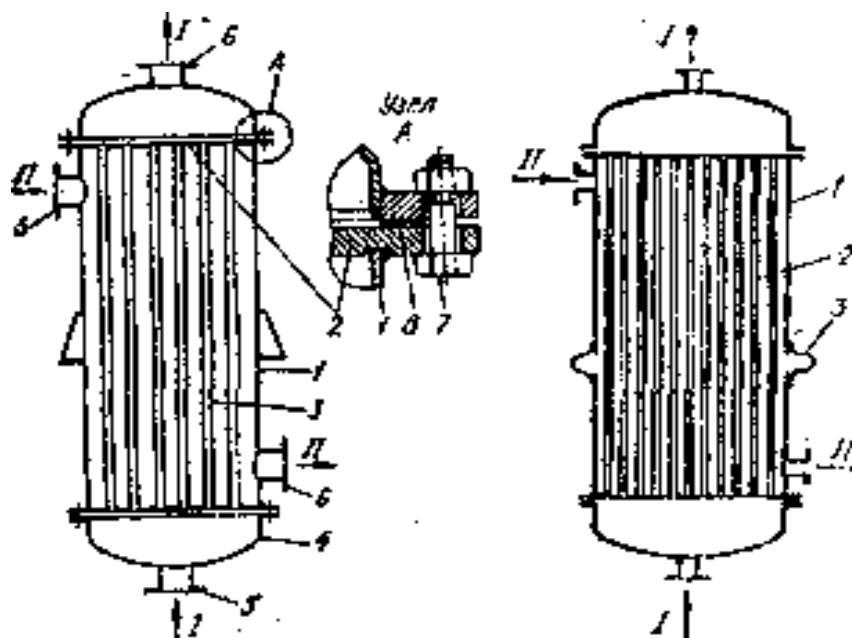
P va U tipidagi issiqlik alamashinish qurilmasi truba va kojuxining temperaturalar farqi juda katta, hamda truba o'rami mexanik usulda tozalash zarur bo'lgan holda qo'llaniladi.

Quyidagi jadvalda sanoatda ko'p ishlatiladigan issiqlik almashinish qurilmalari xarakteristiklari berilgan.

3-6 jadval

Nomi	Belgi- lanishi	Issiqlik tashuvchi agent belgisi	Qo'llanish sohasi
Isitkich	TN va TK TP va TU	-30..350 -30... 450	Isitish va sovitish uchun
Sovitkich	X, XN va XK XP va XU	0...+300 0...+400	Gazsimon va suyuq muhitlarni suv yoki sovuq eltgich yordamida sovitish uchun
Konden sator	KN va KK KP va KU	Kondensa- liyalanuv- chi 0...+300 0...+400 Sovituvchi - 20... +60	Buflarni suv yoki sovuq eltgich yordamida kondensastiyalash va sovitish uchun
Buflatgich	IN va IK IP va IU	-30... +350 -30... +450	Turli suyuq muxitlarni isitish va buflatish uchun
Sovutuvchi kondensator	KT	0...+100 (sovuq eltgich-	Ammiakli va uglevodorodli (propan, propilen) sovitish mashinalarida sovuq eltgichni

		ning kondensastiyasi); sovituvchi -20... +50	suyultirish uchun
Sovutuvchi buglatkich	IT	-40... +40 (to'yinish)	Ammiakli va uglevodorodli (propan, propilen) sovitish mashinalarida 0,6 MPa bosimda suv va eritmalarini sovitish uchun
		+40... -60	1-2,5 MPa bosim ostida texnologik suyuq muxitlarni sovitish uchun



3.3 - rasm. Kojux trubali issiqlik almashinish qurilmalari.

a) bir yo'lli; b) linza kompensatorli;

v) xarakatchan qalpoqchali; g) U - simon trubali.

1 - qobiq; 2 - trubalar; 3 - linza kompensator; 4 - harakatchan qalpoqcha ; 5 - truba to'rlari; 6 - qopqoq; 7,8 - kirish va chiqish shtusterlari; 9 - bolt; 10 - qistirma.

Kojux-trubali isitgichlar va sovitgichlarda qobiq va trubalar orasidagi temperaturalarining farqiga qarab truba qobirining uzayishi har xil bo'ladi. Shuning uchun bu qurilmalar konstrukstiyasiga qarab ikki xil bo'ladi:

N - qo'z'falmas to'r pardali;

K - linza kompensatorli.

Kompensastiyalovchi moslamalar qurilmalar trubalarini etarli darajada uzayishiga imkon beradi. Bu turdagi qurilmalar trubalararo bo'shlikdagi bosim $6-10^5$ Pa gacha bo'lganda ishlatiladi.

Qo'zgalmas to'r pardali isitgichlarda issiqlik ta'sirida trubalar va qobiq har xil uzayadi, shu sababli bu turdagi isitgichlar trubalar va qobiq o'rtasidagi temperaturalar farqi katta bo'lmaganda ($20-60^\circ\text{S}$ gacha) ishlatiladi. Muhitlarning temperaturalar farqi 60°S dan katta bo'lganda, trubalar va qobiqning har xil uzayishini yo'qotish uchun, linzali kompensator (3.3b -rasm), harakatchan qatpoqchali (3.3v - rasm) va U - simon trubali (3.3g -rasm) kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalari ishlatiladi [2].

Xarakatchan qalpoqchali isitgichlar temperaturalar farqi katta bo'lganda ishlatiladi. Bu turdagi isitgichda pastdagi truba to'ri harakatchan bo'lib, bunda trubalar o'rami (to'plami) qurilmaning qobirida temperatura ta'sirida uzayganda xam bemalol harakat qiladi. Trubalarning uzayishini yo'qotuvchi kompensastiyali isitgichlarning konstruktsiyasi murakkabdir.

U - **simon kojux-trubali isitgichlarda** issiqlik ta'sirida trubalarning uzayishidagi kompensastiyani truba o'ramining o'zi bajaradi. Shuning uchun ularning konstruktsiyasi sodda bo'lib, trubalar to'plami bitta qo'zgalmas to'rga o'rnatiladi. Bu isitgichlarda trubalarning ichki yuzasini tozalash qiyin va trubalarni to'rga joylashtirish ancha murakkabdir.

Neftni qayta ishlash sanoatining barcha tarmoqlarida 2-6 yo'lli isitgichlar qo'llaniladi. Lekin shuni ta'kidlash kerakki, yo'llarning soni ortishi bilan qurilmaning gidravlik qarshiligi ortadi va konstruktsiyasi murakkablashadi (3.4 -rasm).

Issiqlik almashinish qurilmalarining trubalari, qobiri, kojuxi va boshqa elementlari uglerodli yoki zanglamaydigan po'lat, titandan, sovitgichlarning trubalari esa latun, mis kabi materiallardan tayyorlanishi mumkin.

Gidravlik qarshilik va zarur issiqlik almashinish yuzasini aniqlovchi hisobi uchun normallashtirilgan issiqlik almashinish qurilmalar va sovitgichlarning issiqlik o'tkazish yuzasi, konstruktsion parametrlari va massalari 3.4, 3.8 -3.11 jadvallarda keltirilgan.

Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalari shtusterlarining diametri 3-7 – jadvalda keltirilgan.

3-7 jadval

Kojux diamet ri, mm	Truba bo'shlizi uchui shtusterlarning shartli o'tish diametri, mm				Trubalararo bo'shlizi uchun shtusterlarning shartli o'tish diametrlari, mm
	Yo'llar soni				
	1	2	4	6	
159	80				80
273	100				100
325	150	100			100
400	150	150			150
600	200	200	150	100	200
800	250	250	200	150	250
1000	300	300	200	150	300
1200	350	350	250	200	350
1400		350	250	200	

3-8 jadval

Kojux-trubali kondensator va isitgich parametrlari (GOST 15119-79)

Kojux dia- metri mm.	Truba dia- metri mm.	Yo'l- lar soni	Tru balar nin g um umiy son i	Trubalar uzunligi quyidagicha bo'lganda, issiqlik almashinish yuzasi, m ²				Truba bir yo'lining kundalaig kesim yuzasi, m ¹
				2,0	3,0	4,0	6,0	
600	2	1	370	40	70	93	139	0,037
800	0x2	4	334		63	84	126	0,016
1000	25x2	6	316		60	79	119	0,009
1200	2	1	257		61	81	113	0,089
1400	0x2	2	240		57	75	97	0,042
	2	4	206		49	65	91	0,018
	5x2	6	196		46	61	260	0,011
	2	2	690		130	173	240	0,069
	0x2	4	638		120	160	233	0,030
	2	6	618		116	155		0,020

	5x2	1	466	73	109	146	208	0,077
	2	2	442		104	139	190	0,030
	0x2	4	404		95	127	181	0,022
	2	6	386		90	121	429	0,114
	5x2	2	1138		214	286	404	0,051
	2	4	1072		202	269	393	0,034
	0x2	6	1044		197	2.62	338	0,124
	25x2	1	747	117	176	235	314	0,055
		2	718		169	226	302	0,036
		4	666		157	209	625	0,165
		6	642		151	202	595	0,079
		2	1658		256	417	582	0,049
		4	1580		372	397		
		6	1544			388	494	0,179
		2	G083			340	469	0,084
		4	1048			329	451	0,052
		6	986			310 30	865	0,230
		2	958			1	831	0,110
		4	2298			486	816	0,072
		6	2204				708	0,260
		1	2162					
		2	1545					
			1504					

3-9. *jadval*

«Nakatka» trubali, samarador kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmasining asosiy o'lchamlari.

<i>oj</i>	<i>KS</i>	<i>0</i>	<i>A</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>/2</i>	<i>y</i>	<i>D</i>	<i>y1</i>	<i>y2</i>	<i>L₁*</i>
<i>x</i>	<i>u</i>											
<i>d</i>												
<i>ia-</i>												
<i>n</i>												
<i>et</i>	<i>r</i>											
<i>i,</i>												
	2000		450	00	200	00						

00	500 000	2 3 50	950 450	150 500	350 500	50 50	30	50	1 00	0	90
	000 000	4 5	3450 4450	000 2500	800 1800	00 000					
00	000 500 000 000 5000	2 2 3 4	630 450 950 450 3450 4450	00 00 1150 1500 2000 2500	200 1350 1500 1800 1800	00 50 50 00 000	27	00	2 50	0	310
1000	2500 3000 4000 5000	15	850 250 250 4250	150 1500 2000 2500	350 1500 1800 1800	550 650 800 1000	29	50 200**	2 00	0	370
1200	3000 4000 5000	65	100 150 4150	500 2000 2500	500 1800 1800	650 800 1000	990	300 200**	00	0	400
1400	4000 5000	880* **	000 4000	000 2500	800 1800	800 1000	90	350 200**	50	0	450

3-10 jadval

o- ux ia- etri m.	K ruba j orta- d a- n enti n	T ru- s a t oni n	T ruba bo'yic ha yo'llar soni	Truba bo'yicha bitta yo'lning o'tish kesimi ning yuzasi, $m^2 \cdot 10^2$	Ushbu trubalar uzunligida, qurilmalarning issiqlik almashinish yuzasi, m^2				
					000	500	000	000	000
600	25x2	69	1 2 4	9,32 4,66 2,33	1	1	2	3	04
800	25x2	11	1 2 4 6	17,7 8,85 4,43 2,95	8	8	18	58	98
	38x2	11	1 2 4 6	19,16 9,58 4,79 3,19	9	1	4	9	24
1000	25x2	05	1 2 4 6	27,88 13,94 6,97 4,65		54	86	49	12
1000	38x2	49	1 2 4 6	31,69 15,85 7,92 5,28		01	22	64	05
1200	25x2	163	1 2 4 6	40,28 20,14 10,07 6,71			68	60	51

	38x2	11	1 2	46,4 23,2			79	40	01
59			4 6	11,6 7,73					
1400	25x2	625	1 2 4 6	56,28 28,14 14,07 9,38				02	30
	38x2	03	1 2 4 6	63,83 31,91 15,96 10,64				29	13

3-11 jadval

Qobiz ia n et- i, Mm	Truba uzunligi, mm	Uzunligi 1, mm					
		Yasalish tipi					
		I		II		///	
		Truba o'ramidagi shartli bosim, kgk/sm ²					
		6,10	16,25	6,10	16,25	6,10	16,25
	200	180	230	300	340	450	550
	250	680	730	800	840	950	1050

00	6	300		4	4	4	4	4
	0		180	230	300	340	450	550
		400		5	5	5	5	5
	0		180	230	300	340	450	550
		500		6	6	6	6	6
	0		180	230	300	340	450	550
00		200		3	3	3	3	3
	0		280	290	480	600	670	660
		250		3	3	4	4	4
	0		780	890	980	100	170	160
	8	300		4	4	4	4	4
	0		280	390	480	600	670	660
		400		5	5	5	5	5
	0		280	390	480	600	670	660
		500		6	6	6	6	6
	0		280	390	480	600	670	660
000		250		4	4	4	4	4
	0		000	100	200	290	490	640
	1	300		4	4	4	4	5
	0		500	600	700	790	990	140
		400		5	5	5	5	6
	0		500	600	700	790	990	140
		500		6	6	6	6	7
	0		500	600	700	790	990	140
		300		4	4	4	5	5
	0		630	750	900	980	190	370
200	1	400		5	5	5	6	6
	0		630	750	900	980	190	370

	500	630	750	900	980	190	370
	0		6	6	6	7	7
	400	860	030	080	270	420	640
	0		6	6	6	6	6
1400	500	860	030	080	270	420	640
	0		7	7	7	7	7

3-12 jadval

Trubalar soni va tashqi diametri bo'yicha issiqlik almashinish yuzasi

K ojux ing chki diamet ri m	T ruba l ar sorta menti, mm	T ruba l ar soni	Trubalar uzunligi quyidagicha bo'lganda (mm) ularning yuzasi, m ²			
			2 000	3 000	4 000	6 000
800	20 x 2	61	4	42	90	87
	25 x 2	507	8	118	58	38
1000	20 x 2	225	48	229	307	462
	25 x 2	801	121	186	249	376
200	20 x 2	781		33	45	71
	25 x 2	155		267	61	44
400	20 x 2	451	-	57	12	24
	25 x 2	611		75	02	58

--	--	--	--	--	--	--

3-13 jadval

Bir yo'lli issiqlik almashinish qurilmalarining asosiy o'lchamlari

ojux ia et i, mm	K o d im n MPa r kgk/ sm ²)	I			0	1	I y y1	/2	I ₂			3	
									ng tkg	nv tkv			
00	8 ,0 10)	000	115	450	00	780	850	50	27	92	1542 1842	12	00
		000	115	450	500	92				2141	00		
		000	115	450	000	992				00			
		000	115	450	000	592				200			
	,6 16)	000	075	450	00	10				08	1558 1858		00
		000	075	450	500	08				2158	00		
		000	075	450	000	008				00			
		000	075	450	000	398				200			

	9		,6	000	365	400	500	77				834	1884	16	50	
			16)	4000	365	3400	2000					1134			650	
				6000	7365	5400	3000					534			1250	
		,5	000	370	400	500				94	894	20	00			
		(25)	4000	5370	3400	2000				094	194		00			
			000	7370	5400	3000				494			300			
		,0	000	645	350	500	130				79	18	968	30	00	
		40)	000	645	350	000					118	258		00		
			000	645	350	000					518			300		
	1	200	,6	000	400	200	000	050	1	50	50	31	60	2260	12	00
		6)	000	400	200	000						460				1200
		,0	000	465	300	000	015	1				25	2225	22	00	
	(10)	000	465	300	3000						425				1300	
	,6	000	515	350	000	050	1				00	200			50	
	16)	6000	515	5350	000						1400				350	

Ko- jux dia-	<i>osim</i> *,	/	<i>1,</i>	<i>A</i>	<i>Ao</i>	L_0	L_1	D_y (<i>trubalar bo'yicha yo'llar soni</i>)	D_{v1}	/2	L_2	h
--------------------	-------------------	---	-----------	----------	-----------	-------	-------	---	----------	----	-------	---

	,5	000	635	250	000	196	1			000	2300		50
	25)	000	635	5250	000					1500			350

3-14 jadval

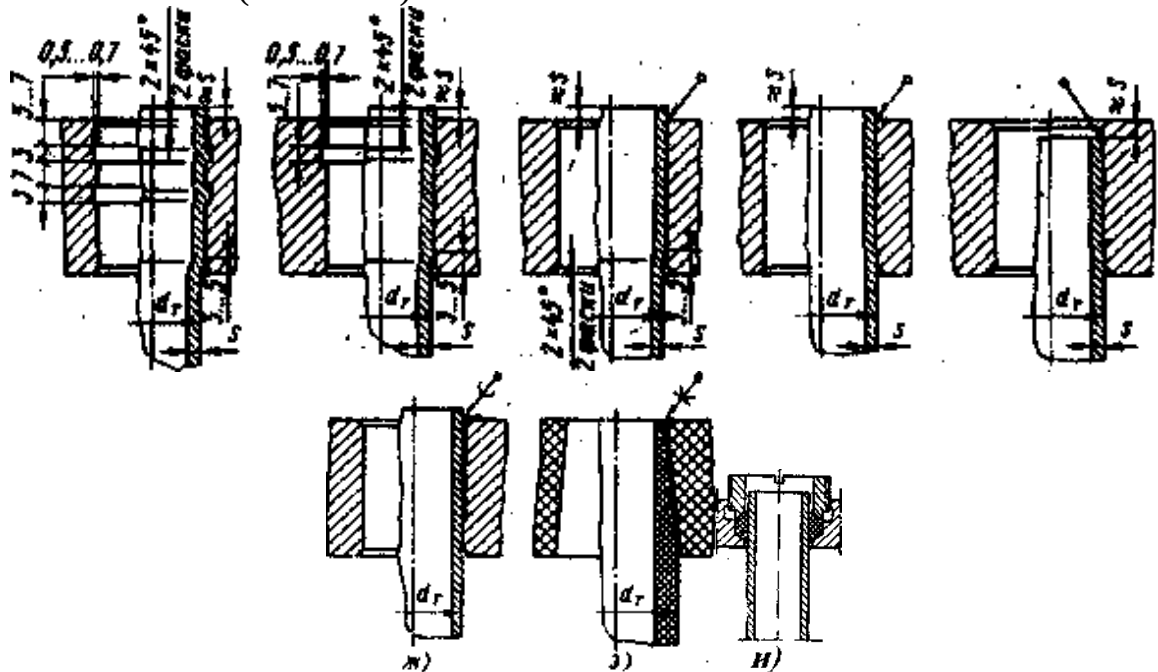
Bir yo'lli issiqlik almashinish qurilmalarining asosiy o'lchamlari

metri, mm	<i>Pa</i> <i>kgk/</i> <i>sm²)</i>												<i>NG</i> <i>kg</i>	<i>nv</i> <i>kv</i>	
00	,0 10)	000	235	450	30	00	46	50	00	50	50	27	92	542	12
		3000	235	2450		500							692	842	
		4000	5235	3450		000							992	141	
		6000	7235	450		000							592		
	1,6 (16)	000	215	450	30	00	62						08	558	
		000	4215	2450		500							08	858	
		000	5215	3450		000							008	158	
		6000	7215	5450		000							398		
	,5 25)	000	320	450	55	00	85						70	570	16
		3000	320	450		500							70	870	
		4000	320	450		000							70	170	
		6000	320	450		000							570		
	4,0 (40)	000	445	350	89	00	76					77	02	652	24
		000	445	350		500							02	952	
		000	444	350		000							002	252	
		000	445	5350		000							602		

1000	0,6	000	340	350	85	500	08	00	00	50	00	29	34	884	12	
	6)	000	340	350		000							134	184		
		000	340	350		000							534			
		,0	000	440	350	85	500						30	34		884
	10)	000	440	350		000							134	184		
		000	440	350		000							534			
		,6	000	425	400	85	500						45	34		884
	16)	000	425	400		000							134	184		
		000	425	400		000							534			
	,5	000	480	400	10	500	50						94	894		20
		(25)	000	480	400		000						094	194		
		000	480	400		000							494			
,0	000	705	350	35	500	52	79	18	968	30						
	40)	000	705	350		000		118	258							
		000	705	350		000			518							
	,6	000	530	200	65	000	20	50	50	00	50	31	60	260	12	
	6)	000	530	200		000							460			

1200	,0	000	645	300	65	000	15					25	225	12
	10)	000	645	300		000						425		
	,6	000	660	350	65	000	20					00	200	22
	16)	000	660	350		000						400		
	,5	000	730	250	65	000	20					000	300	
	25)	000	730	250		000						500		

Trubalar to'rt pardalarga razvalstovka, payvandlash, kavsharlash va salniklar yordamida biriktiriladi (2.5 - rasm).



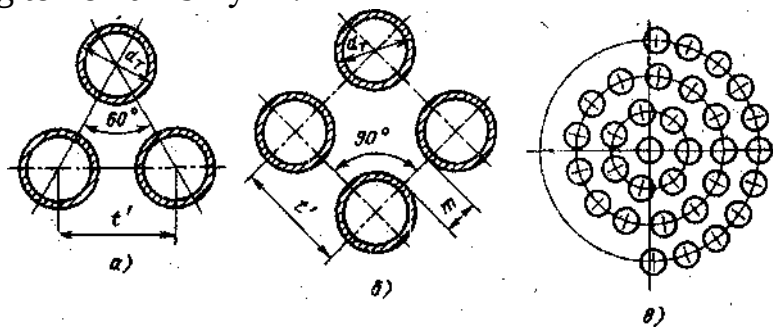
3.5 - rasm. Trubalarni tuba to'rtlariga biriktirish usullari.

a - ikkita kanalga razvalstovka qilish; b - bitta kanalga razvalstovka qilish; v - payvandlash va razvalstovka qilish; g, d. - payvandlash; e - tekis teshikga razvalstovka qilish va chetini buklash; j - kavsharlash; z - elimlash; i - salnik bilan zichlash.

Kojux-trubali qurilmalarda trubalar to'rt pardaga asosan 3 xil usul bilan joylashtiriladi (3.6 -rasm):

- to'rti oltiburchak qirralari bo'ylab;
- konstentrik aylanalar bo'ylab;

v) kvadratning tomonlari bo'ylab.



3.6 - rasm. Trubalarni truba to'r to'rlarida joylashtirish sxemasi.

a - teng yonli uchburchak cho'qqilarida; b - kvadrat cho'qqilarida; v - aylana bo'ylab.

Kojux-trubali kondensatorlar buflarni trubalararo bo'shliqda kondensastiyalash uchun, xamda kondensastiyalanish issiqligi hisobiga gaz va suyuqliklarni isitish uchun mo'ljallangan. Ular qo'zalmas to'r pardali yoki qobirida temperatura kompensatorli, o'rnatilishiga qarab vertikal va gorizontal bo'ladi. Kojux-trubali sovitgichlar kabi kondensatorlar ikki, to'rt va olti yo'lli bo'ladi. Sovitgichlardan farqi shundaki, kondensatorlarning trubalararo bo'shliqqacha burning kirishi va chiqishi uchun mo'ljallangan shtusterlar diametri kattaroq bo'ladi.

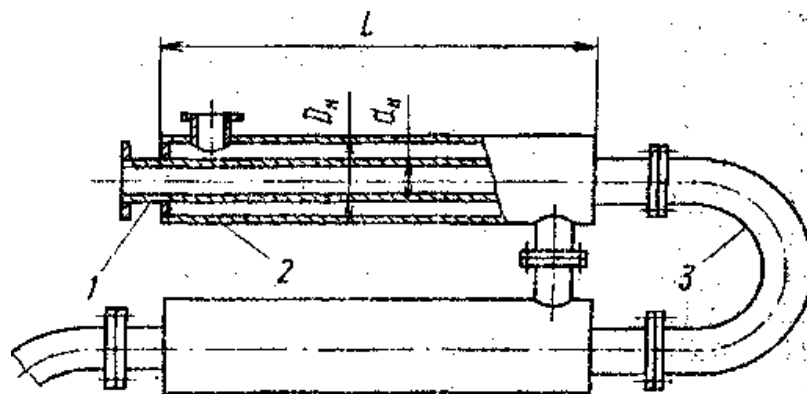
Kojux-trubali buzlatgich trubalari ichida suyuqlik qaynaydi, trubalararo bo'shliqda esa suyuq, gaz, buf, buf-gazli yoki buf-suyuqlik agent harakat qiladi. Bu turdagi qurilmalar vertikal bir yo'lli, trubalarining diametri 20x2, 25x2, 38x3 mm li bo'lishi mumkin (3-11 jadval).

«Truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmalari.

Zarur issiqlik almashinish yuzasi 20 -30 m² va katta bo'lmagan issiqlik yuklamalarida «truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ushbu issiqlik almashinish qurilmalari quyidagi tiplarda tayyorlanadi:

- bir oqimli, yaxlit, kichik gabaritli;
- bir va ikki oqimli, kichik gabaritli;
- bir oqimli, qismlarga ajraladigan;
- ko'p oqimli, qismlarga ajraladigan.

«Truba ichida truba» tipidagi yaxlit issiqlik almashinish qurilmasi (3.7-rasm)da keltirilgan. Bunday qurilmalar bir va ko'p yo'lli bo'lishi mumkin, odatda ular juft yo'lli bo'ladi.



3.7 - rasm. «Truba ichida truba» tipidagi ajralmas issiqlik almashinish qurilmasi.

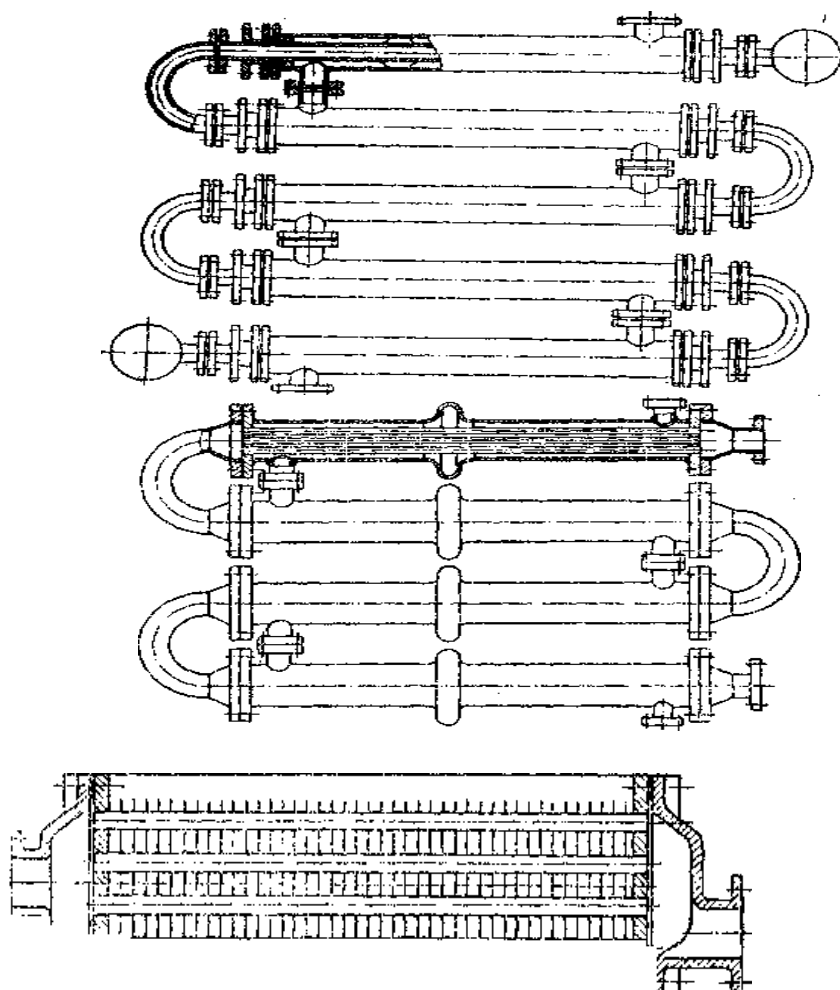
1 - truba; 2 - kojux trubasi; 3 - kalach;

3.8 - rasmda ikki trubali (a), elementli (b) va qovurrali (v) «truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi keltirilgan.

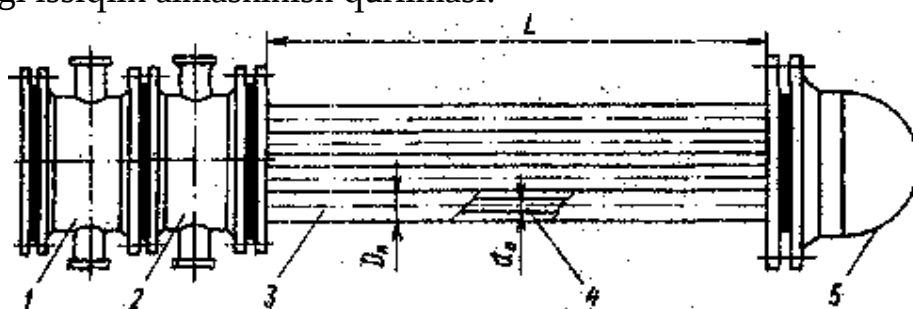
Qismlarga ajraluvchi konstrukstiyali issiqlik almashinish qurilmalari 3.9- va 3.10-rasmlarda ko'rsatilgan. Bir oqimli kichik gabaritli issiqlik almashinish qurilmasining (3.9-rasm) trubalararo bo'shliqida issiqlik tashuvchi agent uchun taqsimlovchi kamera o'rnatilgan. Ushbu kamera to'siq yordamida uni ikkiga bo'ladi. Trubalar kalach yordamida birlashgan bo'lib ustidan qopqoq bilan yopilgan. Kojux vazifasini bajaruvchi tashqi truba to'r pardaga payvandlaiadi, ichki trubalar esa, to'r pardaga razvalstovka yoki payvandlash usulida zichlanadi.



3.9 - rasm. «Truba ichida truba» tipidagi bir oqimli ajraluvchan issiqlik almashinish qurilmasi. 1 - truba; 2 - tashqi muxit uchun taqsimlash kamerasi; 3 - kojux trubasi; 4 - qopqoq



3.8 - rasm. Ikki trubali (a), elementli (b) va qovurgali (v) «truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasi.



3.10 - rasm. «Truba ichida truba» tipidagi ikki oqimli ajraluvchan issiqlik almashinish qurilmasi.

1, 2 - ichki va tashqi muxitlar uchun taqsimlash kameralari; 3 - kojux trubasi; 4 - truba; 5 - qopqoq.

Ikki oqimli qismlarga ajraladigan issiqlik almashinish qurilmasining bir oqimli qurilmalardan prinsipial farqi yo'q.

«Truba ichida truba» tipidagi normallashtirilgan issiqlik almashinish qurilmalarining asosiy parametrlari va issiqlik almashinish yuzalari 3-15 va 3-16 jadvallarda berilgan.

3-15 jadval

1 va 2 oqimli, bo'laklarga ajraluvchan va ajralmas «truba ichida truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining asosiy parametrlari va yuzalari

Trubalar diametri, mm	Parallelokimlar soni	Trubalar soni	Trubalar uzunligi quyidagicha bo'lganda, issiqlik almashinish yuzasi, m ²						Kojuxning diametri, mm
			,5	,0	,5	,0	,0	2,0	
25x3	1	1*							57x4
	1	2	,12	,24	,36	,48			
	2	4							
38x3,5	1	1*	0,24	0,48	0,72	0,96			57x4; 76x4 89x5
	2	2							
	2	4	0,48	0,96	1,44	,92			
48x4	1	1*							76x4; 89x5 108x4
	1	2	0,18	0,36	0,54	,72			
	2	4							
57x4	1	1*	0,36	,72	1,08	1,44			89x5; 108x4
	1	2							
	2	4	0,72	,44	2,16	2,88			
76x4	1	1*							108x4; 133x4
	1	2	0,23	0,45	0,68	0,90	,14	,86	
89x5	1	1*							133x4; 159x4,5
	1	2	0,46	0,90	1,36	1,80	4,28		
108x4	1	1*						,36	159x4,5; 219x6
		2	0,92	1,80	2,72	3,60	2,52		
133x4		1*							219x6
		2	0,27	0,54	0,81	1,08	5,04	,06	
159x4,5		1*							219x6
		2	0,54	1,08	1,62	2,16	3,05		
			1,08	2,16	3,24	4,32	6,10	,00	
					,14	1,43	,75	,00	
						2,86	,50		

			-	--	,52	1,68	4,50		
			...	----	,05	3,36	9,00		
			—	----	,76	2,03			
			-	-	,50	4,06			
						2,50			
						5,00			
						3,00			
						6,00			

3-16 jadval

Ko'p oqimli, bo'laklarga ajraluvchan «truba ichidagi truba» tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining asosiy parametrlari va yuzalari*

Paral- lel oqim- lar soni	Truba- larning umumiy soni	Trubalar uzunligi quyidagicha bo'lganda, issiqlik almashi- nish yuzasi, m ²			Oqimlarning ko'ndalang kesimi, 10 ⁴ m ²	
		3,0	6,0	9,0	Trubalar ichida	trubalararo bo'sh
3	6	3	6	21	38	92
5	10	5	10	36	63	154
7	14		14	66	88	216
12	24		24		151	371
22	44		44		277	680

* - issiqlik almashinish trubalarining diametri 48x4, kojux trubasiniki esa 89x5 mm. Undan tashqari, shu uzunlikda issiqlik almashinish trubalarining diametri 38x3,5 va 57x4 kojux trubasiniki esa 108x4 mm bo'lishi ham ruxsat etiladi. Issiqlik tashuvchi agentlarning shartli bosimi 1,6 va 4,0 MPa.

3-17 jadval

Bo'laklarga ajraluvchan plastinali issiqlik almashinish qurilmasining asosiy parametrlari va issiqlik almashinish yuzalari (GOST 15518-83)

Bitta plastinaning yuzasi $G(lg)$ quyidagicha bo'lganda issiqlik almashinish yuzasi $R(m)$, plastinalar soni N (dona) qurilmaning massalari M (kg)											
$F=0,2$			$F=0,3$			$F=0,5^*$			$F=0,6$		
	N	M	F		M^{**}		N	M^{***}			M^{**}
	8	570	3	2	80	31,5	4	1740	10	0	960
		590						2			1030
	12		5	0	15	0	00	010	6	0	
		650						2300			1130
	28		8	0	45	63	25		5	4	
			6					2			1
,3	4	70	0	6	65	0	60	480	1,5	6	220
			7					2755			1300
0	52	50	2,5	4	00	00	00		40	0	
		800						3345			1400
2,5	66		16	6	40	140	80		0	6	
		1340						4740			1530
6	84		5	0	85	60	20		3	08	
		1480						5			1
5	128				...	220	40	630	0	36	690
			1					6			1
1,5	60	600	—			280	60	570	00	70	900
			1					6			2
40	204	750	...		—	300	00	810	40	36	290
			—					7			2

					20	40	100	60	70	470	
.-		-	-	-			-	00	40	920	3
								50	20	400	4
					-	..		00	04	890	4

* - yarim (chala) ajraluvchan, qo'shaloq plastinali issiqlik almashinish qurilmalari,

** - neytral, kam agressiv va korroziya tezligi yiliga 0,05 mm bo'lgan muhitlar uchun; agressiv muhitlar uchun qurilmalarning massasi o'rtacha 8-10% ga ko'p bo'ladi.

*** - 1,6 MPa gacha bo'lgan bosimlar uchun.

3-18 jadval

Bo'laklarga ajraluvchan plastinali issiqlik almashinish qurilmaning konstruktiv

Xarakteristikalar	Plastina yuzasi, m ²			
	0,2	0,2	0,6	1,3
Plastina o'lchami				
uzunligi	960	1370	1375	1915
eni	460	300	600	920
qalinligi*	1,0	1,0	1,0	1,0
Kanalning ekvivalent diametri, mm	8,8	8,0	8,3	9,6
Kanalning ko'ndalang kesimi, 10 ⁴ m ²	17,8	11,0	24,5	42,5
Kanalning keltirilgan uzunligi, m	0,518	1,12	1,01	1,47
Plastinaning massasi, kg**	2,5	3,2	5,8	12,0
Shtusterlarning shartli diametrlari, mm	80; 150	65	200	300

xarakteristikalar

* - engillashtirilgan variantda plastinaning qalinligi 0,5 mm gacha kamaytirilishi mumkin.

** - 0,8 mm bo'lgan plastina uchun.

3-19 jadval

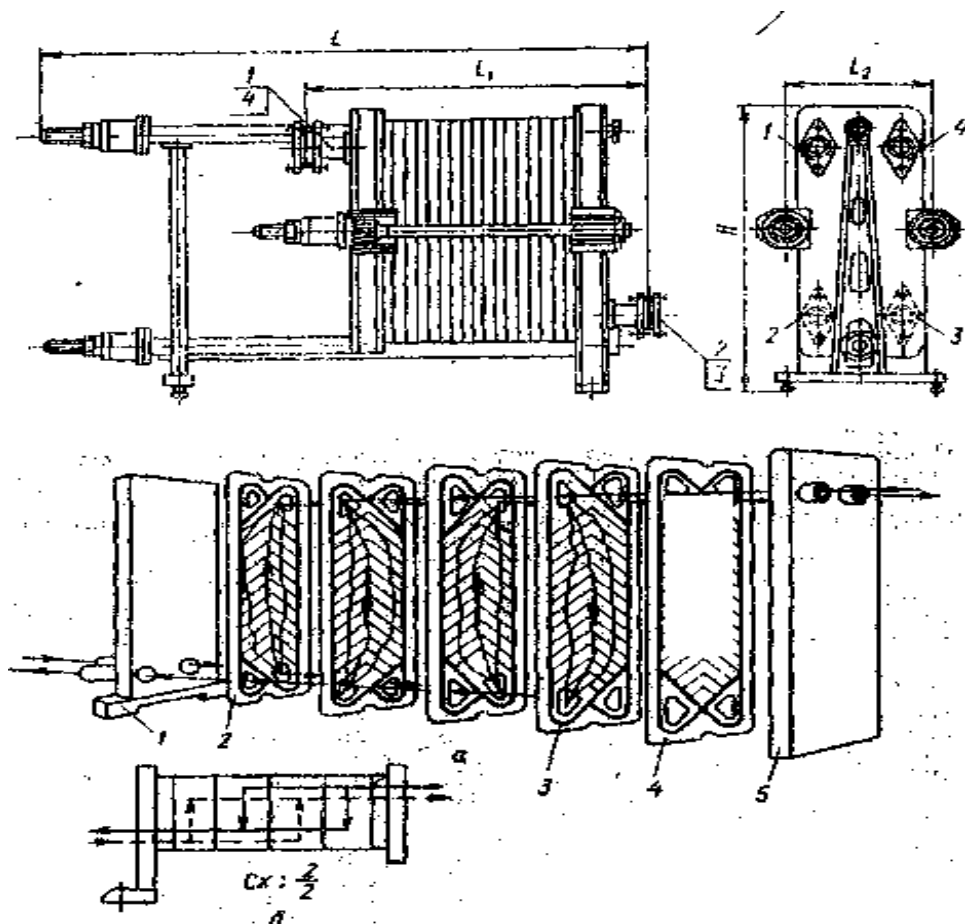
Spiralsimon issiqlik almashinish qurilmaning asosiy parametrlari va issiqlik almashinish yuzalari (GOST 12067-80)

Issik-lik al-mashinsh yuzasi m^2	Listning qalinligi, mm	Listning eni, m	Kanalning uzunligi, m	Kanalning ko'ndalang kesim yuzasi $10^1 m^2$	Qurilmaning massa-si, kg	Suyuq agelarning uchastkalar diametrlari D, mm
10,0	3,5	0,4	12,5	48	1170	65
12,5	3,5	0,4	15,6	60	1270	65
16,0	3,5	0,5	16,0	60	1480	65
20,0	3,5	0,4	25,0	48	1770	100
20,0	4,0	0,7	14,3	84	1620	100
25,0	3,5	0,5	25,0	60	2270	100
25,0	4,0	0,7	17,9	84	1970	100
31,5	3,5	0,5	31,5	60	2560	100
31,5	4,0	0,7	22,5	84	2560	100
40,0	3,5	1,0	20,0	120	2760	100
40,0	4,0	0,7	28,6	84	3160	100
50,0	3,5	1,0	25,0	120	3460	150
50,0	6,0	1,1	22,7	138	3960	150
63,0	3,9	1,0	31,5	120	4260	150

63,0	6,0	1,1	28,6	138	4760	150
80,0	3,9	1,0	40,0	120	5450	150
80,0	6,0	1,1	36,4	138	5450	150
100,0	3,9	1,0	50,0	120	5960	150
100,0	4,0	1,25	40,0	150	5960	150

Plastinali issiqlik almashinish qurilmasi.

Plastinali issiqlik almashinish qurilmasi yupqa metal plastinalardan tayyorlangan bir necha qator parallel plastinalardan yirilgan bo'ladi (3.11-rasm). Bu qurilmalar konstruktiv jihatdan yaxlit (payvandlangan), qisman bo'laklarga ajraluvchi va butunlay qismlarga ajraluvchi bo'lishi mumkin. Plastinalarning birinchi guruh kanallaridan issiqlik tashuvchi agent harakat qilsa, ikkinchi gurux kanallaridan esa issiqlik qabul qiluvchi agent harakat qiladi.



3.11 - rasm. Bir paketli plastinali yırma issiqlik almashinish qurilmasidagi muhitlarning harakatlanish sxemasi (a), plastinalarni yigishning shartli sxemasi (b) va ikki tayanchli plastinali issiqlik almashinish qurilmasi (v).

(a,b) rasmlar uchun: 1 - qo'z'almas plita; 2 - plastina; 3 - qistirma; 4 -oxirgi plastina; 5 - qo'z'aluvchan plita; (v) rasm uchun: 1-4-shtusterlar.

Bunday issiqlik almashinish qurilmalari ixcham bo'lib, ikkala issiqlik tashuvchi agentlarni katta tezlik bilan o'tkazish imkoniyatiga va yuqori issiqlik o'tkazish koefitsientiga ega. Biroq, bunday qurilmalar katta bosimga bardosh berolmaydi. Shuning uchun ular asosan atmosfera bosimida, gazlar o'rtasida issiqlik almashinishi uchun xizmat qiladi.

3.4. ISSIQLIK ALMASHINISH QURILMALARINI HISOBLASH

Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalarini hisoblash.

Ikki suvli organik eritma orasida issiqlik almashinishi uchun kojux trubali issiqlik almashinish qurilmasi hisoblansin va normallashtirilgan qurilma tanlansin. Issiq eritmaning sarfi $O_1 = 6 \text{ kg/s}$ va $t_{1,6} = 112,5^\circ\text{S}$ dan $t_{1,10} = 40^\circ\text{S}$, sarfi esa - $O_2 = 21,8 \text{ kg/s}$. Ikkala muhit korrozion aktiv va fizik kimyoviy xossalari suvnikiga yaqin. Issiq muhit o'rtacha $t_1 = 76,3^\circ\text{S}$ da quyidagi fizik- kimyoviy xossalarga ega:

$$\begin{aligned}\rho &= 986 \text{ kg/m}^3; \\ \lambda &= 0,662 \text{ Wt/(m-K)}; \\ \mu, &= 0,00054 \text{ Pa-s}; \\ s, &= 4190 \text{ J/(kgK)}.\end{aligned}$$

Qurilmani hisoblash 3.1-rasmdagi blok-sxema asosida quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

1. Issiqlik yuklamasini aniqlaymiz:

$$Q = G \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 6,0 \cdot 4190 \cdot (112,5 - 40) = 1822650 \text{ Wt}$$

2. Temperaturasi past muhitning oxirgi temperaturasini issiqlik balansi tenglamasidan topamiz:

$$t_{2o} = t_{2b} + \frac{Q}{G_2 \cdot c_2} = 20 + \frac{1822650}{21,8 \cdot 4180} = 40^\circ \text{C}$$

bu erda $s_2 = 4180 \text{ J/(kgK)}$ - sovuq eritma o'rtacha $t_g=30^\circ\text{S}$ dagi so-lishtirma issiqlik sirimi. Ushbu temperaturada sovuq agentning fizik-kimyoviy xossalari:

$$\begin{aligned}\rho_2 &= 996 \text{ kg/m}^3; \\ \lambda_2 &= 0,618 \text{ Wt/(m-K)}; \\ \mu_2 &= 0,000804 \text{ Pa-s};\end{aligned}$$

3. Issiqlik almashinish qurilmasining o'rta logarifmik temperaturalar farqini ushbu yo'l bilan aniqlaymiz:

$$\Delta t_{yp} = \frac{\Delta t_{ka} - \Delta t_{ku}}{\ln \frac{\Delta t_{ka}}{\Delta t_{ku}}} = \frac{(112,5 - 40) - (40 - 20)}{\ln \frac{72,5}{20}} = 40,8^\circ \text{C}$$

4. Issiqlik almashinish qurilmasining taxminiy tanlovi. Qaysi bir muhitni tuba ichiga, qaysi birini trubalararo bo'shliqqa yo'naltirish ularning temperaturasiga, bosimiga, korrozion faolligiga, sarfi, issiqlik almashinish yuzasini ifloslantirish va hokazolarga bo'liq.

Ko'rilayotgan ushbu misolda ko'ndalang kesimi kam bo'lgan tuba ichiga sarfi kichik muhitni, ya'ni issiq eritmani yuboramiz. Bu esa ikkala muhitning tezliklari va issiqlik berish koeffitsientlarini ozgina bo'lsa xam tenglashtirishga imkoniyat beradi.

Natijada issiqlik o'tkazish koeffitsienti ortadi. Sovuq muhitni trubalararo bo'shliqqa yo'naltirilsa, qurilmaga issiqlik qoplama qilinmasa ham bo'ladi.

Trubaning ichida issiq muxit turfun, turbulent rejimda harakat qilmoqda deb, unga mos taxminiy Reynolds soni $Re_{taq} = 15000$ deb qabul qilamiz.

Ma'lumki, issiqlik almashinish qurilmasida bunday rejimni tashkil etish uchun bir yo'lli qurilmadagi trubalar soni quyidagicha topiladi:

$$\begin{aligned}\text{truba diametri } d &= 20 \times 2 \text{ mm bo'lsa,} \\ \frac{n}{z} &= \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d \cdot Re_{max} \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,016 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 59\end{aligned}$$

truba diametri $d=25 \times 2 \text{ mm}$.

$$\frac{n}{z} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 15000 \cdot 0,00054} = 45$$

Ushbu misolda muhitlarning fizik-kimyoviy xossalari bir-biridan kam farq qilgani uchun 3-3 jadvaldan turbulent rejimga mos minimal issiqlik o'tkazish koeffitsientini tanlab olamiz:

$$K_{max} = 800 \frac{Bm}{M^2 \cdot K}$$

Bunda, taxminiy issiqlik almashinish yuzasi quyidagi son qiymatga teng bo'ladi:

$$F_{max} = \frac{Q}{\Delta t_{yp.log} \cdot K} = \frac{1822650}{40,8 \cdot 800} = 56,8 M^2$$

3-4 jadvaldan ko'rinib turibdiki, ushbu $R_{tax}=56,8 \text{ m}^2$ ga to'g'ri keladigan issiqlik almashinish qurilma kojuxining diametri 600-800 mm dir. Shunga alohida e'tibor berish kerakki, faqat ko'p yo'lli 2 = 4 yoki 6 bo'lgan issiqlik almashinish qurilmalaridagina p/g parametri 50 ga yaqindir.

Ko'p yo'lli issiqlik almashinish qurilmalarida o'rtacha temperaturalar farqi bir yo'lliklarnikiga qaraganda birmuncha kam. Bunga sabab, issiqlik tashuvchi agentlarning o'zaro aralash harakatidir. Shuning uchun o'rtacha temperaturalar farqi uchun tuzatma qiymatini quyidagicha topamiz:

$$P = \frac{t_{2o} - t_{2b}}{t_{1b} - t_{2b}} = \frac{40 - 20}{112,5 - 20} = 0,216$$

$$R = \frac{t_{1b} - t_{2o}}{t_{2o} - t_{2b}} = \frac{112,5 - 20}{40 - 20} = 3,625$$

$$\eta = \sqrt{R^2 + 1} = \sqrt{3,625^2 + 1} = 3,76$$

$$\delta = \frac{R-1}{\ln\left(\frac{1-P}{1-R \cdot P}\right)} = \frac{3,625-1}{\ln\left(\frac{1-0,216}{1-3,625 \cdot 0,216}\right)} = 2,044$$

$$\varepsilon_{\Delta t} = \frac{\frac{\eta}{\delta}}{\ln\left[\frac{2-P \cdot (1+R-\eta)}{2-P \cdot (1+R+\eta)}\right]} = \frac{\frac{3,76}{2,044}}{\ln\left[\frac{2-0,216 \cdot (1+3,625-3,76)}{2-0,216 \cdot (1+3,625+3,76)}\right]} = 0,813$$

$$\Delta t_{yp} = \Delta t_{yp.log} \cdot \varepsilon_{\Delta t} = 40,8 \cdot 0,813 = 33,2^{\circ}C$$

Taxminiy issiqlik almashinish yuzasi hisoblab topilgan tuzatma qiymati bilan quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_{\max} = \frac{Q}{\Delta t_{yp.log} \cdot K} = \frac{1822650}{33,2 \cdot 800} = 68,7 \text{ M}^2$$

Endi, quyidagi variantlarni aniqlovchi hisoblash maqsadga muvofiqdir.

1 K: $D = 600 \text{ mm}$; $d = 25 \times 2 \text{ mm}$; $z = 4$; $n/z = 206/4 = 57,5$;

2 K: $D = 600 \text{ mm}$; $d = 20 \times 2 \text{ mm}$; $z = 6$; $p/z = 316/6 = 52,7$;

3 K: $D = 800 \text{ mm}$; $d = 25 \times 2 \text{ mm}$; $z = 6$; $p/z = 384/6 = 64,0$;

5. Issiqlik o'tkazish yuzasini aniqlovchi hisobi.

Variant 1K:

$$Re_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d \cdot \left(\frac{n}{z}\right) \cdot \mu_1} = \frac{4 \cdot 6,0}{3,14 \cdot 0,021 \cdot 51,5 \cdot 0,00054} = 13081$$

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} = \frac{4190 \cdot 0,00054}{0,662} = 3,42$$

Trubalar ichida turbulent harakat qilayotgan oqim uchun issiqlik berish koeffitsienti (3.11) formulaga binoan quyidagiga teng:

$$\alpha_1 = \frac{0,662}{0,021} \cdot 0,023 \cdot (13081)^{0,8} \cdot (3,42)^{0,4} = 2300 \frac{Bm}{M^2 \cdot K}$$

t_1 va t_2 temperaturalarning farqi kichik ($\Delta t_{ur} = 33,2^\circ S$) bo'lgani uchun ($R_g/R_{g,d}$) tuzatmani hisobga olmasa ham bo'ladi.

«Nakatka» trubali issiqlik almashinish qurilmalari uchun issiqlik berish koeffitsienti Nu / Nu_{sil} nisbati orqali topiladi.

Trubalararo bo'shliqdagi to'siqlar orasidagi oqimning ko'ndalang kesim yuzasi $S_{trab} = 0,045 \text{ m}^2$ (3-4 jadval). Unda,

$$Re_2 = \frac{21,8 \cdot 0,025}{0,045 \cdot 0,000804} = 15064$$

$$Pr_2 = \frac{4180 \cdot 0,000804}{0,618} = 5,44$$

(3.22.) formulaga binoan trubalararo bo'shliqda harakat qilayotgan suyuqlik va truba devori orasida issiqlik berish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi:

$$\alpha_2 = \frac{0,618}{0,025} \cdot 0,24 \cdot (15064)^{0,8} \cdot (5,44)^{0,36} = 3505 \frac{Bm}{M^2 \cdot K}$$

Ma'lumki, ikkala issiqlik tashuvchi agentlar ham kichik konstantastiyali. Shuning uchun, 3-3 jadvalga binoan trubaning ikkala tomonini ifloslanishini bir xil, ya'ni $g_{ifd1} = g_{nfa 2} = 1/2900 \text{ m}^2\text{-K/Vt}$. Issiqlik tashuvchi agentlar korrozion aktiv bo'lishi trubalar zanglamaydigan po'latdan yasaliishini taqozo etadi. Zanglamaydigan po'lat trubaning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $\lambda_p = 67,5 \text{ Vt/(m-K)}$ ga tengdir.

Truba devori va iflosliklar qatlamlarining termik qarshiliklarining yirindisi ushbu yo'l bilan topiladi:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,002}{17,5} + \frac{1}{2900} + \frac{1}{2900} = 0,000804 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Unda issiqlik o'tkazish koeffitsienti

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2330} + \frac{1}{3505} + 0,000804} = 625 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

ga teng bo'ladi.

Zarur issiqlik almashinish yuzasi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

3-4 jadvaldan ko'rinib turibdiki, tanlangan qatordan trubalarining uzunligi 6,0 m li va nominal yuzasi $F = 97 \text{ m}^2$ bo'lgan issiqlik almashinish qurilmasi to'g'ri keladi. Shunda, issiqlik almashinish yuzasi bo'yicha zahira

$$\Delta = \frac{(97 - 83,4) \cdot 100\%}{83,4} = 16,4\%$$

Issiqlik almashinish qurilmasining massasi $M_{1K} = 3130 \text{ kg}$ ga teng (3-10 jadval)

Variant 2K. Xuddi shunday hisoblar quyidagi natijalarni beradi:

$$Re_1 = 16777; \quad a_1 = 3720 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$Re_2 = 11308; \quad a_2 = 3657 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$K = 744 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)}; \quad F = 74,1 \text{ m}^2$$

2-4 jadvaldan ko'rinib turibdiki, trubalarining uzunligi 4,0 m li issiqlik almashinish qurilmasining issiqlik almashinish yuzasi bo'yicha zahirasi ($\Delta < 10\%$) kamlik qiladi, ya'ni to'g'ri kelmaydi. Trubalarining uzunligi 6,0 m bo'lgan issiqlik almashinish qurilma yuzasi 119 m^2 bo'lsa ham 1K variantniki oldida afzalligi yo'q, chunki u katta massaga ega ($M_{2K} = 3380 \text{ kg}$) va uning gidravlik qarshiligi juda katta.

Variant 3K. Hisoblash natijalari:

$$Re_1 = 10540; \quad a_1 = 1985 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$Re_2 = 9694; \quad a_2 = 2707 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$K = 596 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)}; \quad F = 92,4 \text{ m}^2$$

3-4 jadvaldan ko'rinib turibdiki, trubalarining uzunligi 4,0 m, nominal yuzasi $F_{zk} = 121 \text{ m}^2$ bo'lganda zahira $\Delta = 30,9\%$. Demak, zahira bo'yicha to'g'ri keladi. Massasi 3950 kg, ya'ni 1K variantnikiga qaraganda ko'proqdir. Ammo, trubalarining uzunligi 1 barobar kam. Undan tashqari, u ixcham va trubalararo bo'shliqdagi gidravlik qarshilik kamroq bo'ladi. Trubalar uzunligani yanada kamaytirish maqsadida yana bir 4K variantni ko'rib chiqish mumkin.

Variant 4K. $D = 800 \text{ mm}$; $d_e = 20 \times 2 \text{ mm}$; $z = 6$; $n/z = 103$.

Hisoblash natijalari:

$$Re_1 = 8560; \quad a_1 = 2030 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$Re_2 = 7754; \quad a_2 = 2947 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)};$$

$$K = 611 \text{ Vt/(m}^2\text{-K)}; F = 92,3 \text{ m}^2$$

3-4 jadvaldan ko'rinib turibdiki, trubalarining uzunligi 3,0 m, nominal yuzasi $F_{4K}=116 \text{ m}^2$ va zaxirasi $\Delta = 28,5\%$ bo'lgan issiqlik almashinish qurilma to'fri keladi. Uning massasi $M_{4K}=3550 \text{ kg}$, bu esa ZK variantnikidan 400 kg ga engilroq.

Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmasining gidravlik qarshiligini hisoblash

Uzunligi L_z bo'lgan trubalarda ichki ishqalanish va mahalliy qarshiliklar uchun yo'qotilgan bosim (3.1) tenglama orqali topish mumkin. Trubadagi suyuqlikning tezligi esa

$$W_{mp} = \frac{4 \cdot G_{mp} \cdot z}{\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot \rho_{mp}} \quad (3-30)$$

Ishqalanish koefitsienti (3.4)-(3.7) formulalar yordamida aniqlanadi. Agarda $Re_{tr} > 2300$ bo'lsa, ushbu formuladan hisoblab topiladi:

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[\frac{e}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re_{mp}} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} \quad (3.31)$$

bu erda $e = \Delta/d$ - trubaning nisbiy radir-budurliqi; Δ - radir-budurliklarning balandligi (hisoblar uchun $\Delta = 0,2 \text{ mm}$ deb qabul qilsa bo'ladi).

Truba ichida harakat qilayotgan oqimga ko'rsatilayotgan mahalliy qarshilik koefitsientlari:

$\xi_{tr1} = 1,5$ - kameraga kirish va chiqish;

$\xi_{tr2} = 2,5$ - yo'llar orasidagi burilish;

$\xi_{tr3} = 1,0$ - trubaga kirish va chiqish.

Taqsimlovchi kameraga kirish va undan chiqish paytidagi mahalliy qarshiliklarni shtusterdagi suyuqlikning tezligi bo'yicha hisoblash kerak. Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmasining normallashtirilgan shtusterlarining diametrlari 3-10 jadvalda berilgan.

Trubalararo bo'shliqdagi gidravlik qarshilikni ushbu formula orqali hisoblanadi:

$$\Delta P_{mpab} = \sum \xi_{mpab} \cdot \left(\frac{\rho \cdot W_{mpab}^2}{2} \right) \quad (3-32)$$

Suyuqlikning trubalararo bo'shliqdagi tezligi esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$W_{mpab} = \frac{G_{mpab}}{S_{mpab} \cdot \rho_{mpab}}$$

$\xi_{mp1} = 1,5$ suyuqlikning kirishi va chiqishi;

$\xi_{mp2} = 1,5$ segment to'siq orqali burilish;

$$\xi_{mp3} = \frac{3 \cdot m}{Re_{mpab}^{0,2}} - \text{trubalar paketi (dastasi)ning qarshiligi.}$$

Bu erda

S_{trab} - trubalararo bo'shliqning eng tor ko'ndalang kesimi; m - truba qatorlarining soni.

Qurilmaning konstruktiv o'lchamlarini hisoblash

Buning uchun kerakli boshlanich ma'lumotlar - issiqlik almashinish yuzasi F va trubaning uzunligi l .

Topish kerak: trubalar soni - n , ularning joylashishi, qurilma korpusining diametri - D , truba va trubalararo boshliqdagi yo'llar sonlarini, hamda shtusterlarning geometrik o'lchamlarini.

Trubalar soni ushbu tenglama orqali topiladi:

$$n = \frac{F}{\pi \cdot d_{yp} \cdot l}$$

bu erda d_{ur} - trubaning o'rtacha diametri, agarda a_1 va a_2 bir-biriga yaqinroq son qiymatlarga ega bo'lsa,

$$d_{yp} = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}$$

agarda $a_1 \gg a_2$ yoki $a_1 \ll a_2$ bo'lsa, unda d_{ur} son qiymati suyuqlik bilan yuvilayotgan trubaning α si tomondagi diametri d_{α} ga teng bo'ladi.

Odatda, trubalar truba turlariga to'rti oltiburchak qirralari, kvadrat tomonlari, hamda konstantrik aylanalar bo'ylab joylashtiriladi.

To'rti oltiburchaklik qirralar bo'ylab trubalar joylashtirilganda, ularning soni

$$p = 1 + Za + Za^2 \quad (3.35)$$

formuladan topiladi. Formuladagi aylana markazidan boshlab hisoblanganda, oltiburchakning tartib raqami.

Eng katta oltiburchak diagonalidagi trubalar sonini ushbu formula-dan topish mumkin:

$$2 \cdot a + 1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} \quad (3.36)$$

Truba qatorlarining soni m esa,

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{3} + 0,25} \approx \sqrt{\frac{n}{3}} \quad (3.37)$$

Truba o'qlari orasidagi masofa yoki qadami t trubaning tashqi diametriga borliq va ushbu tenglikdan aniqlash mumkin:

$$t = (1,2 + 1,4) \cdot d_{\text{max}}$$

Lekin, xar qanday sharoitda ham

$$t = d_{\text{tash}} + 6 \text{ mm}$$

dan kam bo'lmashligi kerak. Shuni nazarda tutish kerakki, a parametrlar butun son bo'lishi shart.

Qurilma korpusining ichki diametri quyidagi formula bilan aniqlanadi:

bir yo'lli bo'lganda

$$D_{\text{ich}} = t \cdot (6 - 1) + 4 \cdot d_{\text{tash}}$$

yoki

$$D_{uq} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{n}$$

ko'p yo'lli bo'lganda esa,

$$D_{uq} = 1,1 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{n}{\eta}}$$

bu erda $\eta = 0,6 - 0,8$ - truba to'rini trubalar bilan to'ldirilish koeffitsienti va u hisoblash yo'li topiladi. D_{ich} ning son qiymati standart yoki normallardagi butun son qiymatlarigacha yaxlitlanadi.

Truba to'rlari orasidagi masofa, ya'ni trubalarning ishchi uzunligi l , quyidagi hisoblash formulasidan topish mumkin:

$$l_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_{yp} \cdot n \cdot z}$$

bu erda z - yo'llar soni; n - bir yo'ldagi trubalar soni.

Issiqlik almashinish qurilmasining ishchi uzunliklari quyidagilarga teng qilib olish tavsiya etiladi:

$$l_1 = 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 6000; 9000$$

Ko'p yo'lli issiqlik almashinish qurilmasida yo'llar soni har doim juft bo'lishi tavsiya qilinadi. Agarda, ko'p yo'lli qurilma trubalarining uzunliklari ruxsat etilganidan ortiq bo'lsa, yo'llar soni z o'zgartiriladi.

Kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmasining umumiy balandligi truba uzunligi l_1 va 2 ga taqsimlovchi kameralar balandliklari h larning yirindisiga teng, ya'ni:

$$N = 1, + 2 \cdot h$$

bu erda $h = 200 - 400$ mm.

Boshqa turdagi issiqlik almashinish qurilmalari uchun konstruktiv hisoblashlar ushbu adabiyotlarda keltirilgan.

Shtusterlarning shartli diametri kojux diametri va yo'llar soniga borliq bo'lib, 2-8 jadvaldan tanlanadi.

Segmentli to'siqlar soni issiqlik almashinish qurilmasining uzunliga va diametriga bo'liq. Normallashtirilgan issiqlik almashinish qurilmasining segmentlar soni 3-9 jadvalda berilgan.

Suyuqlikning kirishi va chiqishi paytidagi gidravlik qarshiligi uning shtusterdagi tezligi orqali hisoblansa bo'ladi. Shtusterlarning shartli diametrlari 3-8 jadvalda berilgan.

Truba va trubalararo bo'shliqdagi gidravlik qarshilikni hisoblash quyidagi formula yordamida olib boriladi:

$$\Delta P_{mpab} = \lambda \cdot \frac{L \cdot z}{d} \cdot \frac{w_{mp} \cdot \rho_{mp}}{2} + [2,5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z] \cdot \frac{w_{mp}^2 \cdot \rho_{mp}}{2} + 3 \cdot \frac{w_{mpm} \cdot \rho_{mp}}{2} \quad (3.38)$$

bu erda z - yo'llar soni.

$$\Delta P_{mpab} = \frac{3 \cdot m \cdot (x+1)}{Re_{mpab}^{0,2}} \cdot \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} + 1,5 \cdot x \cdot \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} + 3 \cdot \frac{\rho_{mpab} \cdot w_{mpab}^2}{2} \quad (3.39)$$

Bu erda x - segment to'siqlar soni.

Uchta variant bo'yicha tanlangan kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalarning gidravlik qarshiliklari bo'yicha taqqoslanadi.

Variant 1K. Suyuqlikning trubadagi tezligi

$$w_{mp} = \frac{G_1}{S_{mp} \cdot \rho_1} = \frac{6,8}{0,018 \cdot 988} = 0,338 \text{ m/s}$$

Ishqalanish koeffitsienti (3.1) formuladan hisoblab topiladi:

$$\lambda = 0,25 \left\{ \lg \left[\frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,021 \cdot 3,7} + \left(\frac{6,81}{13100} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} = 0,0422$$

Taqsimlovchi kamera shtusterining diametri $d_{sht} = 0,15 \text{ m}$. Undagi tezlik

$$w_{mpm} = \frac{6,0 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 986} = 0,334 \text{ m/s}$$

Truba bo'shligida quyidagi mahalliy qarshiliklar bor: kameraga kirish va chiqish, 180° li 3 ta burilish va 4 marta suyuqlik trubaga kiradi va chiqadi.

Trubalardagi gidravlik qarshilik (3.3) formuladan aniqlanadi:

$$\Delta P_{mpab} = 0,0422 \cdot \frac{6 \cdot 4}{0,021} \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + [2,5 \cdot (4-1) + 2 \cdot 4] \cdot \frac{988 \cdot 0,338^2}{2} + 3 \cdot \frac{986 \cdot 0,344^2}{2} = 2720 + 873 + 175 = 3764 \text{ Pa}$$

Trubalararo bo'shliqdagi suyuqlik bilan yuvilib turgan truba qatorlarining soni:

$$m \approx \sqrt{\frac{206}{3}} = 8,29 \approx 9$$

Segment to'siqlar soni $x = 18$ (3-7 jadval). Kojuxdagi shtusterlar diametri $d_{\text{trab}} = 0,2 \text{ m}$ va undagi suyuqlik tezligi

$$w_{mpm} = \frac{21,8 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 996} = 0,679 \text{ m/c}$$

Trubalararo bo'shliqning eng tor ko'ndalang kesimi $S_{\text{trab}} = 0,040 \text{ m}^2$ dagi tezligi

$$w_{mp} = \frac{21,8}{0,04 \cdot 996} = 0,547 \text{ m/c}$$

Trubalararo bo'shliqda quyidagi mahalliy qarshiliklar bor: suyuqlikning shtusterga kirishi va chiqishi, segment to'siqlar orqali 18 ta burilish ($x=18$ ta) va truba paketini suyuqlik yuvib o'tishida 19 ta qarshilik ($x+1$).

Trubalararo bo'shliqdagi gidravlik qarshilik (3.38) formuladan hisoblab topiladi:

$$\begin{aligned} \Delta P_{mpab} &= \frac{3 \cdot 9 \cdot (18+1)}{(16947)^{0,2}} \cdot \frac{996 \cdot 0,547^2}{2} + 1,5 \cdot 18 \cdot \frac{996 \cdot 0,547^2}{2} + \\ &+ 3 \cdot \frac{996 \cdot 0,597^2}{2} = 10902 + 4023 + 725 = 15650 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Variant ZK. Xuddi shunday hisoblar quyidagi natijalarni beradi:

$$\begin{aligned} w_{mp\phi} &= 0,277 \text{ m/c}; & \lambda &= 0,0431; \\ w_{mp.uu} &= 0,344 \text{ m/c}; & \Delta P_{mp} &= 2965 \text{ Pa} \\ w_{mpa\phi} &= 0,377 \text{ m/c}; & m &= 12; \\ w_{mpa\phi} &= 0,446 \text{ m/c}; & x &= 8; \\ \Delta P_{mpa\phi} &= 3857 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Avvalgi variantlar bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, gidravlik qarshilik bo'yicha variant ZK yaxshi.

Variant 4K. Hisoblash natijalari:

$$\begin{aligned} w_{mp} &= 0,304 \text{ m/c}; & \lambda &= 0,0472; \\ w_{mp.uu} &= 0,344 \text{ m/c}; & \Delta P_{mp} &= 3712 \text{ Pa}; \\ w_{mpa\phi} &= 0,337 \text{ m/c}; & m &= 15; \\ w_{mpa\phi} &= 0,0446 \text{ m/c}; & x &= 6: \\ \Delta P_{mpa\phi} &= 3728 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Avvalgi variant bilan solishtirish juda kam farq borligini ko'rsatadi, ammo bu variant afzalligi shundaki, massasi 400 kg kam. Shuning uchun variant ZK ni to'g'ri kelmaydi. Demak, raqobatbardosh deb variant 1K va 4K larni hisoblasa bo'ladi. Bu ikki variantdan qaysi birini tanlash texnik-iqtisodiy tahlil asosida qilinishi kerak.

Gidravlik qarshiliklarni engish uchun sarf bo'ladigan quvvat miqdori quyidagi formuladap aniqlanadi:

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta}$$

bu erda V - issiqlik tashuvchi agent sarfi, m^3/s ; Δp - naporning yo'qolishi, Pa; η - nasosning f.i.k.

Issiqlik almashinish qurilmalarini mexanik hisoblash.

Bu hisoblash, qurilmaning detal, qism va bo'laklarini mustahkamlikka tekshirishdan iboratdir.

Qilindrik obechaykani hisoblash

Ichki bosim ostida ishlaydigan qurilmalar obechaykasining mustahkamligi ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$S = \frac{p_{\kappa uc} \cdot D_{ich}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p3}] - p_{\kappa uc}} + S + S_1$$

bu erda S - obechayka devorining qaligi, m; $p_{\kappa uc}$ - hisoblab aniqlanadigan bosim, MPa; D_{ich} - qurilmaning ichki diametri, m; φ - payvandlash chokining mustahkamligi; S - korroziyani hisobga olgan qo'shimcha qalinlik, m; S_1 - texnologik montajlarni hisobga oluvchi yaxlitlangan qo'shimcha qalinlik, m.

σ_{re} - materialning ruxsat etilgan kuchlanishi. Ba'zi materiallar uchun 3.15 - rasmda σ_{re} son qiymatlari keltirilgan.

$\varphi = 1,0$ - bunday mustaxkamlikni uchma-uch va tavrli birikmalarni ikki tomonlama, avtomatik payvandlash beradi;

$\varphi = 0,95$ - bunday mustaxkamlikni uchma-uch va tavrli birkmalarni ikki tomonlama qulda payvandlash beradi;

$\varphi = 0,9$ - bunday mustaxkamlikni uchma-uch va tavrli birikmalarni bir tomonlama payvandlash beradi;

$\varphi = 0,8$ - bunday mustaxkamlikni ustma-ust va tavrli birikmalarni ikki tomonlama, avtomatik payvandlash beradi;

Hisoblangan qalinlikka beriladigan qo'shimcha qalinlikning miqdori korroziya tezligi va qurilmaning ishlatish davomiyligiga bo'liqdir. Masalan: 10 yil mobaynida ishlatiladigan qurilmada korroziya tezligi 0,1 mm/yil bo'lsa, $S = 1$ mm ga teng bo'ladi.

Mustahkamlanmagan teshik va payvandlash choklari tufayli obechayka mustahkamligining kamayishini φ koeffficienti hisobga oladi.

Teshik sababli obechaykani mustahkamligining kamayishini esa, ushbu formuladan topish mumkin:

$$\varphi_0 = \frac{D_{uq} - d_0}{D_{uq}}$$

Ruxsat etilgan bosim quyida keltirilgan formuladan aniqlanadi:

$$P_{o\varphi} = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p\varphi}] \cdot (S - C)}{D + S - C}$$

Yuqorida berilgan S va σ_{re} formulalar ushbu shart bajarilgandagina qo'llaniladi:

$$\frac{S - C}{D} \leq 0,1$$

Qopqoqlarni hisoblash

Elliptik shakldagi qopqoq devorining qalinligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$S_1 = \frac{P_{xuc} \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p\varphi}] - 0,5 \cdot P_{xuc}} + C - C_1$$

bu erda $R = D^2/4N$. Standart qopqoqlar uchun $N = 0,25 \cdot D$ bo'lganda,

$R = D_{ich}$

Ruxsat etilgan bosim esa,

$$P_{p\varphi} = \frac{2 \cdot (S_1 - C) \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p\varphi}]}{R + 0,5 \cdot (S_1 - C)}$$

Yuqorida berilgan S_1 va r_{re} formulalar ushbu shart bajarilgandagina qo'llaniladi:

$$\frac{S_1 - C}{D_{uq}} \leq 0,1 \quad \text{va} \quad H \geq 0,2 \cdot D_{uq}$$

Konusli qopqoqning 1_{kon}

$$l_{kon} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{D_{uq} \cdot (S_1 - C)}{\cos \alpha}}$$

masofadagi qalinligi δ , mana bu tenglamadan topish mumkin:

$$S_1 = \frac{P_{xuc}}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p\varphi}] - P_{xuc}} \cdot \frac{D_{uq}}{\cos \alpha} + C + C_1$$

Qilindrik qismining 1_{μ}

$$l_{\mu} = 0,5 \cdot \sqrt{D_{uq} \cdot (S_1 - C)}$$

masofadagi qalinligi S_1 esa ushbu formuladan aniqlanadi:

$$S_1 = \frac{P_{xuc} \cdot D_{uq} \cdot y}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma_{p\varphi}]} + C + C_1$$

Yuqorida keltirilgan, konus va silindrik qismlarining qalinliklarini tegishli formulalarda hisoblab chiqilgan S_1 larning eng kattasi qabul qilinadi, lekin S_1 obechaykaning qalinligi S dan kam bo'lishi mumkin emas, ya'ni ($S_1 > S$).

Dumaloq, yassi qopqoqlar qalinligi ushbu formuladan aniqlanadi:

$$S_1 = \left(\frac{K}{K_0} \right) \cdot D_{uq} \cdot \sqrt{\frac{P_{xuc}}{[\sigma_{p\varphi}]}} + C + C_1$$

bu erda K - qopqoq konstrukstiyasiga borliq va u maxsus adabiyotlardagi jadvaldan tanlanadi].

Energetik sarflarni hisoblash

a) qurilma va uskunalarga xizmat qilayotgan elektrodvigatellarning bir soatlik quvvati quyidagiga teng:

$$N_{coam} = N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad [kBm]$$

Bir sutkasiga esa,

$$N_{cym} = N \cdot \tau$$

b) qurilma va uskunalarga ishlatilayotgan bux sarfi:

$$D_{coam} = D_1 + D_2 + \dots + D_n \quad [kg/soat.]$$

Bir sutkasiga esa,

$$D_{cym} = D \cdot \tau$$

v) qurilma va uskunalardagi suv sarfi:

$$W_{coam} = W_1 + W_2 + \dots + W_n \quad [kg/soat]$$

Bir sutkasiga esa,

$$W_{cym} = W \cdot \tau$$

3.5.Xavoli sovutgichni xisoblash

Kuyida keltirilgan ma'lumotlarga kura kerosin distilyatini sovutuvchi gorizontal xavoli sovutgich xisoblansin:

Kerosin distilyatining mikdori $G_1=35000$ kg/s.

Zichligi $\rho_{277}^{293} = 0,800$; boshlangich temperaturasi $T_1' = 377K$; oxirgi temperaturasi $T_1'' = 315K$; Xavoning boshlangich temperaturasi $T_2'' = 333K$.

Xisoblash:

1.Sovutgichning issiklik yuklamasi:

$$Q_1 = G_1(q_{T_1'}^c - q_{T_1''}^c);$$

bu erda Q_1 -sovutgichda kerosindan olingan issiklik mikdori;

$q_{T_1'}^c; q_{T_1''}^c$ -kerosinning tegishli temperaturadagi entalpiyasi; entalpiya Krega formulasidan topiladi:

$$q_T^c = \frac{1}{\sqrt{\rho_{288}^{288}}} (0,762T + 0,0017T^2 - 334,253);$$

$$q_{T_1'}^c = q_{377}^c = \frac{1}{\sqrt{0,804}} (0,762 \cdot 377 + 0,0017 \cdot 377^2 - 334,253) = 216 \text{ kJ} / \text{m}^2$$

$$q_{T_1''}^c = q_{315}^c = \frac{1}{\sqrt{0,804}} (0,762 \cdot 315 + 0,0017 \cdot 315^2 - 334,253) = 82,5 \text{ kJ} / \text{m}^2$$

$$Q_1 = 35000(216 - 82,5) = 467 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{c} = 1300 \text{ kJm}$$

2. Xavoning massaviy va xajmiy sarfi:

Sovutgichning issiklik balansi formulasidan

$$G_1(q_{T_1'}^c - q_{T_1''}^c) = G_2(C_p'' \cdot T_2'' - C_p' \cdot T_2')$$

$$G_2 = \frac{G_1(q_{T_1'}^c - q_{T_1''}^c)}{C_p'' \cdot T_2'' - C_p' \cdot T_2'} = \frac{Q_1}{C_p'' T_2'' - C_p' \cdot T_2'}$$

ni topamiz.

Bu erda G_2 - xavo mikdori (kg/s);

C_p'', C_p' - xavoning oxirgi va boshlangich temperaturasi mos keladigan urtacha issiklik sigimi (kJ/kg K).

$$2. \quad G_2 = \frac{4,67 \cdot 10^6}{1,009 \cdot 333 - 1,005 \cdot 299} = 136000 \text{ kg} / \text{c}$$

Xavoning boshlangich temperaturasi $T_2' = 299 \text{ K}$ va barometrik bosimi $R_0 = 101308 \text{ Pa}$ dagi zichligini topamiz:

$$\rho_x = \frac{\rho_0 \cdot T_0}{T_2'} = \frac{1,293 \cdot 273}{299} = 1,18 \text{ kg} / \text{m}^3$$

ρ_0 - xavoning normal sharoitdagi zichligi (kg/m³).

Xavoning sekundda xisoblangan mikdori:

$$V_x = \frac{G_2}{3600 \cdot \rho_x} = \frac{136000}{3600 \cdot 1,18} = 32 \text{ m}^3 / \text{c}$$

3. Trubalar xarakteristikasi.

Sovutgich uchun kovurgali truba tanlaymiz. Umumiy xolda bu sovutgichlar uchun kovurgali trubalar uzunligi 4 va 8 m kabul kilingan. Biz xisoblashda $L = 4 \text{ m}$ ni olamiz. Ichki truba materiali - latun AO-70-1. Kovurgalar materiali - alyuminiy AD1M. Kovurgalar soni $X = 286$. Kovurgalash koeffitsienti $\varphi = 9$.

4. Kerosinning issiklik uzatish koefitsienti. Kerosinning urtacha temperaturasidan foydalanib boshka fizik parametrlarni topamiz.

$$T_{yp1} = \frac{T'_1 + T''_1}{2} = \frac{377 + 315}{2} = 346K$$

Issiklik utkazuvchanlik koefitsienti:

$$\lambda_{yp} = \frac{0,1346}{\rho_{288}^{288}} \cdot (1 - 0,00047 \cdot T_{yp1}) = \frac{0,1346}{0,804} (1 - 0,00047 \cdot 346) = 0,14 Bm / (M \cdot K)$$

Issiklik sigimi:

$$C_{yp1} = \frac{1}{\sqrt{\rho_{288}^{288}}} \cdot (0,762 - 0,00034 \cdot T_{yp1}) = \frac{1}{\sqrt{0,804}} \cdot (0,762 - 0,00034 \cdot 346) = 2,18 K / (K^2 \cdot K)$$

Tegishli zichligi:

$$\rho_{277}^{T_{yp1}} = \rho_{277}^{293} - \alpha(T_{yp} - 293) = 0,8 - 0,000765(346 - 293) = 0,760;$$

Bu erda α – urtacha temperatura tuzatmasi.

3. Kerosinning $T_{yp1} = 346K$ dagi knematik kovushkokligi $\nu_{yp1} = 0,9 \cdot 10^{-6} m^2 / c$ ga teng. Sovutgich trubalarida xarakterlanayotgan kerosinning minimal chizikli tezligini topamiz. Okim rejimi $Re_{\min} = 10^4$ turbulent.

$$Re = 10^4 = \frac{\omega_{\min} \cdot d_1}{\nu_{yp} \cdot 1};$$

$$\text{bundan } \omega_{\min} = \frac{10^4 \cdot \nu_{yp} \cdot 1}{d_1} = \frac{10^4 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6}}{0,021} = 0,43 m / c$$

Odatda issiklik almashinish apparatlarini xisoblashda trubalarda xarakterlanayotgan suyuqliklar tezligi 0,5 dan 2,5 m/s deb kabul kilingan. Biz xisoblayotgan sovuqgichda kerosin tezligini $\omega = 1,5 m / c > \omega_{\min}$ ga teng deb olamiz.

$$\text{Bunda } Re_{cp} \cdot 1 = \frac{1,5 \cdot 0,021}{0,9 \cdot 10^{-6}} = 35000$$

$Re = 10^4$ da kerosinning issiklik uzatish koefitsientini topish formulasi quyidagicha:

$$d_1 = 0,021 \cdot \frac{\lambda_{yp1}}{d_1} \cdot Re_{yp1}^{0,8} \cdot Pr_{yp1}^{0,43} \left(\frac{Pr_{yp1}}{Pr \cdot \omega_1} \right)^{0,25} \cdot El;$$

bu erda: $Pr_{yp1} = 346K$ dagi Prandtl kriteriysi;

$Pr \omega_1$ – trubalarning ichki devori temperaturasidagi Prandtl kriteriysi.

El – truba diametri va uzunligi urtasidagi munosabatning tuzatma koefitsienti bulib, u bizda 1 ga teng.

$$Pr_{yp1} = \frac{\nu_{yp1} \cdot C_{pyp1} \cdot \rho_{yp1} \cdot 1}{\lambda_{yp1}} = \frac{0,9 \cdot 10^{-6} \cdot 2,18 \cdot 760 \cdot 3600}{0,5} = 10,73$$

Trubalarning ichki devorining temperaturasi $T_{\omega 1} = 344K$ deb olamiz. Bunga kura kerosinning fizik parametrlarini yukoridagidek kaytib xisoblaymiz va quyidagilarga ega bulamiz:

$$C_{p\omega 1} = 2,14 kJ / (kg \cdot K); \nu_{\omega 1} = 0,96 \cdot 10^{-6} m^2 / s; \rho_{\omega 1} = 0,760;$$

$$\lambda_{\omega 1} = 0,50 kJ / (m \cdot s \cdot K) = 0,14 Bm / (m \cdot K)$$

$$Pr_{\omega 1} = \frac{0,96 \cdot 2,14 \cdot 760 \cdot 3600}{10^6 \cdot 0,5} = 11,24.$$

$$\alpha_1 = 0,021 \cdot \frac{0,14}{0,021} \cdot 35000^{0,8} \cdot 10,73^{0,43} \left(\frac{10,73}{11,24} \right)^{0,25} \cdot 1 = 1676 Bm / (m^2 \cdot K)$$

4. 5) Tekis trubalar ishlatilganda xavoning issiklik uztaish koeffitsientini xisoblaymiz (α).

α_2 ni topish uchun shaxmat shaklida joylashtirilgan trubalar orasidan utayotgan xavoning okim rejimi Re ni topishimiz zarur. Trubalar kadami eniga $S_1 = 0,052$ m. Uzunligi buyicha esa:

$$S_2 = \sqrt{S_1^2 - \left(\frac{S_1}{2} \right)^2} = \sqrt{52 - \left(\frac{52}{2} \right)^2} = 45 mm$$

1 ta gorizontal katorda joylashgan trubalar soni p ni topamiz.

$$n = 1 + \frac{B - d_3}{S_1} = 1 + \frac{4 - 0,028}{0,052} = 76$$

Xavo utadigan apparat buyicha joylashgan trubalar maydonini topamiz.

$$F_c = L(B - n \cdot d_3) = 4(4 - 76 \cdot 0,028) = 7,5 m^2$$

Xavoning shu maydondagi tezligi:

$$\omega_0 = \frac{V_g}{F_c} = \frac{64}{7,5} = 8,5 m / s$$

bu erda V_g - xavoning sekundli sarfi (m^3/s).

Xavoning urtacha temperaturasi:

$$T_{yp2} = \frac{T'_2 + T''_2}{2} = \frac{299 + 333}{2} = 316 K$$

Shu temperaturaga mos kinematik kovushkoklik $\nu = 17,26 \cdot 10^{-6} m^2/s$.

Endi Re ni topamiz.

$$Re = \frac{\omega_0 \cdot d_3}{\nu} = \frac{8,5 \cdot 0,028}{17,26 \cdot 10^{-6}} = 13800.$$

α_2 ni topish uchun:

$$N_4 = 0,37 \cdot E_{aT} \cdot Re^{0,6} \text{ dan foydalanamiz.}$$

$$\alpha_2 = 0,37 \cdot \frac{\lambda}{d_3} E_{aT} \cdot Re^{0,6} = 0,37 \frac{0,0273}{0,028} \cdot 1 \cdot 13800^{0,6} = 105 Bm / (m^2 \cdot K)$$

Bu erda $E_{at}=1$ -tuzatma koefitsienti.

6. Tekis trubalar uchun issiklik almashinish koefitsienti.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3,\theta} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_n + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_a + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3,H} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

Bu erda: $\left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3,\theta}$ - ichki ifloslangan yuzaning issiklik karshiligi. U kerosin uchun

0,00035(m² k)/Vt.

$\left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_n = \frac{0,002}{91,9} = 0,000022 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{Bm}$ - latun devorning issiklik karshiligi.

$\left(\frac{\rho}{\lambda}\right)_a = \frac{0,0015}{205} = 0,000073 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{Bm}$ - alyuminiy trubalarning issiklik karshiligi.

5. $\left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3,H}$ - tashqi ifloslangan yuzaning issiklik karshiligi.

Uni 0,00017-0,00086 oralikdan 0,00060 (m² · K)/Vt deb olamiz.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{1676} + 0,00035 + 0,000022 + 0,000073 + 0,0006 + \frac{1}{105}} = 90 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

7) Urtacha temperaturalar farki:

$$\Delta T_{yp} = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2,3 \lg \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\min}}};$$

bu erda: $\tau_{\max}, \tau_{\min}$ - yukori va past temperaturalar farki.

Ular quyidagicha aniklanadi:

$$\tau_{\max} = Q + 0,5\Delta T; \quad \tau_{\min} = Q - 0,5\Delta T$$

Bu erda: Q- «issik» va «sovuk» issiklik tashuvchilar temperaturalarinig urta arifmetik farki.

$$Q = \frac{T'_1 + T''_1}{2} - \frac{T'_2 + T''_2}{2};$$

ΔT - temperaturalarning xarakterik farki.

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta T_1 + \Delta T_2)^2 - 4P\Delta T_1 \cdot \Delta T_2};$$

bu erda: $\Delta T_1 = T'_1 - T''_1$

$$\Delta T_2 = T''_2 - T'_2;$$

R-karama karshilik=0,98.

$$\Delta T_1 = 377 - 315 = 62 \text{ K}; \Delta T_2 = 333 - 299 = 34 \text{ K}.$$

$$T = \sqrt{(62 + 34)^2 - 4 \cdot 0,98 \cdot 62 \cdot 34} = 30,9K$$

$$\tau_{\max} = 30 + 0,5 \cdot 30,9 = 45,5K$$

$$Q = \frac{377 + 315}{2} - \frac{299 + 333}{2} = 30K$$

$$\tau_{\min} = 30 - 0,5 \cdot 30,9 = 14,5K$$

$$\Delta T_{yp} = \frac{45,5 - 14,5}{2,3 \lg \frac{45,5}{14,5}} = 27,3K$$

Kerosin okib utuvchi truba ichki yuzasining temperaturasi:

$$T_{\omega 1} = T_{yp1} - \frac{k \Delta T_{yp}}{\alpha_1} = 73 - \frac{90 \cdot 27,3}{1676} = 71,5K$$

8) Kovurgali trubalarning issiklik uzatish koefistienti:

$$\alpha_k = 0,364 \tau \left(\frac{\rho \varepsilon \cdot \omega'_0}{\mu} \right)^{0,68} \cdot Pr^{0,33} \cdot d_3^{-0,77} \cdot \delta_p^{0,3} \cdot d_4^{0,15};$$

bu erda $\lambda = 0,0273 Bm / (M \cdot K)$ - xavoning urtacha temperaturasidagi issiklik utkazuvchanlik koefistienti;

$\rho \varepsilon$ - xavoning T_{yp2} dagi zichligi (kg/m^3);

ω'_0 - xavoning kovurgali trubalar joylashgan maydonnig bitta okimidagi tezligi (m/s);

μ - xavoning T_{yp2} dagi dinamik kovushkokligi ($Pa \cdot c$)

6. $Pr = 0,71 - T_{yy} \cdot 2$ dagi Prandtl kriteriysi;

δ_p -kovurganing urtacha kalinligi;

$$\omega'_0 = \omega_H \frac{\sigma}{\sigma - 1 - 2 \frac{\sigma_p}{d_3} \cdot \frac{h_p}{d_3} \cdot \frac{d_3}{S_p}};$$

$$\sigma = \frac{S_n}{d_3} = \frac{0,052}{0,028} = 1,86;$$

$$h_p = 0,0105M$$

$$S_p = 0,0035M$$

$$\omega_H = \frac{V_g}{L \cdot B} = \frac{V_g}{F_{CB}}$$

$$V_g$$

$$F_{CB} = L \cdot B = 4 \cdot 4 = 16M^2$$

$$\omega_H = \frac{64}{16} = 4M/c$$

$$\delta_p = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2};$$

bu erda ω_H -xavoning trubalar joylashgan okimga kirishdan oldingi tezligi;

-kovurga balandligi;

-kovurga kadami;

bu erda:

- xavoning xajmiy sarfi (m³/s);
- xavo potogining frantali;
- Kovurganing urtacha kalinligi

Bu erda:

$\delta_1 = 0,0006m$ - kovurga yukorisining kalinligi;

$\delta_2 = 0,0011m$ - kovurga asosining kalinligi.

$$\delta_p = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{0,0006 + 0,0011}{2} = 0,00085m.$$

$$\omega'_0 = \frac{4 \cdot 1,86}{1,86 - 1 - 2 \cdot \frac{0,00085}{0,028} \cdot \frac{0,0105}{0,028} \cdot \frac{0,028}{0,0025}} = 10,6m / c.$$

Xavoning T_{yp2} dagi dinamik kovushkokligi

$$\mu = \nu \cdot \rho_g = 17,26 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1166 = 19,26 \cdot 10^{-6} Pa \cdot c$$

$$\alpha_k = 0,364 \cdot 0,0273 \left(\frac{1,1166 \cdot 10,6}{19,26 \cdot 10^{-6}} \right)^{0,68} \cdot 0,71^{0,33} \cdot 0,028^{-0,77} \cdot 0,00085^{0,3} \cdot 0,049^{0,15} = 95 Bm / (m^2 \cdot \kappa)$$

9. Xavoning keltirilgan issiklik uzatish koefhistienti.

$$\alpha_{np} = \left[1 + \frac{F_p}{F_n} (E \cdot E_{\Delta} - 1) \right] \cdot \frac{\psi \cdot \alpha_k}{1 + \beta_3 \cdot \psi \cdot \alpha_k};$$

bu erda F_p - trubaning 1m uzunligida joylashgan kovurgalarning yuzasi; (m²/m);

E- kovurgalarning effektivlik koefhistienti;

$\psi = 0,85$ - eksperimental topilgan koefhistient;

$\beta_3 = \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{3,H} = 0,00060 (m^2 \cdot \kappa) / Bm$ - truba tashki iflos yuzasining issiklik karshiligi.

$$F_p = \pi \cdot x \left(2 \cdot \frac{d_4^2 - d_3^2}{4} + d_4 \cdot \delta_{yp} \right);$$

bu erda x=286 – kovurgalarning spiralsimon uramlarining soni;

$$7. F_p = 3,14 \cdot 286 \left(2 \cdot \frac{0,049^2 - 0,028^2}{4} + 0,049 \cdot 0,00085 \right) = 0,761 m^2 / m$$

Kovurgali trubaning 1m uzunligidagi kovurgalar orasidagi trubaning sillik kismalarining umumiy yuzasini F_{tr} topamiz.=

$$F_{mp} = \pi \cdot d_3 (1 - x \cdot \delta_2) = 3,14 \cdot 0,028 (1 - 286 \cdot 0,0011) = 0,06 m^2 / m;$$

Kovurgali trubalarning tulik tashki yuzasi.

$$F_n = F_p + F_{mp} = 0,761 + 0,06 = 0,821 \text{ m}^2 / \text{m}$$

$$\sqrt{\frac{\alpha_k \cdot \psi}{\alpha_a (\delta_1 + \delta_2) (1 + \beta_3 \cdot \psi \cdot \alpha_k)}} (d_4 - d_3) = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 0,85}{201,2 \cdot (0,0006 + 0,0011) \cdot (1 + 0,00026 \cdot 0,85 \cdot 95)}} \cdot (0,049$$

$$- 0,028) = 0,3$$

λ_a - alyuminiy kovurganing issiklik utkazuvchanligi bu natijaga kura rasmdan $E=0,96$; $E_\Delta=1,02$ larni topamiz.

$$\alpha_{np} = \left[1 + \frac{0,761}{0,84} (0,96 \cdot 1,02 - 1) \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 95}{1 + 0,00060 \cdot 0,85 \cdot 95} = 76 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

10. Kovurgali trubalarning issiklik almashinish koefitsienti.

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3\theta} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_n + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_a + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_{3H} + \frac{F_{cm}}{F_n} \cdot \frac{1}{\alpha_{np}}};$$

Bu erda:

F_{cm} - tekis (sillik) truba yuzasi;

$$F_{cm} = \pi \cdot d_3 \cdot 1 = 3,14 \cdot 0,028 \cdot 1 = 0,088 \text{ m}^2 / \text{m}.$$

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{1676} + 0,00035 + 0,00022 + 0,000075 + \frac{0,088}{0,821} \cdot \frac{1}{76}} = 330 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

11. Sovutgichning issiklik almashinish yuzasi.

$$F = \frac{Q_1}{k_0 \cdot \Delta T_{yp}} = \frac{13 \cdot 10^6}{330 \cdot 27,3} = 145 \text{ m}^2;$$

trubalar soni:

$$N = \frac{F}{F_1} = \frac{145}{0,352} = 412;$$

bu erda:

$$F_1 = 3,14 \cdot 0,028 \cdot 4 = 0,352 \text{ m}^2 - \text{bitta trubaning issiklik almashinish yuzasi.}$$

Agar truba yuzasi kovurgalanmaganida:

$$F_c = \frac{Q_1}{k_0 \cdot \Delta T_{yp}} = \frac{13 \cdot 10^6}{90 \cdot 27,3} = 529 \text{ m}^2 \text{ ga teng bulardi.}$$

Kerosin $\omega = 1,5 \text{ m} / \text{c}$ tezlik bilan utadigan 1 ta okimdagi trubalar soni.

$$8. n_1 = \frac{G_1 \cdot 4}{3600 \cdot \rho_{yp1} \cdot \pi \cdot d_1^2 \cdot \omega} = \frac{35000 \cdot 4}{3600 \cdot 760 \cdot 3,14 \cdot 0,021^2 \cdot 1,5} = 25 \text{ truba.}$$

Sovutgichda jami $N_g = 423$ ta truba bor.

12. Trubalarning aerodinamik karshiligi:

$$\Delta P = 9,7 \cdot \frac{\rho_0}{g} \cdot (\omega'_0)^2 \cdot n_0 \cdot \left(\frac{S_p}{d_3}\right)^{-0,72} \cdot Re^{-0,24};$$

$\rho_0 = 1,18 \text{ kg} / \text{m}^3$ - xavoning boshlangich temperaturadagi zichligi;

$\omega'_0 = 10,6 \text{ m} / \text{s}$ - xavoning trubalar okimidagi tezligi;

$n_0 = 6$ gorizonta katorda joylashgan trubalar soni;

$d_3 = 0,028$ - trubalarning tashki diametri.

$$Re = \frac{\omega'_0 \cdot d_3}{\nu_{\text{yp}} \cdot 2} = \frac{10,6 \cdot 0,028}{17,26 \cdot 10^{-6}} = 16800$$

$$\Delta P = 9,7 \cdot \frac{1,18}{9,81} \cdot 10,6^2 \cdot 6 \left(\frac{0,0035}{0,0280}\right)^{-0,72} \cdot 16800^{-0,24} = 334 \text{ Pa}$$

13. Ventilyatorni xarakatlantiruvchi elektrodvigatelning kuvvati. Ventilyatorni xarakatga keltirish uchun sarflangan elektroenergiya:

$$N_{\text{v}} = 0,00981 \cdot \frac{V_a \cdot \Delta P}{\eta};$$

Bu erda:

$\eta = 0,62$ - ventilyatorning f.i.k.

$$N_{\text{v}} = 0,00981 \cdot \frac{32 \cdot 334}{9,81 \cdot 0,62} = 17,5 \text{ Bm}$$

Elektrodvigatelni tanlashda xisoblangan kuvvat 10% ga kupaytirib olinadi.
Sababi dvigatelni ishga tushirishni ta'minlash uchun.

Xakikiy kuvvati:

$$N_{\text{ax}} = 1,1 \cdot N_{\text{v}} = 1,1 \cdot 17,5 = 20 \text{ Bm}$$

$$\varphi = \frac{N_{\text{ax}}}{N_{\text{ycm}}} = \frac{20}{53} \approx 0,37$$

Koidaga binoan: $\varphi = 0,3 = 0,5$.

3.6. Vertikal joylashgan stilindrsimon trubali pechni xisoblash

Kuyida keltirilgan ma'lumotlar asosida moylarni furfurol yordamida tozalash kurilmasidan olingan ekstrakt eritmasini kizdirish uchun vertikal stilindrsimon trubali pechni xisoblash.

Berilganlar:

Ekstrakt eritmasini mikdori $G_c=480$ t/sut.

Shundan 110 t/sut ekstrakt, 370 t/sut furfurol ekstraktning solishtirma zichligi $\rho_{277}^{293} = 0,975$;

Ekstraktning molekulyar massasi $M_2=500$;

Ekstraktning pechga kirishdagi oldingi temperaturasi $T_1=438K$, chikishdagi temperaturasi $T_2=503K$ maxsulotning pech zmeeviklaridan chikayotgandagi bosimi.

$$P_g = 0,25 \cdot 10^6 Pa$$

Pechda ishlab chikarish kuvvati $Z=1850$ kg/soat bulgan bug kizdiruvchi kurilma joylashdi. Bugning pechga kirishdagi temperaturasi $T_v=393$ K. Bugning pechdan chikishdagi temperaturasi $T_{bug}=513$ K. Yonilgi gazining tarkibi (xajm%).

$SN_4-95,8$; $S_2N_6- 0,67$; $S_3N_8- 1,0$; $N-S_4N_{10}- 1,83$; $SO_2- 0,64$.

Normal sharoitda gazning zichligi:

$$\rho_2 = 0,760 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Xisoblash.

1. Yonish jarayonini xisoblash.

Yonilgi gazining molekulyar massasi. $M_2=17,32$.

Yonilgi gazining tarkibi (massa, %) : $SN_4- 88,51$.

$S_2N_6- 1,18$; $S_3N_8- 2,54$; $N-S_4N_{10}- 6,14$; $SO_2-1,63$;

Yonilgi gazining elementar tarkibi (massa, %);

$S=74,9$; $N=23,92$; $O=1,18$;

Past xajmiy yonish issikligi $Q_p^{H'} = 37976 \text{ kJ} / \text{m}^3$.

Past massaviy yonish issikligi:

$$Q_p^H = \frac{Q_p^{H'}}{\rho_2} = \frac{37976}{0,760} = 49970 \text{ kJ} / \text{kg}$$

1 kg yonilgini yokish uchun ketadigan xavo mikdori:

$$L_0 = \frac{2,67 \cdot 0,749 + 8 \cdot 0,2392 - 1 \cdot 0,0118}{0,23} = 17 \text{ kg} / \text{kg}$$

Xavoni yukotish koeffitsientini kabul kilamiz. $\alpha = 1,1$. Bu xolda 1 kg xavoni yokish uchun ketadigan yonilgi mikdori kuyidagiga teng buladi:

$$L_x = L_0 \alpha = 17 \cdot 1,1 = 18,7 \text{ kg} / \text{kg}$$

1 kg yonilgi yonganda chikadigan maxsulotlar mikdori:

$$m_{CO_2} = 3,67 \cdot 0,749 = 2,75 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$m_{H_2O} = 9 \cdot 0,2392 = 2,15 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$m_{O_2} = 0,23 \cdot 17(1,1 - 1) = 0,39 \text{ kg} / \text{kg}$$

$$m_{N_2} = 0,77 \cdot 17 \cdot 1,1 = 14,4 \text{ kg} / \text{kg}$$

1 kg yokilgi yonganda xosil buladigan yonish maxsulotlari umumiy mikdori:

$$\Sigma M_i = 19,7 \text{ kg} / \text{kg}$$

1 kg yonilgi uchun normal sharoitda yonish maxsulotlarining xajmiy mikdori:

$$v_{CO_2} = \frac{2,75 \cdot 22,4}{44} = 1,4 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$v_{H_2O} = \frac{2,15 \cdot 22,4}{18} = 2,68 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$v_{O_2} = \frac{0,39 \cdot 22,4}{32} = 0,27 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$v_{N_2} = \frac{14,4 \cdot 22,4}{28} = 11,6 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

1 kg yonilgi uchun yonish maxsulotlari umumiy xajmi:

$$\Sigma v_i = 15,95 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Yonish maxsulotlari zichligi normal sharoitda:

$$\rho_0 = \frac{\Sigma m_i}{\Sigma v_i} = \frac{19,7}{15,95} = 1,24 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Yonish maxsulotlarining molekulyar massasi:

$$M_0 = \rho_0 \cdot 22,4 = 1,24 \cdot 22,4 = 27,8$$

2. F.I.K va pechning foydali issikligi. Yonilgi sarfi.

Pechning F.I.K kuyidagi formula orkali topiladi.

$$\eta = 1 - \left(\frac{q_1}{Q_p^H} + \frac{q_2}{Q_p^H} \right);$$

Bu erda: q_1 – pechning atrof muxitga yukotadigan issikligi;

q_2 - pechning tutun-gazlari bilan chikib ketayotgan issikligi.

Pechning atrof- muxitga yukotadigan issiklikni 4% deb uni kuyidagicha aniklaymiz.

$$q_1 = 0,04 Q_p^H = 0,04 \cdot 49970 = 2000 \text{ kJ} \quad 1 \text{ kg yonilgi uchun.}$$

Pechdan chikib ketayotgan tutun gazlari temperaturasini $T_{\text{chik}} = 673 \text{ K}$ deb q_2 topamiz:

$$q_2 = 9500 \text{ kJ} \quad 1 \text{ kg yonilgi uchun.}$$

$$\text{Unda} \quad \eta = 1 - \left(\frac{2000}{49970} + \frac{9500}{49970} \right) = 0,77$$

Pechning foydali issikligi $Q_{\text{fak}} = Q_x + Q_k$, bu erda: Q_x – xom-ashyoga beriladigan issiklik mikdori.

Q_k – suv bugini kizdirish uchun sarflanadigan issiklik mikdori.

Xom-ashyoga beriladigan issiklik mikdorini kuyidagi formula orkali topami:

$$Q_x = G \left[e q_{T_2}^{\delta_1} + (1 - e)(x_1 q_{T_1}^{C_1} + x_2 q_{T_2}^{C_2}) - (c_1 q_{T_1}^{C_1} + c_2 q_{T_2}^{C_2}) \right]$$

Bu erda: G - xom-ashyo mikdori;

e - xaydalishni massa ulushi;

$q_{T_1}^{\delta_1}$ - 503 K da furfurol bugining entalpiyasi;

x_1 va x_2 – furfurol va ekstraktning suyuq fazadagi mikdori;

$q_{T_1}^{C_1}$ va $q_{T_2}^{C_2}$ - 503K va 438K da suyuq furfurolning entalpiyasi;

c_1 va c_2 - xom-ashyoning tarkibi;

$e = 0,729$

$$q_{T_1}^{\delta_1} = q_{503}^{\delta_1} = 817,3 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{T_2}^{c_2} = q_{503}^{c_1} = 438,4 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{T_1}^{c_1} = q_{438}^{c_1} = 296,4 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{T_2}^{c_2} = q_{503}^{c_2} = 483,6 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{T_1}^{c_2} = q_{438}^{c_2} = 328,7 \text{ kJ/kg}$$

Unda:

$$Q_x = \frac{480 \cdot 1000}{24} [0,729 \cdot 817,3 + (1 - 0,729)(0,16 \cdot 438,4 + 0,84 \cdot 483,6) - (0,771 \cdot 296,4 + 0,229 \cdot 328,7)] = 23$$

Suv bugini kizdirish uchun yutadigan issiklik mikdori.

$$Q_{\delta} = Z[Cp(T_{\Pi} - T_s) + rx]$$

Z - kizdiriladigan bug mikdori;

Cp - kizigan bugning issiklik sigimi; $2,01 \text{ kJ/}^{\circ}\text{K}$

T_p – suv bugining buglatgichdan chikayotgan xarorati; $^{\circ}\text{K}$.

T_s – bugning boshlangich xarorati;

Suvning $T=393 \text{ K}$ da bugga aylanish issikligi; 2203

x - $T_s=393\text{K}$ da suv bugining namligi $0,05 \text{ kg/kg}$

Unda:

$$Q_{\delta} = 1850[2,01(513 - 393) + 2203 \cdot 0,05] = 0,65 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{coam} = 181 \text{ kBm}$$

Urniga kuyamiz:

$$Q_{\phi} = 8,40 \cdot 10^6 + 0,65 \cdot 10^6 = 9,05 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{coam} = 2340 + 181 = 2521 \text{ kBm}$$

Yonilgining soatlardagi sarfi kuyidagicha topiladi.

$$B = \frac{Q_{\phi}}{Q_p^H \eta} = \frac{9,05 \cdot 10^6}{49970 \cdot 0,77} = 236 \text{ kg} / \text{coam}$$

3. Radiastion kamerani xisoblash.

Radiant trubalarining kizdirish yuzasi:

$$H_p = \frac{Q_p}{q_p};$$

Bu erda: Q_p – radiant trubalari orkali xom-ashyoga beriladigan issiklik mikdori;

q_p – radiant trubalarining issiklik kuchlanishi (kWt/m^2).

Xom-ashyo radiant trubalarda kizib, kisman buglanadi. Pechning konvekstion zmeevikli kizdirish uchun xizmat kiladi. Shuning uchun pechning xom-ashyoga beradigan issikligi kuyidagicha buladi.

$$Q_p = Q_c = 8,40 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{coam} = 2340 \text{ Bm}$$

Unda topkaning issiklik balansidan

$$Q_p = B(Q_p^H \eta_T - q_{T_r})$$

Radiant kismdan chikib ketayotgan tutun gazlari entalpiyasini topamiz:

$$q_{Tn} = Q_P^H \eta_T - \frac{Q_P}{B}$$

Topkaning foydali shu koefitsientini hisoblashni olib borish uchun quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$\eta_T \approx 1 - \frac{q_1}{Q_P^H} = 1 - 0,04 \approx 0,96$$

1kg yoki 1g ni hisoblash uchun

$$q_{Tn} = 49970 \cdot 0,96 - \frac{8,40 \cdot 10^6}{236} = 12600 \text{ kJ / kg}$$

Mana shu entalpiyada tutun gazlarining pechning radiant kismidan chikayotganidagi temperaturasi $T_p = 820 \text{ K}$.

Ekran trubalarining urtacha issiklik kuchlanishi:

$q_p = 14 \text{ kW / m}^2$ deb kabul qilamiz. Unda trubalar yuzasining maksimal issiklik kuchlanishi quyidagiga teng buladi.

$$q_{max} = 1,8 q_p = 1,8 \cdot 14 = 25,2 \text{ kW / m}^2$$

Radiant trubalarining yuzasi:

$$H_p = \frac{2340}{14} = 168 \text{ m}^2$$

Loyixalanayotgan pechning trubalari diametrini $d_H = 102 \times 6 \text{ mm}$, ishchi uzunligi $l_{TP} = 9 \text{ m}$. Trubalarni maxkamlash uchun ketadigan uzunliklarini kam hisobga olib trubaning tulik uzunligini $l_{TP} = 10 \text{ m}$ deb kabul qilamiz.

Unda trubalar soni quyidagiga teng buladi:

$$N_p = \frac{H_p}{\pi d_H l_{TP}} = \frac{168}{3,14 \cdot 0,102 \cdot 9} = 60$$

Truba uki buyicha pechning diametrini topamiz. Trubalar kadamini $S = 203 \text{ mm}$ deb kabul qilamiz.

$$D_0 = \frac{N_p S}{\pi} = \frac{60 \cdot 0,203}{3,14} = 3,88 \text{ m}$$

Truba ukidan pech devorigacha bulgan masofani $\alpha = 1,5 d_H = 1,5 \cdot 0,102 = 0,153 \text{ m}$, deb olib, pechning ichki diametrini topamiz:

$$D_n = D_0 + 2\alpha = 3,88 + 2 \cdot 0,153 = 4,19 \text{ m}$$

Pechning poda yuzasi:

Pechning stilindrik kismi yuzasi:

$$F_\delta = \pi D_n \cdot l_{TP} = 3,14 \cdot 4,19 \cdot 9 = 119 \text{ m}^2$$

Ichki radiastion kameraning umumiy yuzasi:

$$\Sigma F_i = F_n + F_\delta = 14 + 119 = 133$$

4. Xom-ashyoning pech zmeevikidan chikayotgandagi tezligini tekshirish.

Xom-ashyoning chizikli tezligi:

$$\omega = \frac{4 \cdot V_{cek}}{\pi d_B^2};$$

Bunda V_{sek} - xom-ashyoning 1 sekunddagi xajmi m^3/s .

d_g - trubaning ichki diametri $d_v=0,09$ m.

Xom-ashyoning 1 sekunddagi xajmini $T_1=438K$ da kuyidagicha topamiz:

$$V_{cce} = \frac{G_1 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \rho_1} + \frac{G_2 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \rho_2}.$$

Bunda: $G_1=370t/sutka$ furfurol mikdori;

$G_2=110 t/sutka$ ekstrakt mikdori;

$\rho_1 = 870 kg/m^3$ - furfurolning $T_1=498K$ dagi zichligi;

$\rho_2 = 900 kg/m^3$ - ekstraktning $T_1=438K$ dagi zichligi;

$$V_{cek} = \frac{370 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \cdot 870} + \frac{110 \cdot 1000}{24 \cdot 3600 \cdot 900} = 0,0064 m^3/c.$$

Unda xom-ashyoning chizikli tezligi kuyidagiga teng:

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,0064}{3,14 \cdot 0,09^2} \approx 1 m/c.$$

Bundan kurinib turibdiki, xom-ashyoning zmeevikdagi tezligi kerakli darajada, ya'ni chegarada.

5. Konvekstion kamerani xisoblash.

Pechning konvekstion kamerasida $Z=1850$ kg/soatga teng bug yordamida isituvchi kurilma urnatilgan. Issiklik sarfi va isitish $Q_p=181Kvt$ ni tashkil etadi.

Bugli isitgichning isitish yuzasini aniklaymiz (m).

$$F_k = \frac{Q_n}{R_n \Delta T_{cp}}. \text{ Bu erda: } R_p - \text{ bugli isitgichning issiklik berish koeffistienti;}$$

(Vt/m^2K).

ΔT - bugli isitgichdagi urtacha temperatura, K.

Bugli isitgich uchun $57 \times 3,5$ mm diametrli, uzunligi $l_{m.p} = 2,5$ m li truba tanlaymiz.

Trubalar koridorli joylashgan bulib, eniga trubalar kadami $S_1 = 1,5d_H = 86$ mm, buyicha $S_2 = 250$ mm ni tashkil etadi. Bitta gorizontal katorda $p_1=21$ ta truba deb kabul kilamiz.

Trubalarning bunday sonida chekkada joylashgan trubalar uklari urtasidagi masofa kuyidagiga teng:

$$\phi_T = (n_1 - 1)S_1 = (21 - 1) \cdot 86 = 1720 mm.$$

Bugli isitgichdagi issiklik almashinish koeffistienti kuyidagi formula yordamida topiladi:

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}}. \text{ Bu erda: } \alpha_1 - \text{ tutun gazlari tomonidan berilayotgan issiklik}$$

berish koeffistienti $Vt/(m^2k)$

$\delta_{cm} = 0,0035m$ - truba devorining kalinligi,

$\lambda_{cm} = 45,2 Bm / (M \cdot K)$ - pulatning issiklik utkazuvchanlik koeffitsienti,

α_2 - suv bugiga truba devorining issiklik berish koeffitsienti $Bm / (M^2 \cdot K)$.

Tutun gazlari tomonidan issiklik berish koeffitsienti quyidagi formula bilan topiladi:

$\alpha_1 = 1.1(\alpha_k + \alpha_n)$. Bu erda: α_k - gazlarning trubaga konvektsiya yordamida issiklik berish koeffitsienti. $Vt/(m^2K)$.

α_n - uch atomli gazlarning nurlanishi yordamidagi issiklik berish koeffitsienti, $Vt/(m^2K)$.

α_k koeffitsienti quyidagi formula yordamida topamiz:

$$\alpha_k = c\beta \frac{\lambda_r}{d_H} Re^{0,6} \cdot P_r^{1/3}.$$

Bu erda: $s=0,26$;

$$\beta = 1;$$

λ_r - tutun gazlarining issiklik utkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m K)$.

Tutun gazlari utishi uchun erkin kesim yuzasi topiladi:

$$f_r = (\epsilon_k - n_1 d_H) l_{TP} = [(n_1 - 1)S_1 + 3d_H - n_1 d_H] l_{TP} = [(21 - 1) \cdot 0,086 + 3 \cdot 0,057 - 21 \cdot 0,057] \cdot 2,5 = 1,735 M^2$$

Eng kichik kesim yuzasida tutun gazlarining tugri chizikli tezligini aniklaymiz:

$$\omega = \frac{B \Sigma g_i T_{cp}}{3600 \cdot f_r \cdot 273}.$$

$$\omega = \frac{236 \cdot 15,95 \cdot 747}{3600 \cdot 1,735 \cdot 273} = 1,65 M / c.$$

Re va Rr kriteriyalarini tutun gazlari uchun xisoblashda $T_{sr}=747K$ da knematik kovushkokligini, zichligini, issiklik sigimini va issiklik utkazuvchanlik koeffitsientini xisoblash kerak.

Dinamik kovushkoklik koeffitsientini quyidagi formula yordamida topamiz:

$$\frac{M_r}{\mu_r} = \Sigma \frac{x'_i M_i}{\mu_i}. \text{ Bu erda: } M_r, \mu_r - \text{ tutun gazlarning molekulyar massasi va dinamik}$$

kovushkokligi;

M_i - tutun gazlari tarkibidagi komponentlar molekulyar massasi;

μ_i - tutun gazlari tarkibidagi komponentlarning dinamik kovushkokligi.

$$\mu_r = \frac{M_r}{\Sigma \frac{x'_i M_i}{\mu_i}} = \frac{27,77}{871,9 \cdot 10^3} = 31,9 \cdot 10^{-6} Pa \cdot c.$$

Tutun gazlari zichligi:

$$\rho_r = \frac{M_r}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_{cp}} = \frac{27,77 \cdot 273}{22,4 \cdot 247} = 0,452 Kz / M^3.$$

Tutun gazlarining knematik kovushkokligi.

$$g_r = \frac{\mu_r}{\rho_e} = \frac{31,9 \cdot 10^{-6}}{0,452} = 70,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{c}.$$

Tutun gazlarining issiklik utkazuvchanlik koeffitsienti.

$$\lambda_r = 0,0548 \text{ Bm} / (\text{m} \cdot \kappa).$$

Tutun gazlarining issiklik sigimi: $S_r = 1,24 \text{ kJ} / (\text{kg K})$.

Kriteriylarning qiymatini topamiz.

$$\text{Re} = \frac{\omega d_H}{\nu_r} = \frac{1,65 \cdot 0,057}{70,5 \cdot 10^{-6}} = 1335.$$

$$P_r = \frac{\nu_r \cdot c_r \cdot \rho_r}{\lambda_r} = \frac{70,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,24 \cdot 0,452 \cdot 10^3}{0,0548} = 0,72.$$

$$\alpha_\kappa = 0,26 \cdot 1 \frac{0,0548}{0,057} \cdot 1335^{0,6} \cdot 0,72^{1/3} = 17 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \kappa).$$

Nelson formulasi yordamida uch atomli gazlarning nurlanishidan issiklik berish koeffitsientini topamiz:

$$\alpha_\lambda = 0,025 T_{cp} - 9,3 = 0,025 \cdot 747 - 9,3 = 9,3 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \kappa).$$

$$\text{Unda: } \alpha_1 = 1,1(17 + 9,3) = 29 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \kappa).$$

Suv bugiga truba devori tomonidan berilayotgan issiklik berish koeffitsienti kuyidagi formula yordamida topiladi.

$$\alpha_2 = (3,24 + \frac{0,35 T_z}{100}) \frac{\omega_0^{0,75}}{d_g^{0,25}}. \text{ Bu erda: } T_z - \text{ suv bugining urtacha temperaturasi.}$$

$$T_z = \frac{T_s + T_{nap}}{2} = \frac{393 + 513}{2} = 453 \text{ K}.$$

ω_0 - bugning chizikli tezligi m/s (273K da va $0,1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$).

d_v - bugli isitgichning ichki diametri 0,05m.

21 ta parallel trubadagi bugning chizikli tezligi kuyidagiga teng:

$$\omega_0 = \frac{4V_{cek}}{\pi d_6^2 n_1}$$

$$V_{cek} = \frac{1850 \cdot 22,4}{3600 \cdot 18} = 0,655 \text{ m}^3 / \text{c}.$$

YHda :

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot 0,655}{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 21} = 16 \text{ m} / \text{c}.$$

Biz aniklagan qiymatlarni issiklik berish koeffitsienti formulasiga kuyib, kuyidagi natijani olamiz:

$$\alpha_2 = (3,24 + \frac{0,35 \cdot 453}{100}) \cdot \frac{16^{0,75}}{0,05^{0,25}} = 84,3 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \kappa).$$

Bugli isitgichning issiklik almashinish koeffitsienti kuyidagiga teng:

$$R_n = \frac{1}{\frac{1}{29} + \frac{0,0035}{45,2} + \frac{1}{84,3}} = 21,5 Bm / (M^2 \cdot K) .$$

Bugli isitgichdagi urtacha temperaturalar farkini topamiz.

Issiklik almashinish kuyidagi sxema asosida boradi.

$$T_n = 820K \rightarrow T_{yx} = 673K.$$

$$T_{nap} = 513K \leftarrow T_s = 393K.$$

$$\Delta T_{maks} = T_n - T_{nap} = 820 - 513 = 307K.$$

$$\Delta T_{min} = T_{yx} - T_s = 673 - 393 = 280K.$$

$\frac{\Delta T_{maks}}{\Delta T_{min}} \leq 2$ da urtacha temperaturalar farki kuyidagi formula asosida topiladi:

$$\Delta T_{cp} = \frac{\Delta T_{maks} + \Delta T_{min}}{2} = \frac{307 + 280}{2} = 294K .$$

Bugli isitgichning isitish yuzasi:

$$F_n = \frac{180700}{21,5 \cdot 294} = 28,7 M^2 .$$

Bugli isitgichdagi trubalar soni:

$$N_n = \frac{F_n}{\pi d_H l_{TP}} = \frac{28,7}{3,14 \cdot 0,057 \cdot 2,5} = 64 .$$

Gorizontal katorlarning soni:

$$m = \frac{N_n}{n_1} = \frac{64}{21} = 3 .$$

Pechning yonish kismida nurlanish yordamida issiklik almashinishni xisoblash.

Belonok usuli buyicha xisoblash olib boramiz. Trubalarning effektiv nur kabul kilish yuzasini topamiz.

$$H_n = \kappa \cdot H_{n,l} .$$

Bu erda: κ - forma faktorii 0,88 ga teng.

N_{pl} - stilindrik yuza.

$$H_{n,l} = \pi (D_0 + d_H) l_{TP} = 3,14 (3,88 + 0,102) \cdot 9 = 113 M^2 .$$

Unda:

$$H_n = 0,88 \cdot 113 = 99,44 M^2 .$$

Radiation kameraning nurlanishni kabul kilmaydigan yuzasini topamiz:

$$F_1 = \Sigma F_i - H_n = 133 - 99,44 = 33,56 M^2 .$$

Ekvivalent absolyut kora yuzani aniklaymiz:

$$H_s = \frac{E_v}{\psi(T)} (E_H H_n + \gamma E_F F) .$$

Bu erda: E_v - yutuvchi muxitning koraligi;

$\psi(T)$ - pechning yonish kismida temperaturaning taksimlanish funkstiyasi;

E_N - ekran yuzasining karaligi (0,9);

E_F - radiation kameraning koraligi (0,9);

γ - koefistient kuyidagi formula orkali topiladi:

$$\gamma = \frac{1}{1 + \frac{E_V}{1 - E_V} \cdot \frac{1}{E_H \cdot \rho}};$$

$$\rho = \frac{H_n}{\Sigma F_i} = \frac{99,44}{133} = 0,75.$$

Yutuvchi muxitning koraligini kuyidagi formula yordamida topamiz:

$$E_V \approx \frac{2}{1 + 2,15\alpha} = \frac{2}{1 + 2,15 \cdot 1,1} \approx 0,59.$$

$\alpha = 1,1$ ortikcha xavo koefistienti.

$$\text{Unda: } \gamma = \frac{1}{1 + \frac{0,59}{1 - 0,59} \cdot \frac{1}{0,9 \cdot 0,75}} = 0,32.$$

E_N va E_F bir xil bulganliklari uchun

$$H_s = \frac{E_V \cdot E_H}{\psi(T)} (H_n + \gamma F).$$

Belonok buyicha:

$$\frac{E_V E_H}{\psi(T)} = 0,22 + \frac{0,33}{\alpha} = 0,22 + \frac{0,33}{1,1} = 0,52.$$

Urniga kuyib:

$$H_s = 0,52(99,44 + 0,32 \cdot 33,56) = 57 \text{ M}^2.$$

Gazlarning erkin konvekstiyada ekran trubalariga issiklik berish koefistientini aniklaymiz:

$$\alpha_k = 2,14 \sqrt{T_n - Q}.$$

Bu erda: Q - erkin trubalarining tashki yuzasi temperaturasi. 35K.

$$Q = \frac{T_1 + T_2}{2} + 35 = \frac{438 + 503}{2} + 35 = 506 \text{ K}$$

$$\alpha_k = 2,14 \sqrt{820 - 506} = 8,9 \text{ Bm} / (\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

Pechning yonish kismini muridan chikayotgan gazlarning xaroratini tekshiramiz:

$$\Delta T = \frac{\alpha_k H_p (T_{\text{maks}} - Q) - 10^{-8} Q^4 H_s C_s}{B \Sigma M C_p + \alpha_k H_p}.$$

Bu erda: T_{maks} -yonish jarayonining maksimal xarorati $T_{\text{maks}}=2053\text{K}$; $S_s=5,77\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$\Sigma M C_p$ - tutun gazlarining 820 K dagi umumiy issiklik sigimi. U kuyidagicha aniklanadi:

$$\Sigma MCp = \frac{qT_n}{T_n - 273} = \frac{12600}{820 - 273} = 23 \text{ } \kappa\mathcal{K} / (\kappa\mathcal{Z} \cdot \kappa) .$$

$$\Delta T = \frac{8,9 \cdot 168(2053 - 506) - 10^{-8} \cdot 503^4 \cdot 57 \cdot 5,77}{\frac{236 \cdot 23}{3,6} + 8,9 \cdot 168} = 775K.$$

$$X = \frac{10C_s H_s}{B\Sigma mCp + \alpha_k Hp} \left(\frac{T_{\text{макс}} - \Delta T}{1000} \right)^3 = \frac{10 \cdot 5,77 \cdot 57}{\frac{236 \cdot 23}{3,6} + 8,9 \cdot 168} \left(\frac{2053 - 775}{1000} \right)^3 = 2,33$$

$$\beta_s = 0,628$$

Belonok formulasiga kura radiastiya kamerasidan chikayotgan tutun gazlari xaroratini aniklaymiz:

$$T_n = \beta_s (T_{\text{макс}} - \Delta T) = 628(2053 - 775) = 805K .$$

3.7.Devori nurlanuvchan utxonali trubali pechni xisoblash

Boshlangich shartlar: xom-ashyo sarfi $G=1900 \text{ t/sut}$;

Xom-ashyo boshlangich va oxirgi temperaturalari mos ravishda $T_1 = 453 \text{ K}$ va $T_2 = 623 \text{ K}$.

Xom-ashyo zichligi (293 K temperaturada) $\rho_{293} = 900 \kappa\mathcal{Z} / \mathcal{M}^3$.

623 K temperatura va $\pi = 196 \cdot 10^3 \text{ Па}$ bosimda xaydalgan xom-ashyo massaviy xissasi $e=0,6$.

Xaydalgan maxsulotning 293 K dagi zichligi $\rho_{293} = 875 \kappa\mathcal{Z} / \mathcal{M}^3$.

Bir marta buglatilgan koldik zichligi $\rho_{293} = 950 \kappa\mathcal{Z} / \mathcal{M}^3$.

Yokilgi tarkibi: SN_4 - 98%, S_2N_6 - 0,3%, S_3N_8 - 0,2%, $\text{N-S}_4\text{N}_{10}$ -0,1%, SO_2 -0,3%, N_2 -1,1%, gaz zichligi $0,730 \text{ kg/m}^3$.

Xisoblash:

1. Yonish jarayonini xisoblash. Yokilgining kuyi yonish issikligini xisoblaymiz.

$$Q_p^H = 360,33 \cdot CH_4 + 590,4 \cdot C_2H_4 + 631,8 \cdot C_2H_6 + 868,8 \cdot C_3H_6 + 913,8 \cdot C_3H_8 + 1092,81 \cdot$$

$$\text{Izo- } C_4H_{10} + 1195 \cdot H - C_4H_{10} + 1146 \cdot C_4H_8 + 1460,22 \cdot C_5H_{12} + 251,2H_2$$

Bu erda: SN_4 , S_2N_4 – yokilgi tarkibida mos komponentlar mikdori.

$$Q_p^H = (360,33 \cdot 98 + 631,8 \cdot 0,3 + 913,8 \cdot 0,2 + 1195 \cdot 0,1) = 35800 \kappa\mathcal{K} / \mathcal{M}^3 \ddot{e}ku$$

$$Q_p^H = \frac{35800}{0,730} = 49040 \kappa\mathcal{K} / \kappa\mathcal{Z}$$

Yokilgi tarkibini massaviy foizlarda xisoblaymiz.

Xisoblash natijalari jadvalda keltirilgan:

Kom po-	Molekul yar ogirligi	Molekul yar	Mi · qi	Massaviy %
------------	-------------------------	----------------	------------	---------------

nentlar	M_i	ulushi chi		$g_i = \frac{M_i \cdot u_i}{\sum M_i \cdot u_i} \cdot 100$
SN ₄	16	0,980	15,68 0	95,84
S ₂ N ₆	30	0,003	0,090	0,55
S ₃ N ₈	44	0,002	0,088	0,54
N- S ₄ N ₁₀	58	0,001	0,058	0,35
SO ₂	44	0,003	0,132	0,84
N ₂	28	0,011	0,308	1,88
Σ	-	1,000	$M_u \approx 16,36$	100,0

Yokilgi elementar tarkibini massaviy foizlarda aniklaymiz.

Ixtiyoriy i – komponentdagi uglerod mikdori:

$$C_i = \frac{g_i \cdot 12ni}{M_i}$$

Bu erda: p_i - berilgan komponentdagi uglerod atomlari soni Uglerod mikdori:

$$C = \sum_{CH_4}^{CO_2} C_i = \sum_{CH_4}^{CO_2} \frac{g_i \cdot 12ni}{M_i} = \frac{95,84 \cdot 12,1}{16} + \frac{0,55 \cdot 12 \cdot 2}{30} + \frac{0,54 \cdot 12 \cdot 3}{44} + \frac{0,35 \cdot 12 \cdot 4}{58} + \frac{0,84 \cdot 12 \cdot 1}{44} = 73,3_{mass\%}$$

Vodorod mikdori:

$$H = \sum_{CH_4}^{H \cdot C_4H_{10}} H_i = \sum_{CH_4}^{H \cdot C_4H_{10}} \frac{g_i \cdot m_i}{M_i} = \frac{95,84 \cdot 4}{16} + \frac{0,55 \cdot 6}{30} + \frac{0,54 \cdot 8}{44} + \frac{0,35 \cdot 10}{58} = 24,23_{mass\%}$$

Bu erda:

m_i- berilgan komponentdagi vodorod atomlari soni.

Kislorod mikdori:

$$O_2 = \frac{g_{CO_2} \cdot 16P}{M_{CO_2}} = \frac{0,84 \cdot 16 \cdot 2}{44} = 0,61_{mass\%}$$

Bu erda R-SO₂ molekulasida kislorod atomlari soni.

Azot mikdori:

$$N = \frac{g_{N_2} \cdot 14n}{M_{N_2}} = \frac{1,88 \cdot 14 \cdot 2}{28} = 1,88_{mass\%}$$

Bu erda p- molekuladagi azot atomlari soni.

Tekshirish:

$$C + H + O + N = 73,3 + 24,23 + 0,61 + 1,88 = 100_{mass\%}$$

1 kg gazni yokish uchun zarur xavoning nazariy sarfi.

$$L_0 = \frac{0,0267C + 0,08H + 0,01(5 - O)}{0,23} = \frac{0,0267 \cdot 73,3 + 0,08 \cdot 24,23 + 0,01(0 - 0,61)}{0,23} = 16,94_{kg / kg}$$

Bu tipdagi pechlar uchun xavo zaxira koefitsienti –

$$\alpha = 1,03 \div 1,07.$$

$$\alpha = 1,06$$

deb kabul kilamiz. Unda xavoning xakikiy sarfi:

$$L_x = \alpha \cdot L_0 = 1,06 \cdot 16,94 = 17,96 \text{ kJ} / \text{kJ} \text{ yoki}$$

$$\frac{L_x}{\rho_x} = \frac{17,96}{1,293} = 13,89 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

1 kg yokilgi yonish maxsulotlari mikdori:

$$m_{\text{CO}_2} = 0,0367C = 0,0367 \cdot 73,3 = 2,69 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,09H = 0,09 \cdot 24,23 = 2,18 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

$$m_{\text{O}_2} = 0,23L_0(\alpha - 1) = 0,23 \cdot 16,94(1,06 - 1) = 0,23 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

$$m_{\text{N}_2} = 0,77L_0 \cdot \alpha + 0,01N = 0,77 \cdot 16,94 \cdot 1,06 + 0,01 \cdot 1,88 = 13,84 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

Yonish maxsulotlari umumiy mikdori

$$\Sigma_{mi} = 2,69 + 2,18 + 0,23 + 13,84 = 18,94 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

Tekshirish:

$$\Sigma_{mi} = 1 + \alpha L_0 = 1 + 1,06 \cdot 16,94 = 18,95 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

Yonish maxsulotlari xajmiy mikdorini aniklaymiz.

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2} \cdot 22,4}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{2,69 \cdot 22,4}{44} = 1,37 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 22,4}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{2,18 \cdot 22,4}{18} = 2,71 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

$$V_{\text{O}_2} = \frac{m_{\text{O}_2} \cdot 22,4}{M_{\text{O}_2}} = \frac{0,23 \cdot 22,4}{32} = 0,16 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

$$V_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{N}_2} \cdot 22,4}{M_{\text{N}_2}} = \frac{13,84 \cdot 22,4}{28} = 11,07 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

Yonish maxsulotlarining umumiy xajmi:

$$\Sigma_{vi} = 1,37 + 2,71 + 0,16 + 11,07 = 15,31 \text{ m}^3 / \text{kJ}$$

Yonish maxsulotlarining zichligi:

$$\rho_0 = \frac{\Sigma m_i}{\Sigma V_i} = \frac{18,95}{15,31} = 1,24 \text{ kJ} / \text{m}^3;$$

Turli temperaturalarda 1 kg yokilgiga tugri keluvchi yonish maxsulotlari entalpiyasini aniklaymiz.

$$q_T = (T - 273)(m_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{O}_2} + m_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{N}_2})$$

Bu erda: T- yonish maxsulotlari temperaturasi;

$C_{\text{CO}_2}, C_{\text{H}_2\text{O}}, C_{\text{O}_2}, C_{\text{N}_2}$ - yonish maxsulotlari urtacha massaviy yonish issikliklari, (jadvaldan olinadi).

Misol uchun q_{500} ni aniklaymiz.

$$q_{500} = (500 - 273)(2,69 \cdot 0,9207 + 2,18 \cdot 1,9004 + 0,23 \cdot 0,9391 + 13,84 \cdot 1,0362) = 4807 \text{ kJ} / \text{kJ}$$

Xisoblash natijalari jadavalda keltirilgan

T.	27	30	50	70	11	15	19
K	3	0	0	0	00	00	00
$q_{T1K} \text{ KJ} / \text{K}^2$	0	56	48	92	18	29	40
		1	07	60	837	070	048

2. Pechning f.i.k. i ,uning issiklik yuklamasi va yokilgi sarfi.

Pech f.i.k.i kuyidagi formuladan aniklanadi:

$$\eta = 1 - \left(\frac{q_{uyk}}{Q_P^H} + \frac{q_{kem}}{Q_P^H} \right)$$

Bu erda: $\frac{q_{uyk}}{Q_P^H}$ - atrof-muxitga yukotiladigan issiklik mikdori.

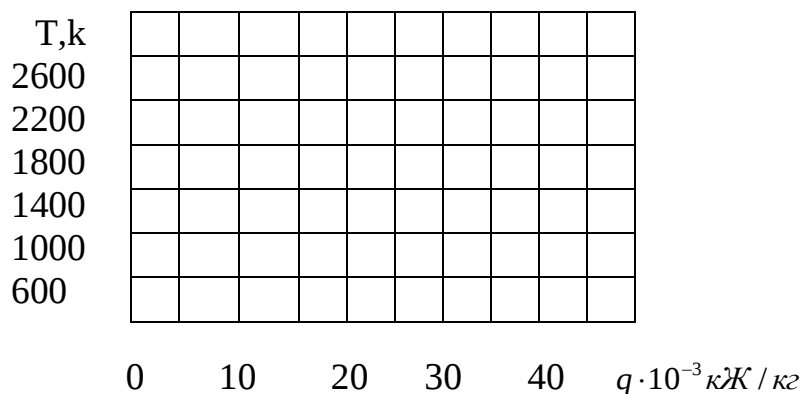
$\frac{q_{kem}}{Q_P^H}$ - tutun gazlari bilan yukotiladigan issiklik mikdori;

$\frac{q_{uyk}}{Q_P^H} = 0,06$ deb kabul kilamiz. Tutun gazlarining konvekstion kameradan chikishdagi temperaturasi, xom-ashyoning pechga kirishdagi temperaturasi T_1 dan 120 K ga yukori.

$$T_{chik} = T_1 + \Delta T = 453 + 120 = 573K$$

$$T_{chik} = 573K$$

da q-T grafigidan tutun gazlari bilan yukotiladigan issiklik mikdorini aniklaymiz.



Temperatura –entalpiya bogliklik grafigi

$q_2 = 7000 \text{ KJ} / \text{K}^2$ yoki yokilgining kuyi yonish issikligiga nisbatan ulushlari.

$$\frac{q_2}{Q_P^H} = \frac{7000}{49040} = 0,143$$

Foydali ish koeffistienti:

$$\eta = 1 - (0,06 + 0,143) = 0,797$$

Pechning tulik issiklik yuklamasi:

$$Q_T = \frac{Q_\phi}{\eta}$$

Q_f – foydali issiklik miqdori.

$$Q_\phi = G[eq_{T_2}^\delta + (1-e)q_{T_2}^c - q_{T_1}^c]$$

Bu erda G - pechning xom-ashyo buyicha ish unumdorligi, kg/s.

$E=0,6$ – $T_2=623$ K da xom-ashyoning pechdan chikishdagi xaydalgan ulushi;

$q_{T_2}^\delta, q_{T_2}^c$ - pechdan chikayotgan maxsulotning bug xamda suyuq fazasi entalpiyalari ($T_2=623$ K da).

$q_{T_1}^c - T_1 = 423$ K da xom-ashyoning pechgga kirishdagi entalpiyasi.

Suyuq neft maxsulotlari va neft buglarining entalpiyalari jadvalidan, benzinsiz neft, xaydalgan maxsulot va koldikning zichliklarini bilgan xolda aniklaymiz:

$$q_{T_1}^c = q_{453}^c = 378 \text{ kJ} / \text{kg};$$

$$q_{T_2}^c = q_{623}^c = 819 \text{ kJ} / \text{kg};$$

$$q_{T_2}^\delta = q_{623}^\delta = 1070 \text{ kJ} / \text{kg};$$

Unda:

$$Q_\phi = \frac{1900 \cdot 1000}{24} [0,6 \cdot 1070 + (1 - 0,6) \cdot 819 - 378] = 46,87 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{c}$$

$$Q_T = \frac{46,87 \cdot 10^6}{0,797} = 58,6 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{c}$$

Bir soatda yokilgi sarfi:

$$B = \frac{Q_\phi}{Q_p^H \cdot \eta} = \frac{46,87 \cdot 10^6}{49040 \cdot 0,797} = 1200 \text{ kg} / \text{c} \text{ yoki}$$

$$B' = \frac{B}{\rho_2} = \frac{1200}{0,730} = 1644 \text{ m}^3 / \text{c}$$

Radiant trubalar isitish yuzasi va radiastiya kamerasi ulchamlarini xisoblash

Radiant trubalar isitish yuzasi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$H_p = \frac{Q_p}{q_p}$$

Bu erda: Q_p - radiastiya kamerasida xom-ashyo beriladigan issiklik miqdori;

q_p - radiant trubalar issiklik yuklamasi.

Issiklik balansi tenglamasidan:

$$Q_p = (Q_p^H \cdot \eta_T - q_{Tn})B$$

Bu erda: η_T - utxona foydali ish koeffitsienti.

q_{Tn} - radiastiya kamerasidan chikishda tutun gazlari entalpiyasi.

$T_n = 1023$ K deb kabul kilib, q-T grafigidan aniklaymiz

$$q_{Tn} = q_{1023} = 17000 \text{ kJ} / \text{kg} \text{ yokilgi.}$$

Oldin kabul kilingan issiklik yukotilishi 6%, shu jumladan 4% i utxonada yukotilsin.

$$\eta_T = 1 - 0,04 = 0,96 \text{ va}$$

$$Q_P = (49040 \cdot 0,96 - 17000) \cdot 1200 = 36,1 \cdot 10^6 \text{ kJ/s} = 10030 \text{ kVt}$$

Radiant trubalar issiklik yuklamasini $q_p = 67 \text{ kVt/m}^2$ deb kabul kilamiz.

Shunday kilib, radiant trubalar yuzasi:

$$H_P = \frac{10030}{67} = 150 \text{ m}^2$$

Xom-ashyoning radiant trubalarga kirishdagi temperaturasi aniklaymiz.

Trubalardagi neft entalpiyasi $q_{T_k}^c$ ni aniklaymiz.

$$Q_P = G [eq_{T_2}^n + (1-e)q_{T_2}^c - q_{T_k}^c]$$

Demak,

$$q_{T_k}^c = eq_{T_2}^n + (1-e)q_{T_2}^c - \frac{Q_P}{G} = 0,6 \cdot 1070 + (1-0,6) \cdot 819 \cdot \frac{36,1 \cdot 10^6}{79166} = 514 \text{ kJ / kg}$$

Entalpiyalar jadvali buyicha $T_k = 507 \text{ K}$ ligini aniklaymiz.

127×8 ulchamli foydali uzunligi $l_{mp} = 9,5 \text{ m}$ bulgan truba tanlaymiz. Radiant trubalar soni:

$$N_P = \frac{H_P}{\pi d_H \cdot l_{TP}} = \frac{150}{3,14 \cdot 0,127 \cdot 9,5} = 40$$

Ikki katorli ekranli ikki tomonlama nurlanuvchi alangasiz yonadigan, trubalari shaxmat tartibida gorizontal joylashuvchi va 2 ta pastki konveksion sekstiyali pech tanlaymiz. Ekran trubalari joylashuv kadamini $S = 0,025 \text{ m}$ ga teng deb kabul kilamiz. U xolda vertikal trubalar katorlari orasidagi masofa:

$$S_1 = \frac{S\sqrt{3}}{2} = \frac{0,25 \cdot 1,73}{2} = 0,215 \text{ m}$$

Nurlanuvchi devordan trubali ekrangacha bulgan masofa $0,6 \div 1,0 \text{ m}$ bulishi lozim. $d_T = 1$ deb kabul kilamiz.

Xar bir vertikal katorda 17 tadan truba joylashadi. U xolda radiant kamera balandligi:

$$h_T = (N'_P - 1)S + 0,5S + 2l_T$$

N'_P - bir vertikal katordagi trubalar soni;

$l_T = 0,25 \text{ m}$ - eng ustki va ostki trubalardan pol va shipgacha bulgan masofa.

$$h_T = (17 - 1) \cdot 0,25 + 0,5 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 = 4,63 \text{ m}$$

Radiant kamera kengligi:

$$e_T = 2a_1 + S_1 = 2 \cdot 1 + 0,215 = 2,215 \text{ m}$$

Shipda radiant kamera 2 tomonidan 3 tadan truba joylashtiramiz.

Radiastiya kamerasi xajmi:

$$V_T = e_T \cdot h_T \cdot l_T = 2,215 \cdot 4,63 \cdot 9,5 = 97,4 \text{ m}^3$$

Pech utxonasi issiklik yuklamasi:

$$q_v = \frac{Q_T}{V_T} = \frac{16300}{97,4} = 167,4 \text{ kJ/m}^3$$

GBP ga tipidagi issiklik unumdorligi $q_r = 69,78 \text{ kJ/m}^3$ ga teng gorelka tanlaymiz.
Gorelkalar soni:

$$q_v = \frac{Q_T}{q_r} = \frac{16300}{69,78} = 233$$

Gorelkalar soni:

$$q_v = \frac{Q}{q_r} = \frac{16300}{69,78} = 233$$

Xar bir nurlanuvchi devorga 114 tadan garelka, nurlanuvchi devor 19 ta, balandligi buyicha 6 ta gorelka joylashtiramiz. Gorelka ulchami $0,5 \times 0,5$ bulganligi uchun, xar bir nurlanuvchi devor yuzasi:

$$R = (19 \cdot 0,5)(6 \cdot 0,5) = 28,5 \text{ m}^2$$

Ikki nurlanuvchi devor yuzasi:

$$H_{SR} = 2R = 2 \cdot 28,5 = 57 \text{ m}^2$$

Pechning konvektiv isitish yuzasini xisoblash.

Konvekstion trubalar yuzasi kuyidagi formuladan xisoblanadi:

$$H_{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}}{R_1 \cdot \Delta T_{yp}}$$

Bu erda: Q_{κ} – xom-ashyoga konvekstion trubalar orkali beriladigan issiklik mikdori.

K_1 - issiklik uzatish koeffistienti;

ΔT_{yp} - urtacha temperaturalar farki.

Konvekstion trubalarda xom-ashyoga beriladigan issiklik mikdori:

$$Q_{\kappa} = Q_{op} - Q_p = 13020 - 10030 = 2990 \text{ kJ/m}^3$$

Issiklik uzatish koeffistienti:

$$k_1 \approx 1,1(\alpha_1 + \alpha_4)$$

α_1 - tutun gazlardan trubalarga issiklik berish koeffistienti;

α_H - uch atomli gazlarning nurlanish issiklik berish koeffistienti.

$$\alpha_1 = c\beta \frac{\lambda_q}{d_H} \cdot \text{Re}^{0,6} \cdot \text{Pr}^{1/3}$$

$s=0,33$ - shaxmat tartibidagi trubalar uchun doimiy son.

$\beta = 1$ - trubalar katori soniga boglik doimiy.

λ_q - tutun gazlarining issiklik utkazuvchanlik koeffistienti.

Re va R_{ch} kriteriyalari tutun gazlari urtacha temperaturasi buyicha aniklanadi. Gaz tezligi eng tor joy uchun aniklanadi.

Konvekstiya kamerasida foydali uzunligi $l_{TP} = 9,5m$, tashki diametri $d_H = 102$ mm devor kalnligi 6 mm li trubalar urnatiladi. Xar bir kamerada xom-ashyo bir okimi uchun zmeevik urnatiladi. Uning 1 gorizonta katorida shaxmat tartibida 4 tadan truba urnatiladi.

(kadami $S=172$ mm)

Gaz utadigan eng tor yulak kesimini xisoblaymiz.

$$f_q = (\epsilon_k - n_1 d_H) l_{TP} = [(n_1 - 1) \cdot S + 3d_H - n_1 d_H] l_{TP} =$$

$$= [(4 - 1) \cdot 0,172 + 3 \cdot 0,102 - 4 \cdot 0,102] \cdot 9,5 = 3,93m^2$$

Shu kesimda gaz tezligi:

$$\omega = \frac{B \Sigma V_i T_{yp}}{m \cdot 3600 \cdot f_q \cdot 273}$$

Bu erda: $T_{yp} = 0,5(T_n + T_u) = 0,5(1023 + 573) = 798K$ - tutun gazlari urtacha temperaturasi.

$M=2$ - parallel ishlovchi kameralar soni.

$$\omega = \frac{1200 \cdot 15,31 \cdot 798}{2 \cdot 3600 \cdot 3,93 \cdot 273} = 1,8m/c$$

Re va R_{ch} kriteriyalarini aniklash uchun $T_{yp} = 525K$ da tutun gazlari zichligi, kovushkokligi, issiklik sigimi, issiklik utkazuvchanlik koefhistientlarini xisoblash lozim.

Dinamik kovushkoklik koefhistienti:

$$\frac{M_u}{\mu_u} = \Sigma \frac{X'_i M_i}{\mu_i}$$

Bu erda: M_{ch}, μ_u - tutun gazlar molekulyar ogirligi va dinamik kovushkoklik koefhistienti;

M_i - tutun gazlari komponentlari molekulyar ogirliklari;

μ_i - tutun gazlari komponentlari dinamik kovushkoklik koefhistienti;

X'_i - aralashmadagi tutun gazlari komponentlari xajmiy ulushlari.

Tutungazlari komponentlari	M_i	$M_i; kg$ Yokilgi	x_i	V_i	x'_i
CO ₂	44	2,69	0, 142	1,37	0,0 896
H ₂ O	18	2,18	0, 115	1,71	0,1 77
O ₂	32	0,23	0, 012	0,16	0,0 104
N ₂	28	13,84	0, 731	11,0 7	0,7 23
Jami:	-	18,94	1,	15,3	1,0

			0	1	
--	--	--	---	---	--

$$\mu_q = \frac{M_q}{\sum \frac{x'_i \cdot M_i}{\mu_i}} = \frac{27,7}{771,4 \cdot 10^3} = 3,58 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{c}$$

Tutun gazlari zichligi:

$$\rho_q = \frac{M_q}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_{yp}} = \frac{27,7}{22,4} \cdot \frac{273}{798} = 0,422 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Knematik kovushkoklik koeffisienti:

$$\nu_q = \frac{\mu_q}{\rho_q} = \frac{3,58 \cdot 10^{-5}}{0,422} = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{c}$$

Tutun gazlari issiklik utkazuvchanlik koeffisienti:

$$\lambda_2 = \sum x'_i \cdot \lambda_i$$

Bu erda λ_i - komponentlar issiklik utkazuvchanlik koeffisienti jadvaldan aniklanadi.(8,430 b)

$$\lambda_2 = 0,067 \text{ Bm} / (\text{m} \cdot \text{K})$$

Tutun gazlari issiklik sigimi:

$$C_q = \sum C_i X_i$$

C_i - komponentlar issiklik sigimi (8,130 b)

$$C_q = 1,23$$

$M_i X'_i$	$\mu_i \cdot 10^3$	$\frac{M_i X'_i}{\mu_i} \cdot 10^{-3}$	λ_i	$\lambda_i \cdot X'_i$	S_i	$c_i x_i$
3,95	0,04	96	0,05	0,00	1,16	0,16
1			7	51		5
3,17	0,02	118	0,07	0,01	2,15	2,24
7			2	27		7
0,33	0,04	7,4	0,06	0,00	1,05	0,01
5			3	066		3
20,2	0,03	550	0,05	0,04	1,12	0,82
7			7	12		1
M_{ch} =27,7	-	771,4	-	$\lambda_q = 0,067$	-	$S_{ch} =$ 1,23

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_n}{\nu_e} = \frac{1,8 \cdot 0,102}{8,5 \cdot 10^{-5}} = 2150$$

$$P_q = \frac{\nu_q \cdot C_q \cdot \rho_q}{\lambda_q} = \frac{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1,23 \cdot 0,422 \cdot 10^3}{0,067} = 0,66$$

$$\alpha_1 = 0,33 \cdot 1 \frac{0,067}{0,102} \cdot 2150^{0,6} \cdot 0,66^{1/3} = 18 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Uch atomli gazlar nurlanish issiklik berish koeffitsienti.

$$\alpha_H = \alpha_{CO_2} + \alpha_{H_2O}$$

$\alpha_{CO_2}, \alpha_{H_2O}$ - tutun gazlar urtacha temperaturasi, uch atomli gazlar yutilish kuchi va devor temperaturalariga bog'liq xolda (5,478) nomogrammadan aniqlanadi. Buning uchun dastlab tutun gazlar urta logarifmik temperaturasi aniqlanadi.

$$T'_{yp} = \frac{T_n - T_q}{2,3 \lg \frac{T_n}{T_q}} = \frac{1023 - 573}{2,3 \lg \frac{1023}{573}} = 773K$$

Gaz katlami urtacha samarali kalinligi (5,479) formuladan aniqlanadi.

$$l = 1,87(S + S_1) - 4,1d_T$$

Bu erda: S_1 – truba katorlari orasidagi masofa.

Trubalar shaxmat tartibida joylashganligi uchun:

$$S_1 = \frac{S\sqrt{3}}{2} = \frac{172\sqrt{3}}{2} = 148mm$$

$$l = 1,87(0,172 + 0,148) - 4,1 \cdot 0,102 = 0,192m$$

SO₂ ning pech ichidagi parstial bosimi:

$$P_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{\Sigma V_i} \cdot \pi = \frac{1,37}{15,31} \cdot 0,1 \cdot 10^6 = 8,95 \cdot 10^3 Pa$$

Suv buglaridan parstial bosimi:

$$P_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{\Sigma V_i} \cdot \pi = \frac{2,71}{15,31} \cdot 0,1 \cdot 10^6 = 17,8 \cdot 10^3 Pa$$

Gaz katlamida SO₂ va N₂O ning yutish kuchi.

$$(Pl)_{CO_2} = P_{CO_2} \cdot l = 8,95 \cdot 10^3 \cdot 0,192 = 1,72 \cdot 10^3 Pa \cdot m$$

$$(Pl)_{H_2O} = P_{H_2O} \cdot l = 17,8 \cdot 10^3 \cdot 0,192 = 3,41 \cdot 10^3 Pa$$

Konveksion trubalar devori temperaturasini xom-ashyo urtacha temperaturasining 35 K yukori kabul kilamiz.

$$Q_g = \frac{T_1 + T_K}{2} + 35 = \frac{453 + 507}{2} + 35 = 515K$$

(5,478b) nomogramma buyicha:

$$\alpha_{CO_2} = 4,65 Bm / (m^2 \cdot K)$$

$$\alpha_{H_2O} = 6,98 Bm / (m^2 \cdot K)$$

U xolda:

$$\alpha_H = 4,65 + 6,98 = 11,63 Bm / (m^2 \cdot K)$$

Umumiy issiklik uzatish koeffitsienti:

$$k_1 = 1,1(18 + 11,63) = 32,6 Bm / (m^2 \cdot K)$$

Grasgof formulasi buyicha urtacha temperaturalar farki aniqlanadi.

$$\Delta T_{yp} = \frac{\Delta T_{max} - \Delta T_{min}}{2,3 \lg \frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}}}$$

Bu erda:

$$\begin{aligned}\Delta T_{\text{max}} &= T_n - T_k; \\ \Delta T_{\text{min}} &= T_q - T_1; \\ \Delta T_{\text{max}} &= 1023 - 507 = 516K; \\ \Delta T_{\text{min}} &= 573 - 453 = 120K; \\ \Delta T_{yp} &= \frac{516 - 120}{2,3 \lg \frac{516}{120}} = 272K.\end{aligned}$$

Shunday kilib, konvekstion trubalar isitish yuzasi:

$$H_k = \frac{2,99 \cdot 10^6}{32,6 \cdot 272} = 335M^2$$

Konvekstion kameradagi trubalar soni:

$$N_k = \frac{H_k}{\pi d_H \cdot l_{TP}} = \frac{335}{3,14 \cdot 0,102 \cdot 9,5} = 110$$

Birta kamerada:

$$N'_k = \frac{N_2}{2} = \frac{110}{2} = 55$$

$$N'_k = 56$$

deb kabul kilamiz. U xolda bir kamerada vertikal buyicha trubalar soni:

$$m = \frac{N'_k}{n_1} = \frac{56}{4} = 14$$

Konvekstion kamerada trubalar egallaydigan balandlik:

$$h_k = (m - 1)S_1 = (14 - 1) \cdot 0,148 = 1,925M$$

4-bob. Modda almashinish kurilmalarini xisoblash

4.1.Rektifikastiyalovchi kolonnani xisoblash

Pastda kursatilgan ma'lumotlarga asoslanib moylarni erituvchilardan tozalash kurilmasidagi buglatuvchi kolonna xisoblansin.

Kolonnaning xom ashyo buyicha ishlab chikarish kuvvati $G=50000 \text{ kg/s}$;

Erituvchining xom ashyodagi mikdori $S_1=2\%$ (massa);

Erituvchi tarkibi – 50% massa fenol va 50 % krezol;

Rafinatning zichligi $\rho_{293} = 880 \text{ kg} / \text{m}^3$;

Rafinatning molekulyar massasi $M_2 = 620$;

Erituvchining molekulyar massasi $M_1 = 100$;

Kolonnadagi bosim $\pi = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$;

Koldik maxsulotdagi erituvchining mikdori $X_R = 0,005 \text{ mass. \%}$;

Isitilgan suv bugining sarfi $Z = 2 \text{ mass. \%}$ xom ashyoga nisbatan.

Xisoblanishi kerak bulgan kolonna ogir uchmaydigan moy xom ashyosi tarkibidagi erituvchini ajratib olishga muljallangan. Bunday kolonna kimyo texnologiyasida buglatuvchi deyiladi. Kolonnadagi rektifikastiya jarayoni suv bugi ishtirokida amalga oshiriladi. Kelayotgan xom ashyo kaynash xarorati past bulgan erituvchi va amaliy jixatdan karaganda uchmaydigan, ya'ni kaynash xarorati yukori bulgan moy komponentlaridan tarkib topgan. Kolonnaning yukori kismidagi bug fazasi erituvchi va suv buglaridan iborat deb karash mumkin.

Xisoblash:

1. Kolonnaning yukorigi va pastki maxsulotlarining mikdori.

a) Kolonnaning yukorigi maxsulotining mikdori.

$$D = \frac{C_1 - X_R}{y_D - X_R} \cdot G = \frac{0,02 - 0,00005}{1 - 0,00005} \cdot 50000 = 1000 \text{ kg/s}$$

Bu erda: $y_D \approx 1$ distilyatdagi erituvchi mikdori.

2.

b) Kolonna pasti maxsulotining mikdori.

$$R = G - D = 50000 - 1000 = 49000 \text{ kg/s}$$

2. Rektifikastiya elementlarini aniklash.

a) Birinchi soxa (tarekalararo).

Erituvchi buglarining mikdorini (V_R) Avagadro–Dalton tenglamasidan topamiz.

$$\frac{Z}{V_R} = \frac{P_z \cdot 18}{P_{12} \cdot M_1};$$

Bu erda: P_{12} - koldik buglarining parstial bosimi;

P_z - kolonna pastidagi suv bugining parstial bosimi;

Erituvchini buglatuvchi suv bugining mikdori.

$$Z = 0,02G = 0,02 \cdot 50000 = 1000 \text{ kg/s}$$

Ishlab chikarishda kolonna pastidagi xarorat $T = 548 \text{ K}$ ga teng deb kabul kilingan. Shunga kura kolonna pastidagi koldik buglarining parstial bosimini quyidagi tenglama orkali topamiz.

$$P_{12} = P_1 X'_R + P_2 (1 - X'_R);$$

Bu erda: P_1, P_2 - erituvchi va rafinatning bug bosimi;

X'_R - erituvchining koldikdagi mol ulushi.

Amaliy jixatdan rafinat uchmaydigan komponent bulgani uchun $P_2 \approx 0$ deb olinadi va tenglama $P_{12} = P_1 \cdot X'_R$ kurinishga ega buladi. Erituvchining tuyingan bug bosimini nisbatan ogirroq komponent krezolning tuyingan bug bosimiga tenglashtirib olamiz. Krezolning 548 K dagi bosimi

$$P_1 = 5,2 \cdot 98,1 = 510,1 \text{ kPa} / \text{mm}^2 = 510,1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Koldik tarkibini mol ulushida xisoblab topamiz.

$$X'_R = \frac{X_R \cdot M_R}{M_1};$$

Bu erda: $M_1 = 100$ - erituvchining molekulyar massasi.

3.

M_R - koldik molekulyar massasi kuyidagicha buladi:

$$M_R = \frac{1}{\frac{X_R}{M_1} + \frac{1-X_R}{M_2}};$$

X_R - juda kichik kattalik, shuning uchun $M_R \approx M_2$ ga.

$$X'_R = \frac{X_R \cdot M_2}{M_1} = \frac{0,00005 \cdot 620}{100} = 0,00031.$$

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_R = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,00031 = 0,16 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Suv bugining parstial bosimi:

$$P_z = p - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 0,16 \cdot 10^3 = 101,14 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Xisoblab topilgan natijalarni Avagadro–Dalton tenglamasiga kuyib kuyidagiga ega bulamiz:

$$V_R = \frac{1000 \cdot 0,16 \cdot 10^3 \cdot 100}{101,14 \cdot 10^3 \cdot 18} = 8,67 \text{ kZ} / c .$$

Pastki 1- tarelkadan okib tushayotgan flegma mikdori g_1 ni kuyidagi tenglamadan topamiz:

$$g_1 = V_R + R = 8,67 + 49000 = 49008,67 \text{ kZ} / c .$$

Flegma tarkibi x_1 kuyidagicha aniklanadi:

$$g_1 \cdot x_1 = V_R + y_R + R \cdot X_R;$$

$$X_1 = \frac{V_R \cdot y_R + R \cdot X_R}{g_1} = \frac{8,67 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49008,67} = 0,00023$$

Flegmaning mol tarkibi:

$$X'_1 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_R} \left(\frac{1}{X_1} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left(\frac{1}{0,00023} - 1 \right)} = 0,00145.$$

Flegmaning entalpiyasi va temperaturasini aniklaymiz.

$$g_1 \cdot q_1 + Z \cdot i_0 = V_R \cdot Q_R + Z \cdot i_R + R \cdot q_R$$

bundan

$$q_1 = \frac{V_R \cdot Q_R + Z(i_R - i_0) + R \cdot q_R}{g_1};$$

Bu erda Q_R - erituvchi bugining entalpiyasi ($T_R = 548K$);

q_R - kodik entalpiyasi;

i_R - suv bugi entalpiyasi ($T_R = 548K$);

i_0 – suv bugini kolonnaga berishidagi entalpiyasi ($i_0 = i_R$)

Q_R ni aniklash uchun krezol va fenol buglari entalpiyalarining urtachasi jadvaldan topamiz. Boshka entalpiyalar xam kerakli jadvaldan olinadi.

$$Q_R = 990 \text{ kJ/kg};$$

$$q_R = 628 \text{ kJ/kg};$$

$$i_0 = i_R = 3030 \text{ kJ/kg}.$$

$$q_1 = \frac{8,67 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030 + 49000 \cdot 628)}{49008,67} = 628 \text{ kJ/kg}$$

4. Ikkinchi tarelkalararo soxa (pastki 1 va 2 – tarelkalar oraligi)

Erituvchining parstial bosimi.

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_1 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,00145 = 0,74 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 510,1 \cdot 10^3 \text{ Pa} - \text{krezolning tuyingan bug bosimi.}$$

Suv bugining parstial bosimi;

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 0,74 \cdot 10^3 = 100,56 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 0,74 \cdot 10^3 \cdot 100}{100,56 \cdot 10^3 \cdot 18} = 41,1 \text{ kg/c}$$

Ikkinchi tarelkadan 1- tarelkaga okib tushayotgan flegma mikdori (g_2).

$$g_2 = V_1 + R = 41,1 + 49000 = 49041,1 \text{ kg/c}$$

Shu flegmaning tarkibi, massa ulushda.

$$X_2 = \frac{V_1 \cdot y_1 + R \cdot X_R}{g_2} = \frac{41,1 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49041,1} = 0,00089$$

$y_1 \approx 1$ bu xosil bulgan buglar amaliy jixatdan fakat erituvchi buglari xisoblanadi.

Flegmaning tarkibi, mol ulushda:

$$X'_2 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left(\frac{1}{X_2} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left(\frac{1}{0,00089} - 1 \right)} = 0,0053$$

Flegma entalpiyasi:

$$q_2 = \frac{V_1 \cdot Q_1 - Z(i_2 - i_0) + Rq_0}{g_2} = \frac{41,1 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030) + 4900 \cdot 628}{49041,1} = 628 \text{ kJ/kg}$$

Uchinchi tarelkalararo soxa (2 va 3 – tarelkalar oraligi)

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_2 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,0053 = 2,7 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$P_z = \pi \cdot P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 2,7 \cdot 10^3 = 98,6 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$V_2 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 2,7 \cdot 10^3 \cdot 100}{98,6 \cdot 10^3 \cdot 18} = 152 \kappa z / c$$

$$g_3 = V_2 + R = 152 + 49000 = 49152 \kappa z / c.$$

$$X_3 = \frac{V_2 \cdot y_2 + R \cdot X_R}{g_3} = \frac{152 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49152} = 0,00315.$$

$$X'_3 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left(\frac{1}{x_3} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left(\frac{1}{0,00315} - 1 \right)} = 0,0192.$$

$$q_3 = \frac{V_2 \cdot Q_2 + Z(i_2 - i_0) + R \cdot q_R}{g_3} = \frac{152 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030) + 49000 \cdot 628}{49152} = 628 \kappa \mathcal{K} / \kappa z$$

$$5. \quad T_3 = T_2 = T_1 = T_R = 548 K$$

Turtinchi tarelkalararo soxa (3 va 4- tarelkalar oraligi)

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_3 = 510,1 \cdot 10^3 \cdot 0,0192 = 9,8 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 9,8 \cdot 10^3 = 91,5 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$V_3 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 100}{91,5 \cdot 10^3 \cdot 18} = 600 \kappa z / c$$

$$g_4 = V_3 + R = 600 + 49000 = 49600 \kappa z / c$$

$$X_4 = \frac{V_3 \cdot y_3 + R \cdot X_R}{g_4} = \frac{600 \cdot 1 + 49000 \cdot 0,00005}{49600} = 0,0122$$

$$X'_4 = \frac{1}{1 + \frac{M_1}{M_2} \left(\frac{1}{X_4} - 1 \right)} = \frac{1}{1 + \frac{100}{620} \left(\frac{1}{0,0122} - 1 \right)} = 0,071$$

$$q_4 = \frac{V_3 \cdot Q_3 + Z(i_3 - i_0) + R \cdot q_R}{g_4} = \frac{600 \cdot 990 + 1000(3030 - 3030) + 4900 \cdot 628}{49600} = 633 \kappa \mathcal{K} / \kappa z$$

$$q_4 = 633 \kappa \mathcal{K} / \kappa z \quad \text{kura } T_4 = 550,5 \text{ K buladi.}$$

Beshichni tarelkalararo soxa (4 va 5- tarelkalar oraligi)

Erituvchining tuyingan bug bosimi $T_4 = 550,5 \text{ K}$ ga kura

$$P_1 = 534,6 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a \text{ ga teng.}$$

$$P_{12} = P_1 \cdot X'_4 = 534,6 \cdot 10^3 \cdot 0,071 = 38 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$P_z = \pi - P_{12} = 101,3 \cdot 10^3 - 38 \cdot 10^3 = 63,3 \cdot 10^3 \text{ } \Pi a$$

$$V_4 = \frac{Z \cdot P_{12} \cdot M_1}{P_z \cdot 18} = \frac{1000 \cdot 38 \cdot 10^3 \cdot 100}{63,3 \cdot 10^3 \cdot 18} = 3330 \kappa z / c$$

$$g_5 = V_4 + R = 3330 + 49000 = 52330 \kappa z / c$$

3. Kuyilish zonasida xom ashyodan ajralayotgan maxsulot mikdori.
Xaydalangan maxsulotning massa ulushi kuyidagi tenglama bilan topiladi:

$$e = \frac{c_1 - x_G}{y_G - x_G};$$

Bu erda: $c_1 = 0,02$ – erituvchining xom ashyodagi massa ulushi;

$X_G = X_4 = 0,0122$ – erituvchining suyuq fazadagi massa ulushi;

$y_G = 1$ – erituvchining bug fazasidagi massa ulushi.

$$e = \frac{0,02 - 0,0122}{1 - 0,0122} = 0,0079$$

6. Kuyilish zonasida xom ashyoda xaydalayotgan erituvchi mikdori .

$$V_x = eG = 0,0079 \cdot 50000 = 395 \text{ kg} / \text{c}$$

Kuyilish zonasidan pastga tushayotgan xom ashyo suyuq fazasining mikdori kuyidagicha buladi:

$$g_x = G - V_x = 50000 - 395 = 49605 \text{ kg} / \text{c}$$

4) Xom ashyo kolonnaga kirishdagi entalpiyasi va temperaturasi.

$$G \cdot q_G + Z \cdot i_0 = D \cdot Q_D + Rq_R + Z_{iD}$$

bu tenglama kolonnaning issiklik balansini ifodalaydi. Bu erda q_G - xom ashyoning kirishdagi entalpiyasi;

Q_D – erituvchi entalpiyasi ($T_D = 550,5 \text{ K}$).

i_D - kizdirilgan suv bugining entalpiyasi ($i_D = i_0$).

$$q_G = \frac{D \cdot Q_D + R \cdot q_R}{G} = \frac{1000 \cdot 991 + 49000 \cdot 628}{50000} = 633 \text{ kJ} / \text{kg}$$

5) Kolonna diametri:

$$D_H = \sqrt{\frac{4(D + Z)}{\pi \cdot u}}$$

Bu erda D_u - ichki diametr (m);

D - yukorigi maxsulotlar mikdori;

Z – suv bugi mikdori (kg/m s);

U - buglarning butun kolonna buylab erkin tezligi $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

Tarelkalararo masofa $h_T = 400 \text{ mm}$ ga teng.

$$u = 0,305 \cdot c \sqrt{\rho(\rho_c - \rho_n)}; \text{ Bu erda: } s = 450 \text{ koefficient.}$$

ρ_s va ρ_n - suyuq va bug faza zichligi (kg/m^3)

$$\rho_n = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot T_D} = \frac{30,5 \cdot 273}{22,4 \cdot 550,5} = 0,665 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Rafinatning zichligi $\rho_c = 720 \text{ kg} / \text{m}^3$

bundan

$$u = 0,305 \cdot 450 \sqrt{0,665(720 - 0,665)} = 3000 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$$

$$D_u = \sqrt{\frac{4(1000+1000)}{3,14 \cdot 3000}} = 0,93_m$$

6) Kolonna uzunligi:

$$N_p = \frac{N_T}{\eta_T} = \frac{3}{0,4} \approx 8 \text{ bu amaliy tarelkalarining soni.}$$

Tarelkalar bilan egallangan moy uzunligi $h_0 = (N_p - 1) \cdot h_T = (8 - 1) \cdot 0,4 = 2,8_m$.

Kolonnaning pastki kamerasi:

$$h_R = \frac{R \cdot 7 \cdot 4}{60 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \pi \cdot P_4^2} + 1 = 2,01_m$$

Ishchi balandlik $H_p = h_D + h_0 + h_R = 1,5 + 2,8 + 2,01 = 6,31_m$

4.2.Frakstiyalovchi absorberni xisoblash

Suyuk va gaz fazadan propan va nisbatan ogirroq uglevodorodlarni ajratuvchi absorber xisoblansin.

Suyuk va gaz fazaning tarkibi kuyida keltirilgan.

Komponentlar	Suyuk faza tarkibi Kmol/s	Gaz faza tarkibi Kmol/s
SN ₄	34,8	322,0
S ₂ N ₆	60,0	135,6
S ₃ N ₈	147,0	127,8
Izo-S ₄ N ₁₀	54,0	26,6
N-S ₄ N ₁₀	116,8	47,8
Izo-S ₅ N ₁₂	45,2	9,8
N-S ₅ N ₁₂	60,4	11,2
S ₆ N ₁₄	63,2	2,8
Jami:	581,4	683,6

Xisoblash:

1. Xisoblash uchun kuyidagi kattaliklar kabul kilingan.

$\pi = 1,37 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ - apparatdagi bosimi;

$\varphi_3 = 0,905$ - absorbstiyadan propanning ajralishi koeffistienti;

Absorberdagi nazariy xisoblangan tarelkalar soni $N_a=10$;

Desorberda $N_g=10$;

Absorber pastidagi temperatura 316K;

Urtacha temperatura (desorberda) 366 K;

2. Koldikdagi propan va etan mikdori; Ajralish koeffistienti, absorbstiya va desorbstiya faktorlari.

Desorber pastidan chikayotgan propan mikdori (kmol/s):

$$\ell_{m_3} = Z_3(\ell_{f_3} + \nu_{f_3});$$

Suyuk va gaz fazadan propanning ajralish koeffistienti;

$$Z_3 = \varphi_3 \frac{1 - \delta}{1 - \varphi_3 \cdot \delta};$$

$$\varphi_3 = 0,905;$$

$$\delta = \frac{k'_3}{k'_2};$$

Fazaviy tenglik konstantasi k nomogrammadan topiladi.

$$2. \left. \begin{array}{l} k'_3 = 2,3(366K \text{ da } 1,37 \cdot 10^6 \text{ Pa}) \\ k'_2 = 5,15(366K \text{ da } 1,37 \cdot 10^6 \text{ Pa}) \end{array} \right\} \delta = \frac{2,3}{5,15} = 0,446$$

$$Z_3 = 0,905 \frac{1 - 0,446}{1 - 0,905 \cdot 0,446} = 0,842$$

$$\ell_{m_3} = 0,842(146 + 127,8) = 231 \text{ Kmol} / \text{c}$$

Etanning koldik tarkibidagi mikdori e'tiborga olmaydigan darajada kam, shuning uchun ℓ_{m_2} kuyidagicha topiladi:

$$\ell_{m_2} \leq 0,03 \ell_{m_3}$$

$$\ell_{m_2} = 0,03 \cdot 231 = 6,93 \text{ Kmol} / \text{c}.$$

Koeffistient φ_3 ni kuyidagi tenglama bilan topamiz.

$$\varphi_3 = \frac{\ell_{f_3}(1 - \varphi'_3) - \ell_{m_3}}{\varphi'_3(\ell_{f_3} - \ell_{m_3}) - \ell_{f_3}};$$

Bu erda: φ'_3 - desorbstiyadan propanni olish koeffistienti.

φ_3 va Na kiymatlarini bilgan xolda Kramser diagrammasidan propaning absorbstiyalanish faktorini $A_3 = 1$ ni topamiz:

$$A_2 = A_3 \frac{k_3}{k_2} \text{ dan etan absorbstiyasi faktorini topamiz;}$$

bu erda: $k_2 = 36a$
 $k_3 = 1,02(316K \text{ va } 1,37 \cdot 10^6 Pa$

$A_2 = 1 \frac{1,02}{3} = 0,34$; Na va A_2 xisobga olib Kramser diagrammasidan absorbstiyadan etanning ajralish koeffitsienti $\varphi_2 = 0,34$ ni topamiz.

Desorbstiyadan etanning ajralish koeffitsientini xisoblab topamiz.

$$\varphi'_2 = \frac{l_{f_2} - l_{m_2} + \varphi_2 \cdot g_{f_2}}{l_{f_2} + \varphi_2 (g_{f_2} - l_{m_2})} = \frac{60 - 6,93 + 0,34 \cdot 135,6}{60 + 0,34(135,6 - 6,93)} = 0,961$$

Ng va $\varphi'_2 = 0,961$ dan foydalanib Kramser diagrammasidan $S_2 = 1,2$ etanning desorbstiyalanish faktorini topamiz.

Propaning desorbstiyalanish faktori S_3 ni topamiz.

$$S_3 = S_2 \frac{k'_3}{k'_2} = \frac{1,2 \cdot 2,3}{5,15} = 0,536;$$

S_3 va $Ng=10$ ni xisobga olib Kramser diagrammasidan $\varphi'_3 = 0,536$ ni topamiz.

$$\varphi_3 = \frac{147(1 - 0,536) - 231}{0,536(127,8 - 231) - 127,8} = 0,896$$

$$Z_3 = 0,896 \frac{1 - 0,446}{1 - 0,896 \cdot 0,446} = 0,834;$$

Yukorida $Z_3 = 0,842$ ga teng bulib 0,834 dan 1% ga farklanadi.

$$l_{m_3} = 0,834(147 + 127,8) = 229,2 \text{ Кмоль/с.}$$

$$l_{m_2} = 0,03 \cdot 229,2 = 6,88 \text{ Кмоль/с}$$

3. Kuyilish zonasidagi barcha uglevodorodlar uchun absorbstiya faktori

$$Ai = A_3 \frac{k_3}{k_i} \text{ yoki } Ai = A_2 \frac{k_2}{k_i} \text{ formula bilan topiladi:}$$

i - komponent nomeri;

Desorbstiya faktori $S_i = S_3 \frac{k'_i}{k'_3}$ yoki $S_i = S_2 \frac{k'_i}{k'_2}$ bilan topiladi. Xamma

uglevodorodlar uchun Ai va Si natijalarini 1,17- jadvaldan olinadi. Bundan tashkari φ_i va φ'_i larning natijalari xam shu jadvaldan olinadi.

3. Kalin absorbentning mikdori.

$$A_3 = \frac{La + \sum l_{bi}}{k_3 \sum g_{bi}};$$

Bu erda La - absorbent mikdori, kmol/s; $\sum l_{bi}$ - suyuq fazadagi uglevodorodlarning summa mikdori; (kmol/s);

g_{bi} - absorberga kiruvchi gazning summa mikdori (kmol/s);

g_{bi} va l_{bi} lar 1.18- jadvaldan olinadi.

$$La = A_3 \cdot k_3 \cdot \sum g_{bi} - \sum l_{bi} = 1 \cdot 1,02 \cdot 1276,42 - 692,5 = 609 \text{ Kмоль} \cdot \text{с}$$

4. Frakstiyalovchi absorber okimlarining tarkibi va molekulyar massasi.

Ixtiyoriy gaz okimiining urtacha molekulyar massasi kuyidagi formula bilan topiladi:

$$M_y = \sum_1^n y'_i \cdot M_i;$$

Bu erda: y'_i - i - komponentning mol ulushi; (1, 1.19)- jadvaldan olinadi.

Masalan: Gaz aralashmasi xom-ashyo absorbstiyalangan kismining urtacha molekulyar massasi.

$$M_y = 0,304 \cdot 16 + 0,224 \cdot 30 + 0,314 \cdot 44 + 0,0513 \cdot 58 + 0,0734 \cdot 58 + 0,0134 \cdot 72 + 0,0149 \cdot 72 + 0,0050 \cdot 86 = 35,1$$

Ixtiyoriy suyuqlik okimning urtacha molekulyar massasi kuyidagicha aniklanadi:

$$M_x = \sum_1^n x'_i M_i;$$

bu erda x'_i - suyuqlik okimidagi i - komponentning mol ulushi;

x'_i - (1, 1.19)- jadvaldan olinadi.

$$M_x = 0,0433 \cdot 16 + 0,1409 \cdot 44 + 0,524 \cdot 44 + 0,0944 \cdot 58 + 0,1347 \cdot 58 + 0,0245 \cdot 72 + 0,0288 \cdot 72 + 0,0094 \cdot 86 = 45,97$$

4. Okimlarning urtacha mol massasining natijasi (1, 1.20)- jadvalda keltirilgan.

5. Desorberning temperatura rejimi. Desorberning yukorigi kismining temperaturasi kuyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\sum \frac{y'_{ci}}{k'_i} = 1; y'_{ci} - 1.19 - \text{jadvalda keltirilgan.}$$

k_i - konstanta grafik buyicha topiladi. Barcha natijalar (1, 1.21)- jadvalda keltirilgan.

Desorberning pastki kismining temperaturasi suyuq faza izotermasi tenglamasidan foydalanib topiladi.

$$\sum x'_i m_i \quad k'_i = 1; x'_{mi} - (1, 1.19) - \text{jadvaldan olinadi.}$$

Desorberdagi urtacha temperatura kuyidagicha aniklanadi:

$$T_g = \frac{T_c + T_m}{2} = \frac{323 + 400}{2} = 361,5K$$

$T_m = 400$ xisoblanishi kursatilmagan.

6. Absorberning issiklik balansi.

$$Q_{of} + Q_{gc} + Q_{La} = Q_{g1} + Q_{La} + Q'_{La} + Q_0$$

Q- okimlarning issiklik mikdori kVt; pastidagi indeks esa sxema va (1, 1.23)-jadvalda kursatilgan okimlar nomini bildiradi.

Aloxida uglevodorodlarning $T=1,37 \cdot 10^6$ Pa bosimdagi kondensatsiylanish issikligini r_i (1, 1.22)- jadvaldan topamiz.

Uglevodorodlarning urtacha mol kondensatsiylanish issikligini kuyidagicha aniklaymiz.

$$r'_{mi} = \sum_i^n r_i \cdot M_i \cdot X'_{bi} = 419 \cdot 16 \cdot 0,0443 + 362 \cdot 30 \cdot 0,1409 + 295 \cdot 44 \cdot 0,524 + 244 \cdot 58 \cdot 0,0944 + 257 \cdot 58 \cdot 0,1347 +$$

$$+ 232 \cdot 72 \cdot 0,0245 + 232 \cdot 72 \cdot 0,0288 + 204 \cdot 86 \cdot 0,0094 = 13032 \text{ KJ} / \text{моль.}$$

Absorbtsiyadan ajralgan issiklik mikdori.

$$Q_a = r'_{mi} \Sigma l_{bi} = 13032 \cdot 692,5 = 9 \cdot 10^6 \text{ KJ} / \text{c} = 2500 \text{ kBm.}$$

Absorbentdan olingan issiklik mikdori:

$$Q_0 = 13010 - 10790 = 2220 \text{ kBm}$$

5. 7) Desorberning issiklik balansi.

$$Q_{lc} + Q_{la} + Q_g = Q_{gc} + Q_{lm} + Q'_{La}$$

Bu formuladagi kattaliklarning natijalari (1, 1.24)-jadvalda berilgan.

$$Q_g = 20308 - 4160 - 7065 = 9083 \text{ kBm}$$

Propan va butan desorberning pastki maxsuloti xisoblanib, ularning urtacha buglanish issikligi $r = 276 \text{ KJ} / \text{KJ}$ (1, 1.22-jadval) ga teng deb olib, bug mikdori topamiz:

$$V_g = \frac{Q_g}{r} = \frac{9083 \cdot 3600}{276} = 11800 \text{ KJ} / \text{c}$$

8. Fraktsiyalovchi absorberning tarelkalar soni.

Absorbtsion kismdagi amaliy tarelkalarning soni;

$$Na^p = \frac{Na}{\eta_a};$$

Na – nazariy tarelkalar soni;

η_a - amaliy tarelkalarning f.i.k ti.

Absorber uchun klapanli tarelkalarni tanlaymiz. Bunday tarelkalarning f.i.k. ti $\eta_a = 0,52a$ teng.

$$N_a^p = \frac{10}{0,5} = 20.$$

$$\text{Desorberda } N_g^p = \frac{Ng}{\eta_g} = \frac{10}{0,5} = 20.$$

9. Absorbentni oralik sovutishga chikarilish nuktasini aniklash.
Absorbtsiya jarayonidan olingan ortikcha issiklik Q_0 aniklanadi.

$$Q_0 = (La + \Sigma l_{bi}) \cdot M_x (q_{T_k}^c - q_{316}^c);$$

Bu erda M_x - absorbtsion kismdan chikayotgan tuyingan absorbentning urtacha molekulyar massasi;

$q_{mk}^c - T_k$ temperaturadagi tuyingan absorbentning entalpiyasi kJ/kg;

q_{316}^c - bu xam absorberning entalpiyasi ($T=316K$).

$$q_{mk}^c = q_{316}^c + \frac{Q_0}{(La + \Sigma l_b) \cdot M_x} = 293 + \frac{2220 \cdot 3600}{(609 + 692,5) \cdot 82,1} = 368 \text{ kJ} / \text{kg}$$

Bu entalpiyaga mos temperatura $T_k = 348K$ ga teng. Gazning bir tarelkadan ikkinchi tarelkaga utishda kamayish koeffitsienti doimiy bulib koladi va quyidagicha topiladi:

$$\left(\frac{\Sigma g_1}{\Sigma g_e} \right)^{1/Na^p} = \frac{g_i}{g_i + 1};$$

Bu erda : $\left(\frac{\Sigma g_1}{\Sigma g_e} \right)^{1/Na^p} = \Gamma_c$ - kamayish koeffitsienti;

$g_i, g_{i+1} - (i+1)$ - tarelkadan va i - tarelkadan utayotgan gaz mikdori.

$$6. l_i = La + (g_{i+1} - g_1);$$

Bu erda $l_i - i$ - tarelkadan $(i+1)$ - tarelkaga utayotgan suyuqlik mikdori (1, 1.25) – jadvalda l_i - natijalari kursatilgan.

$$l_1 = L_a + (g_2 - g_1) = 609 + (606,98 - 583,92) = 632,96 \text{ kmol} / \text{c}$$

20 ta tarelkalarining xar kaysidagi tuyingan absorbentning urtacha molekulyar massasini topamiz:

$$M_{li} = M_a X'_a + M_{n,y} \cdot (1 - x'_a)$$

M_a - toza absorbentning urtacha molekulyar massasi.

$M_{n,y}$ - uglevodorodlarning yutilish urtacha molekulyar massasi.

X'_a - toza absorbentning xar bir tarelkadagi tuyingan absorbentdagi mol ulushi.

$$M: \text{ yukorigi birinchi tarelka uchun } M_{l1} = 120 \cdot \frac{609}{632,06} + 45,97 \cdot \frac{632,06 - 609}{632,06} = 117,08.$$

Shunday kilib boshka 19 ta tarelkalar xam shunday topiladi.

Absorberning ixtiyoriy i- tarelkasidagi temperaturani aniklash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$\frac{T_{\kappa} - T_i}{T_{\kappa} - T_n} = \frac{\sum \mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i+1}}{\sum \mathcal{G}_i - \sum \mathcal{G}_1};$$

$$T_i = T_{\kappa} - (T_{\kappa} - T_n) \frac{\sum \mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i+1}}{\sum \mathcal{G}_i - \sum \mathcal{G}_1};$$

T_i – i- tarelkadagi temperatura (K);

T_n – absorbentning absorberga kirishdagi temperaturasi (K)

T_{κ} – absorbentning absorberdan chikishdagi temperaturasi (K);

$$T_i = 348 - (348 - 303) \frac{1276,42 - \mathcal{G}_i + 1}{1276,42 - 583,92} = 348 - 0,065(1276,42 - \mathcal{G}_{i+1});$$

Masalan:

1- tarelkaga tushayotgan suyuqlikning temperaturasi: $T_0 = 348 - 0,065(1276,42 - 583,92) = 303K$

Absorbent 8-tarelkadan oralik sovutishga olinadi. Unda u 303 K gacha sovutiladi. Sovutgichda olingan issiklik miqdori quyidagicha topiladi:

$$Q_1 = l_8 M_8 (q_{3168}^c - q_{303}^c);$$

l_8 - 8- tarelkadan olinayotgan tuyingan absorbent miqdori;

M_8 - shu tarelkadagi absorbentning urtacha molekulyar massasi.

$$Q_1 = 821,11 \cdot 101 \cdot (340 - 296) = 3,64 \cdot 10^6 \text{ kJ} / c = 1010 \text{ kJm}.$$

Absorbentning sovutimdan keyingi apparat pastidagi oxirgi T'_{κ} - temperaturasi entalpiyasini aniklaymiz:

$$q_{T'_{\kappa}}^c = q_{303}^c + \frac{Q_0 - Q_1}{(La + \sum l_i) \cdot M_x} = 296 + \frac{8 \cdot 10^6 - 3,64 \cdot 10^6}{(609 + 692,5) \cdot 82,1} = 337 \text{ kJ} / \text{kg}$$

7. Bunga kura $T'_{\kappa} = 337K$. Bu temperatura $T_a = 316K$ dan yukori; shuning uchun absorbentni yana sovutish kerak. Buning uchun absorbentning T'_{κ} buyicha 9-20 tarelkalardagi temperaturasi aniklaymiz.

$$T'_i = T'_{\kappa} - (T'_{\kappa} - T_n) \frac{\sum \mathcal{G}_i - \mathcal{G}_{i+1}}{\sum \mathcal{G}_i - \mathcal{G}_1} = 335 - (335 - 303) \frac{1276,42 - \mathcal{G}_i + 1}{1276,42 - 796,03} = 335 - 0,0665(1276,42 - \mathcal{G}_{i+1});$$

M: 10- tarelka uchun :

$$T_{10} = 335 - 0,0665(1276,42 - 860,15) = 307,3K$$

Ikkinchi sovutish 14-tarelkada buladi. Bu tarelkadagi absorbentning temperaturasi $T_{14} = 317K$; Sovutgichda absorbentdan olingan issiklik miqdori:

$$Q_{II} = l_{14} M_{14} (q_{317}^c - q_{303}^c) = 1029,41 \cdot 89,5 (314 - 285) = 2,67 \cdot 10^6 \text{ kJ} / c = 741 \text{ kJm}.$$

$$q_{T_k}^c = q_{303}^c + \frac{Q_0 - Q_I - Q_{II}}{(L_a + \Sigma l_g) \cdot M_x} = \frac{8 \cdot 10^6 - 3,64 \cdot 10^6 - 2,67 \cdot 10^6}{(609 + 692,5) \cdot 82,4} = 300,7 \text{ kJ} / \text{kg}$$

$T_k'' = 317K$ Yangi 15-20-tarelkalardagi temperatura

$$Ti = T_k'' - (T_k'' - T_n) \frac{\Sigma g_g - g_{i+1}}{\Sigma g_g - g_i} = 317 - (317 - 303) \cdot \frac{1276,42 - g_{i+1}}{1276,42 - 1004,33} =$$

$$= 317 - 0,0515(1276,42 - g_{i+1})$$

kabi topiladi.

10. Absorber va desorberning diametri.

Absorber diametri:

$$D_a = \sqrt{\frac{4Ga}{\pi Ua}};$$

Ga – gaz mikdori.

Ua – pastki tarelkadan boshlab gazlarning massaviy tezligi $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;

$$Ga = \Sigma g_{gi} \cdot My = 1276,42 \cdot 35,1 = 44802 \text{ kg} / c.$$

$$U_a = 1,20 \cdot 0,305c \sqrt{\rho_2 (\rho_{\text{sc}} - \rho_2)};$$

s – tarelkalar orasidagi masofaga bog'liqlik doimiysi.

U 1.26 – jadvaldan aniklanadi;

ρ_2 va ρ_c - absorberning pastidagi gaz va suyuqliklar
zichligi. ($\pi = 1,37 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $T_k'' = 317K$)

$$\rho_2 = \frac{M \cdot \pi \cdot 273}{22,4 \cdot T_k'' \cdot \pi_0} = \frac{35,1 \cdot 1,37 \cdot 10^6 \cdot 273}{22,4 \cdot 317 \cdot 0,1 \cdot 10^6} = 19,1 \text{ kg} / \text{m}^3;$$

$$\text{Suyuqlik zichligi: } \rho_{288}^{288} = \frac{1,03 M_x}{44,29 + M_x} = \frac{1,03 \cdot 82,1}{44,29 + 82,1} = 0,670;$$

$$T_k'' = 317K \text{ da } \rho_c = 649,4 \text{ kg} / \text{m}^3.$$

Tarelkalararo masofa $h_T = 500 \text{ mm}$; $c = 670$.

$$Ua = 1,20 \cdot 0,305 \cdot 670 \sqrt{19,1(649,4 - 19,1)} = 27000 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot c)$$

$$8. D_a = \sqrt{\frac{4 \cdot 44802}{3,14 \cdot 27000}} = 1,52 \text{ m}.$$

Desorber diametri:

Gazlarning desorberning yukorisi va pastidagi mikdori.

$$G_g^{jo} = \Sigma \mathcal{G}_{ci} - M_g = 592,77 \cdot 40,34 = 23912 \text{ кг} / \text{с}$$

$$G_g^n = V_g = 118000 \text{ кг} / \text{с};$$

Desorberning pastki diametri:

$$D_g = \sqrt{\frac{4 \cdot V_g}{\pi \cdot U_g}}; \quad U_g = 0,305 \cdot c \sqrt{\rho_2 (\rho_{ж} - \rho_2)};$$

$\rho_{ж}$ va ρ_2 - desorber pastidagi gaz va suyuqlik zichligi
($\pi = 1,37 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $T_m = 400 \text{ K}$), $\text{кг}/\text{м}^3$

$M_2 = \frac{236,0}{477,2} \cdot 44 + \frac{241,2}{477,2} \cdot 58 = 51,3$ desorber pastidagi aralashma molekulyar massasi.

$$\rho_2 = \frac{M_2 \cdot \pi \cdot 273}{22,4 \cdot T_m \cdot \pi_0} = \frac{51,3 \cdot 1,37 \cdot 10^6 \cdot 273}{22,4 \cdot 400 \cdot 0,1 \cdot 10^6} = 21,8 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\rho_{288}^{288} = \frac{1,03 \cdot M_x}{44,29 + M_x} = \frac{1,03 \cdot 88,14}{44,29 + 88,14} = 0,685;$$

M_x - desorberdan chikayotgan suyuqlik molekulyar massasi;

$$T_m = 400 \text{ K} \quad \text{da} \quad \rho_c = 579 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$h_T = 600 \text{ мм}; c = 760;$$

$$U_g = 0,305 \cdot 760 \sqrt{21,8(579 - 21,8)} = 25800 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$\Delta g = \sqrt{\frac{4 \cdot 118000}{3,14 \cdot 25800}} = 2,43 \text{ м}$$

11. Apparat balandligi. Foydali uzunlik $H_\phi = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$.

h_1 - tarelkalar joylashgan joydan yukori kismining balandligi (M);

h_2 - tarelkalar joylashgan kismining balandligi (M);

h_3 - absorberning pastki tarelkasi bilan desorberning yukorigi tarelkalari orasidagi masofa.

h_4 - desorberning tarelkalar joylashgan kismining balandligi.

h_5 - desorberning tarelkalardan pastdagi kismining uzunligi.

$$h_1 = 3h_T = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ м}$$

$$h_2 = (Na^p - 1) \cdot h_T = (20 - 1) \cdot 0,5 = 9,5 \text{ м}$$

$$h_3 - \text{курса тилмæан}: h_4 = (Na_g^p - 1)h_T = (20 - 1) \cdot 0,05 = 9,5 \text{ м}$$

$$h_5 = 3,1 \text{ м};$$

$$H_\phi = 1,5 + 9,5 + 2 + 9,5 + 3,1 = 25,6 \text{ м}$$

$$10. Q = \frac{l_{20} \cdot M_x}{\rho_c} = \frac{1301,5 \cdot 82,1}{649,4} = 164,5 \text{ m}^3 / \text{c}$$

l_{20} - 20- tarelkadagi tuyingan absorbent mikdori.

$$\Delta P_c = 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,037 + 283 \sqrt{0,5 \left(\frac{164,5}{1,2} \right)^2} = 591 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 646 + 5 + 591 = 1242 \text{ Pa}$$

Ustida suyuqlik bulgan tarelka klapaning ochilishi gaz yordamida amalga oshib, uning tezligi quyidagicha:

$$\omega'_0 = \sqrt[3]{\frac{2g(G_k - G_c)}{f \cdot \rho_2}};$$

G_k - pulat klapan ogirligi.

G_c - klapan ustidagi suyuqlik stilindrik ustunining massasi.

f - klapan maydoni;

$$G_k = \frac{\pi d^2 \rho_{cT}}{4} \cdot \delta \cdot \rho_{cT};$$

$d_k = 0,065 \text{ m}$ - klapan diametri.

$\delta = 0,001 \text{ m}$ – klapan kalinligi.

$\rho_{cT} = 7800 \text{ kg} / \text{m}^3$ - klapan pulat materialining zichligi.

$$G_k = \frac{3,14 \cdot 0,065^2}{4} \cdot 0,001 \cdot 7800 = 0,026 \text{ kg}$$

$$G_c = \frac{\pi d^2 \rho_c}{4} (h_{k,k} + \Delta h) \cdot \rho_c;$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\left(\frac{q}{6400} \right)^2}$$

$q - 1$ ta kuyilish kurilmasidan 1 soatda utgan suyuqlik mikdori:

$$q = \frac{Q}{L_D} = \frac{154,5}{1,2} = 137 \text{ m}^3 / (\text{m} \cdot \text{c})$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\left(\frac{137}{6400} \right)^2} = 0,076 \text{ m}$$

$$G_c = \frac{3,14 \cdot 0,065^2}{4} \cdot (0,037 + 0,076) \cdot 649,4 = 0,244 \text{ kg}$$

$$f = \frac{3,14 \cdot 0,045^2}{4} = 0,00159 \text{ m}^2$$

$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81(0,026 + 0,244)}{0,00159 \cdot 19,1}} = 13,2 \text{ m} / \text{c}$$

9.

12) Klapanli tarelkalarni va ularning gidravlik karshiligini konstruktiv ta'mirlash elementlari.

Klapanli tarelkaning diametri absorber ichki diametridan 30 mm ga kam. Tarelkadagi 2 ta klapan elementining orasidagi kadam 100 mm, yon katorlari bilan 87 mm. Kuyilish zonasi uzunligi $(0,7+0,9)\Delta a$; Koidaga kura $\Delta a = 1600\text{mm}$.

$$L\Delta = 0,75 \cdot \Delta a = 0,75 \cdot 1600 = 1200\text{mm}.$$

Bunday tarelkada 844 ta klapan joylashtirish mumkin. Kuyish kurulmasining balandligi $h_{\kappa,\kappa} = 25 \div 50\text{mm}$. Biz $h_{\kappa,\kappa} = 37\text{mm}$ deb olamiz.

Tarelkaning gidravlik karshiligi:

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_\sigma + \Delta P_c$$

Kuruk tarelkadagi bosimlar farki.

$$\Delta P = \xi \frac{\omega_0^2}{2} \cdot \rho_2;$$

ξ - maxalliy karshilik koeffitsienti

$$(2,5 \div 3,5; \xi = 3,0);$$

ρ_2 - gaz zichligi;

ω_0 - klapandan utuvchi gaz tezligi.

$$\omega_0 = \frac{V_{cek}}{f_0 \cdot N_0};$$

$$V_{cek} = \frac{22,4 \cdot g_{bi} \cdot T''_{\kappa} \cdot \pi_0}{3600 \cdot 273 \cdot \pi} = \frac{22,4 \cdot 1276,42 \cdot 317 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{3600 \cdot 273 \cdot 1,37 \cdot 10^6} = 0,658\text{m}^3 / \text{c};$$

$$f_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4} = 0,000962\text{m}^2$$

$$\omega_0 = \frac{0,658}{0,000962 \cdot 144} = 4,75\text{m} / \text{c};$$

$$\rho_2 = 19,1\text{kg} / \text{m}^3$$

$$\Delta P_c = 3,0 \cdot \frac{4,75^2}{2} \cdot 19,1 = 646\text{Pa}$$

Suyuklik sirt taranglik kuchini aniklanishiga boglik bosimlar farki.

$$\Delta P_\sigma = \frac{4\sigma}{d};$$

$\sigma = 0,015H / \text{m}$ - suyuklik sirt tarangligi.

d - klapan teshigining ekvivalent diametri.

$$d = 2a = 0,012\text{m}.$$

$$\Delta P_{\sigma} = \frac{4 \cdot 0,015}{0,012} = 5 \text{ Pa}$$

Suyuklikning tarelkada uchragan karshiligiga bog'liq bosimlar farki.

$$\Delta P_c = 9,8 \cdot k \cdot h_{k,k} + 28 \cdot \sqrt[3]{K \left(\frac{Q}{LD} \right)^2};$$

K – klapanli tarelkalar uchun koeffitsient bulib, u 0,5 ga teng.

4.3.. ROTOR-DISKLI EKSTRAKTOR HISOBI

Benzin yordamida suvdagi fenol ajratib olinayotgan ekstrakstiya jarayonini amalga oshirish uchun mo'ljallangan rotor-diskli ekstraktorning asosiy o'lchamlari quyidagi sharoitlarda aniqlansin [6]:

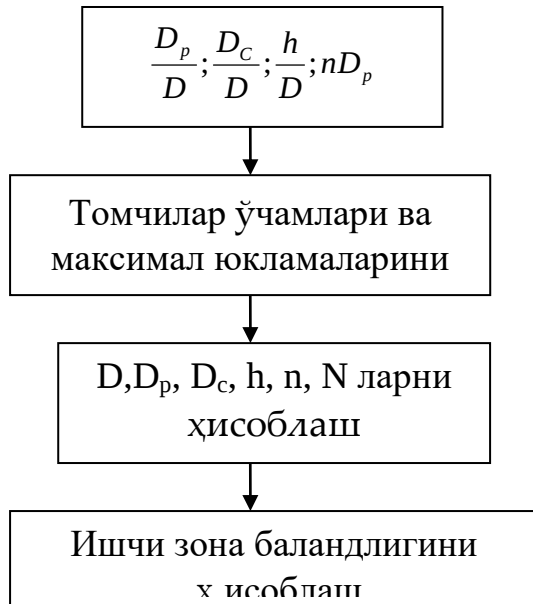
- aralashma sarfi $V_x = 0,001389 \text{ m}^3/\text{s}$
(5 m³/soat);
- suvdagi fenolning boshlan'ich konstantrasiyasi $S_{x6} = 0,3 \text{ kg/m}^3$;
- suvdagi fenolning oxirgi konstantrasiyasi $S_{x0} = 0,009 \text{ kg/m}^3$
(97%);
- ekstragent tarkibidagi fenolning boshlan'ich konstantrasiyasi $S_{un} = 0,01 \text{ kg/m}^3$;
- ekstraktordagi temperatura $t = 25 \text{ }^{\circ}\text{S}$.

$$\begin{aligned} V_Y = V_D &= 0,002778 \text{ m}^3 / \text{s}; & m &= 2,22; & m_0 &= 0; \\ \rho_C &= 997 \text{ kg} / \text{m}^3; & \rho_D &= 874 \text{ kg} / \text{m}^3; & \Delta \rho &= 123 \text{ kg} / \text{m}^3; \\ \mu_c &= 0,894 \text{ mPa} \cdot \text{s}; & \mu_D &= 0,6 \text{ mPa} \cdot \text{s}; & D_C &= 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 / \text{s}; \\ D_D &= 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 / \text{s}; & \sigma &= 0,0341 \text{ H} / \text{m}; & \Phi_3 &= 0,382. \end{aligned}$$

Bunday ajratib olish darajasi bo'lganda benzoldagi fenolning oxirgi konstantrasiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$C_{y.o.} = C_{y.\delta} + \left(\frac{V_x}{V_Y} \right) \cdot (C_{x.\delta} - C_{x.o}) = 0,01 + \left(\frac{0,001389}{0,002778} \right) \cdot (0,3 - 0,009) = 0,1555 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Rotor-diskli ekstraktorlarni hisoblashda faqat kolonnaning diametri va ishchi qismining balandligini aniqlash etarli emas. Shuning uchun uning ichki qurilmalarining o'lchamlari (disk va stator halqalar diametrlari, disklar orasidagi masofa) va diskning aylanish chastotasini ham aniqlash kerak. Rotor-diskli ekstraktorlarni hisoblash uchun 3.6 - rasmda keltirilgan sxemadagi uslubdan foydalaniladi:



4.1. - rasm. Rotor-diskli ekstraktor o'lchamlarini hisoblash sxemasi.

Ushbu uslubga binoan D_p/D , D_c/D , h/D hamda nD_r nisbatlar boshlanrich ma'lumotlardir. Bu erda D - kolonna diametri; D_r - disk diametri; D_s - stator halqasining ichki diametri; h - sekstiya balandligi; n - rotor aylanishining chastotasi.

Odatda, bunday ekstraktorlarda diskning diametri kolonna diametridan 1,5-2.0, sekstiya balandligi esa 2-4 marotaba kichik bo'ladi [34,35].

Qurilmaning ichki uskuna o'lchamlari uchun quyidagi nisbatlarni qabul qilamiz:

$$\frac{D_p}{D} = \frac{2}{3}; \quad \frac{D_c}{D} = \frac{3}{4}; \quad \frac{h}{D} = \frac{1}{3}$$

va $nD_r = 0,2$ m/s sharoitda ishlayotgan ekstraktorning o'lchamlarini hisoblaymiz.

Tomchilarning o'rtacha diametrini aniqlash uchun sekstiylar (disklar) sonini bilish kerak. Shuning uchun sekstiylar sonini $N = 20$ deb qabul qilib olamiz va unda quyidagi natijani olamiz:

$$d = 16,7 \cdot \frac{(0,894 \cdot 10^{-3})^{0,3} \cdot (0,0341)^{0,5}}{0,2^{0,9} \cdot 997^{0,8} \cdot 9,81^{0,2} \cdot 20^{0,28}} = 0,00203m = 2,03mm$$

Bilqillab qolish davrida fazalarning umumiy fiktiv tezligi.

Mayda tomchilarning erkin cho'kish tezligini topish uchun Adamarning [34] tenglamasidan foydalansa bo'ladi:

$$w = \frac{\Delta\rho \cdot g}{\mu_d}$$

bu erda W_{ch} - erkin cho'kish tezligi; Δr - fazalar zichliklarining farqi; μ_s va μ_d - dispersion va dispers fazalar qovushokdiklari.

Yirik tomchilarni erkin cho'kish tezligini hisoblash uchun quyi, hisoblash uchun quyidagi empirik formuladan foydalanamiz [71]:

$$\begin{aligned} 2 < T < 70 \text{ da } Q &= (0,75 \cdot T)^{0,78} \\ T > 70 \text{ bo'lganda } Q &= (22 \cdot T)^{0,42} \end{aligned}$$

bu erda

$$Q = 0,75 + \frac{Re}{p^{0,15}}$$

$$T = \frac{4 \cdot \Delta\rho \cdot g \cdot d^2 \cdot \rho^{0,15}}{3 \cdot \sigma}$$

$$P = \frac{\rho_c^2 \cdot \sigma^3}{\Delta\rho \cdot g \cdot \mu_c^4}$$

σ - fazalar orasidagi tortishish kuchi. Parametr $T=70$ ga teng bo'lsa, bu tomchilarning kritik diametriga mos keladi. Ushbu formulalar yordamida hisoblash $W_0 = 5,73$ ekashshgi kelib chiqadi.

Tomchilarning xarakteristik tezliklarini ushbu formulalardan aniqlaymiz;

$$\begin{aligned} \left(\frac{D_c}{D}\right)^2 &= \left(\frac{3}{2}\right)^2 = 0,562; & 1 - \left(\frac{D_p}{D}\right)^2 &= 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,556; \\ \left(\frac{D_c + D_p}{D}\right) \cdot \left[\left(\frac{D_c - D_p}{D}\right)^2 + \left(\frac{h}{D}\right)^2\right]^{0,6} &= \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \cdot \left[\left(\frac{3}{4} - \frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2\right]^{0,6} = 0,485 \end{aligned}$$

Demak, $\alpha = 0,485$ va tomchilarning xarakteristik tezliklari quyidagiga teng bo'ladi:

$$w_{xap} = \alpha \cdot w_0 = 0,485 \cdot 5,73 = 2,78 \text{ sm/s}$$

Bilqillab qolish davridagi fazalarning fiktiv umumiy tezligi ushbu formuladan topiladi:

$$\begin{aligned} (w_c + w_d)_\phi &= (1 - 4 \cdot \Phi_\phi + 7 \cdot \Phi_\phi^2 - 4 \cdot \Phi_\phi^3) \cdot w_{xap} = \\ &= (1 - 4 \cdot 0,382 + 7 \cdot 0,382^2 - 4 \cdot 0,382^3) \cdot 2,78 = 0,756 \text{ cm/c} \end{aligned}$$

Kolonnaning diametri va ichki uskunalarining o'lchamlari.

Ushbu shart-sharoitda kolonnaning ruxsat etilgan minimal diametri quyidagi qiymatga teng:

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot (V_d + V_c)}{\pi \cdot (w_d + w_c)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,001389 + 0,002778)}{3,14 \cdot 0,00756}} = 0,84 \text{ m}$$

Kolonnaning ichki diametrini 1 m ga teng deb olamiz. Bunday kolonnada fazalarning fiktiv tezliklari:

$$w_u = w_{st} = 0,354 \text{ sm/s}; \quad w_x = w_s = 0,177 \text{ sm/s}$$

ga tengdir.

Fazalar tezliklarining yirindisi ularning bilqillab qolish davridagi umumiy tezlikning 69% ni tashkil qiladi.

Ekstraktor ichki uskunalarining asosiy o'lchamlari:

$$D_p = D \cdot \left(\frac{D_p}{D} \right) = 1 \cdot \frac{2}{3} = 0,667 \text{ m};$$

$$D_c = D \cdot \left(\frac{D_c}{D} \right) = 1 \cdot \frac{3}{4} = 0,75 \text{ m};$$

$$h = D \cdot \left(\frac{h}{D} \right) = 1 \cdot \frac{1}{3} = 0,333 \text{ m};$$

Aylanish chastotasi

$$n = \frac{n \cdot D_p}{D_p} = \frac{0,2}{0,667} = 0,3 \text{ c}^{-1}$$

Fazalar kontakt joyining solishtirma yuzasi.

Fazalarning fiktiv tezliklarining va xarakteristik tezliklar qiymatlarini quyidagi tenglamaga

$$\Phi^2 - 2 \cdot \phi^2 - \left(1 + \frac{w_d}{w_{om}} - \frac{w_c}{w_{om}} \right) \cdot \phi - \frac{w_d}{w_{xap}}$$

qo'yib, kubik tenglamani olamiz:

$$F^3 - 2 \cdot F + 1,06 \cdot F - 0,127 = 0$$

Ushbu tenglamani echib, ushlab qolish qobiliyati $F = 0,169$ ekanligini topamiz, Unda, fazalarning solishtirma kontakt yuzasi

$$a = \frac{6 \cdot \Phi}{d} = \frac{6 \cdot 0,169}{2,03 \cdot 10^3} = 500 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$$

Kolonnaning ishchi zonasining balandligi.

Dispersion E_s va dispers E_d fazalarning bo'ylama aralashish koeffitsientlari quyidagi empirik tenglamalardan topish mumkin [35]:

$$\begin{aligned}
E_x = E_c &= 0,5 \cdot \frac{w_c \cdot h}{1 - \phi} + 0,09 \cdot \left(\frac{D_p}{D}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{D_c}{D}\right)^2 - \left(\frac{D_p}{D}\right)^2\right] \cdot nD_p \cdot h = \\
&= 0,5 \cdot \frac{0,177 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{1 - 0,169} + 0,09 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{3}{4}\right)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^2\right] \cdot 0,2 \cdot 0,333 = 6,59 \cdot 10^{-4} \text{ } m^2 / c \\
E_y = E_d &= 0,5 \cdot \frac{w_d \cdot h}{\phi} + 0,09 \cdot \left(\frac{D_p}{D}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{D_c}{D}\right)^2 - \left(\frac{D_p}{D}\right)^2\right] \cdot nD_p \cdot h = \\
&= 0,5 \cdot \frac{0,354 \cdot 10^{-2} \cdot 0,333}{0,169} + 0,09 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{3}{4}\right)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^2\right] \cdot 0,2 \cdot 0,333 = 38 \cdot 10^{-4} \text{ } m^2 / c
\end{aligned}$$

Modda berish koeffitsientini aniqlash uchun Reynolds kriteriysi va tomchilarning nisbiy tezliklarini topish kerak:

$$\begin{aligned}
w_{nuc} &= \frac{w_d}{\phi} + \frac{w_c}{1 - \phi} = \frac{0,177}{0,169} + \frac{0,354}{1 - 0,169} = 2,3 \text{ } cm / c \\
Re &= \frac{\rho_c \cdot w_{nuc} \cdot d}{\mu_c} = \frac{997 \cdot 0,023 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3}}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 52,2
\end{aligned}$$

Yuqorida keltirilgan parametr T esa quyidagiga teng bo'ladi:

$$T = \frac{4 \cdot 123 \cdot 9,81 \cdot (2,03 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40,4}{3 \cdot 0,0341} = 7,85$$

Ekstraktordagi sekstiyalar soni $N = 20$ deb olingan.
Ekstraktorning balandligini birinchi taxminda

$$H = N \cdot h$$

deb qabul qilamiz. Unda uning balandligi

$$N = 20 \cdot 0,333 = 6,66 \text{ } m$$

ga teng bo'ladi.

Modda berish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi:

$$N_c^i = 0,6 \cdot \text{Re}^{0,5} \cdot \text{Pr}^{0,5} = 0,6 \cdot 52,5^{0,5} \cdot 854^{0,5} = 127$$

$$\beta_x = \beta_c = N_c^i \cdot \frac{D_c}{D} = 127 \cdot \frac{1,05 \cdot 10^{-9}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,657 \cdot 10^{-4} \text{ } m/c$$

$$\tau = \frac{\Phi \cdot H}{w_d} = \frac{0,169 \cdot 6,66}{0,00354} = 318c$$

$$F_{o_d}^i = \frac{4 \cdot D_d \cdot \tau}{d^2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 318}{(2,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,617$$

$$N_d^i = 31,4 \cdot (F_d^i)^{-0,34} \cdot (\text{Pr}_d^i)^{-0,125} \cdot \text{We}^{0,37} =$$

$$= 31,4 \cdot 0,617^{-0,34} \cdot 343^{0,125} \cdot 0,0314^{0,37} = 4,96$$

ГДЕ

$$P_c^i = \frac{\mu_c}{\rho_c \cdot D_c} = \frac{0,894 \cdot 10^{-3}}{997 \cdot 1,05 \cdot 10^{-9}} = 854$$

$$\text{Pr}_d^i = \frac{\mu_d}{\rho_d \cdot D_d} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{874 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 343$$

$$\beta_y = \beta_\delta = \text{Nu}_\delta^i \cdot \frac{D_\delta}{d} = 4,96 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 0,0488 \cdot 10^{-4} \text{ } m/c$$

Ideal siqib chiqarish rejimiga to'g'ri keladigan suv fazasida modda o'tkazish koeffitsienti va o'tkazish birligi balandligini hisoblaymiz:

$$K_x \left(\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{m \cdot \beta_y} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,657 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{2,22 \cdot 0,0488 \cdot 10^{-4}} \right)^{-1} = 0,93 \cdot 10^{-5} \text{ } m/c$$

$$H_{ox} = \frac{w_x}{K_x \cdot a} = \frac{0,00177}{0,93 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = 0,381 \text{ } m$$

Ushbu jarayonda fazalarning sarflari umuman o'zgarmaydi va fazalar orasidagi muvozanat to'g'ri chiziqli bo'liqlik bilan ifodalanadi. Shuning uchun o'tkazish sonining birliklarini hisoblashda ushbu formuladan foydalanamiz:

$$n_{ox} = \frac{m \cdot V_y / V_x}{m \cdot V_y / V_x - 1} \cdot \ln \frac{m \cdot c_{x\delta} + m_o - c_{yox}}{m \cdot c_{x\delta} + m_o - c_{yox}}$$

$$\text{Hisoblanayotgan jarayon uchun } \frac{m \cdot V_y}{V_x} = 2,22 \cdot 2 = 4,44, \quad m_o = 0$$

$$\text{Demak, } n_{ox} = \frac{4,44}{4,44 - 1} \cdot \ln \frac{2,22 \cdot 0,3 - 0,1555}{2,22 \cdot 0,009 - 0,01} = 5,08$$

Shunday qilib, ideal siqib chiqarish rejimida ikkala faza bo'yicha kolonnaning ishchi balandligi

$$N = p_{ox} \cdot N_{ox} = 5,08 \cdot 0,381 = 1,93 \text{ } m$$

Bo'ylama aralashishni hisobga olgai holda kolonnaning balandligini aniqlash uchun mavhum o'tkazish soni birligini ketma - ket yaqinlashish usulidan foydalanamiz, Buning uchun avval Pekle kriteriysini ikkala fazalar uchun topamiz:

$$Pe_y = \frac{w_y \cdot H}{E_y} = \frac{0,00354 \cdot 6,66}{38 \cdot 10^{-4}} = 6,2$$

$$Pe_x = \frac{w_x \cdot H}{E_x} = \frac{0,00177 \cdot 6,66}{6,69 \cdot 10^{-4}} = 17,6$$

Birinci yaqinlashuvda f_u va f_x koefitsientlar qiymatlarini aniqlaymiz:

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-6,2)]^{-1}}{6,2} \right\}^{-1} = 1,192$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-17,6)]^{-1}}{17,6} \right\}^{-1} = 1,06$$

Olingan natijalar ushbu formulaga

$$H_{ox}^i = H_{ox} + \frac{E_{\text{fl}}}{w_x \cdot f_x} + \left(\frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \left(\frac{E_y}{w_y \cdot f_y} \right) = 0,381 + \frac{660 \cdot 10^{-9}}{0,00177 \cdot 1,06} + 0,2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 1,192} = 0,941 \text{ m}$$

bu erda

$$\frac{V_x}{m \cdot V_y} = \frac{1}{2,22 \cdot 2} = 0,2252$$

$H_{ox}^i = 0,941 \text{ m}$ qiymatga kolonnaning

$$H = H_{ox}^i \cdot n_{ox} = 0,941 \cdot 5,08 = 4,78 \text{ m}$$

balandligi to'g'ri keladi. Hisoblash natijasida olingan N va N_{ox}^i lar yordamida

Pekle kriteriysi, f_u va f_l koefitsientlarning aniqroq qiymatlarini topamiz:

$$Pe_y = \frac{0,00354 \cdot 4,78}{38 \cdot 10^{-4}} = 4,45$$

$$Pe_x = \frac{0,00177 \cdot 4,78}{6,69 \cdot 10^{-4}} = 12,6$$

$$f_y = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_y)]^{-1}}{Pe_y} \right\}^{-1} - \left(1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \frac{F_y}{w_y \cdot H_{ox}^i} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-4,45)]^{-1}}{4,45} \right\}^{-1} - (1 - 0,2252) \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,941} = 0,401$$

$$f_x = \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-Pe_x)]^{-1}}{Pe_x} \right\}^{-1} + \left(1 - \frac{V_x}{m \cdot V_y} \right) \cdot \frac{F_x}{w_x \cdot H_{ox}^i} =$$

$$= \left\{ 1 - \frac{[1 - \exp(-12,6)]^{-1}}{12,6} \right\}^{-1} + (1 - 0,2252) \cdot \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 0,941} = 1,4$$

Ikkinchi ketma-ket yaqinlashuvda zohiriy o'tkazish sonining birligi quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$H_{ox}^i = 0,381 + \frac{6,69 \cdot 10^{-4}}{0,00177 \cdot 1,4} + 0,2252 \cdot \frac{38 \cdot 10^{-4}}{0,00354 \cdot 0,401} = 1,25 m$$

$N_{ox}^i = 1,25 m$ qiymatida kolonnaning zarur balandligi $H = 1,25 \cdot 5,08 = 6,35 m$ ga tengdir.

N_{ox}^i va N larni hisoblashni bir necha marta ushbu parametrlarning oxirgi ikki iteratsiyasining son qiymatlari teng bo'lguncha o'tkazamiz va

$$H_{ox}^i = 7,75 m; \quad N = 5,84 m$$

ekanligini aniqlaymiz. Disklar orasidagi masofa 0,33 deb qabul qilganimiz uchun $N = 5,84 m$ li kolonna disklarining soni

$$\frac{5,84}{0,333} = 17,5 ma$$

Disklar sonini 18 ta desak, ishchi zonaning balandligi quyidagi qiymatga teng bo'ladi.

$$N = 18 \cdot 0,333 = 6 m$$

Miqdori 20 ga teng deb olingan edi. Agarda quyidagi tenglamaga:

$$d = 16,7 \cdot \frac{\mu_c^{0,3} \sigma^{0,5}}{(n \cdot D_p)^{0,9} \cdot \rho_c^{0,8} \cdot g^{0,2} \cdot N^{0,23}}$$

$N = 11$ qo'ysak, tomchilarning o'rtacha o'lchami $s! = 2,08 mm$ ligini bilamiz va bu o'lcham $N = 20$ dagi $s!$ qiymatidan 25% ga farq qiladi. Tomchilarning o'lchami va ekstraktorning qolgan boshqa gidrodinamik parametrini qaytadan hisoblashga o'rin yo'q, chunki bunday chetga chiqish yuqorida keltirilgan tenglamaning aniqlik doirasida joylashgan. Kolonnaning balandligiga bo'liq bo'lgan dispers yuzadagi modda berish koeffitsienti xam mutlaqo o'zgarmaydi. Agar hisoblash natijasida ekstraktorning balandligi boshida olingan qiymatdan farq qilganda, hamma hisoblashni takrorlashga to'g'ri kelar edi. Tomchining o'rtacha o'lchamini aniqlashdan tortib ekstraktordagi kolonna balandligini hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki bo'ylama aralashtirishning salmo'i ancha katta. Bo'ylama aralashtirish yuqoriligi sababli kerakli ishchi zonasining balandligi 3 marta ortadi.

Reynolds kriteriysining katta qiymatlari ($Re > 10^5$) uchun aylanayotgan diskni quvvat kriteriysi taxminan $K_N = 0,03$ [34]. Bizning misol uchun

$$Re_c = \frac{\rho_M \cdot \pi \cdot d_p^2}{\mu_M} = \frac{997 \cdot 0,3 \cdot 0,667^2}{0,894 \cdot 10^{-3}} = 149000$$

Aralashtirilayotgan muxitning o'rtacha zichligi

$$\rho = \Phi \cdot \rho_d + (1 + \Phi) \cdot \rho_m = 0,169 \cdot 874 + (1 - 0,169) \cdot 997 = 976 \text{ kg} / m^3$$

Bitta disk yordamida aralashtirish uchun kerakli energiya sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D_p^5 = 0,03 \cdot 976 \cdot 0,3^3 \cdot 0,667^5 = 0,1 Bm$$

Ko'rinib turibdiki, aralashtirish uchun quvvat sarfi ko'p emas va hamma disklar uchun 2 Vt ni tashkil etadi. Demak, dvigatel quvvatini mexanik hisoblar asosida tanlash kerak. Uning quvvati ishqalanish kuchlari va ishga turshirish momentlarni engish uchun etarli bo'lishi zarur.

Cho'ktirish zonalarining o'lchamlari

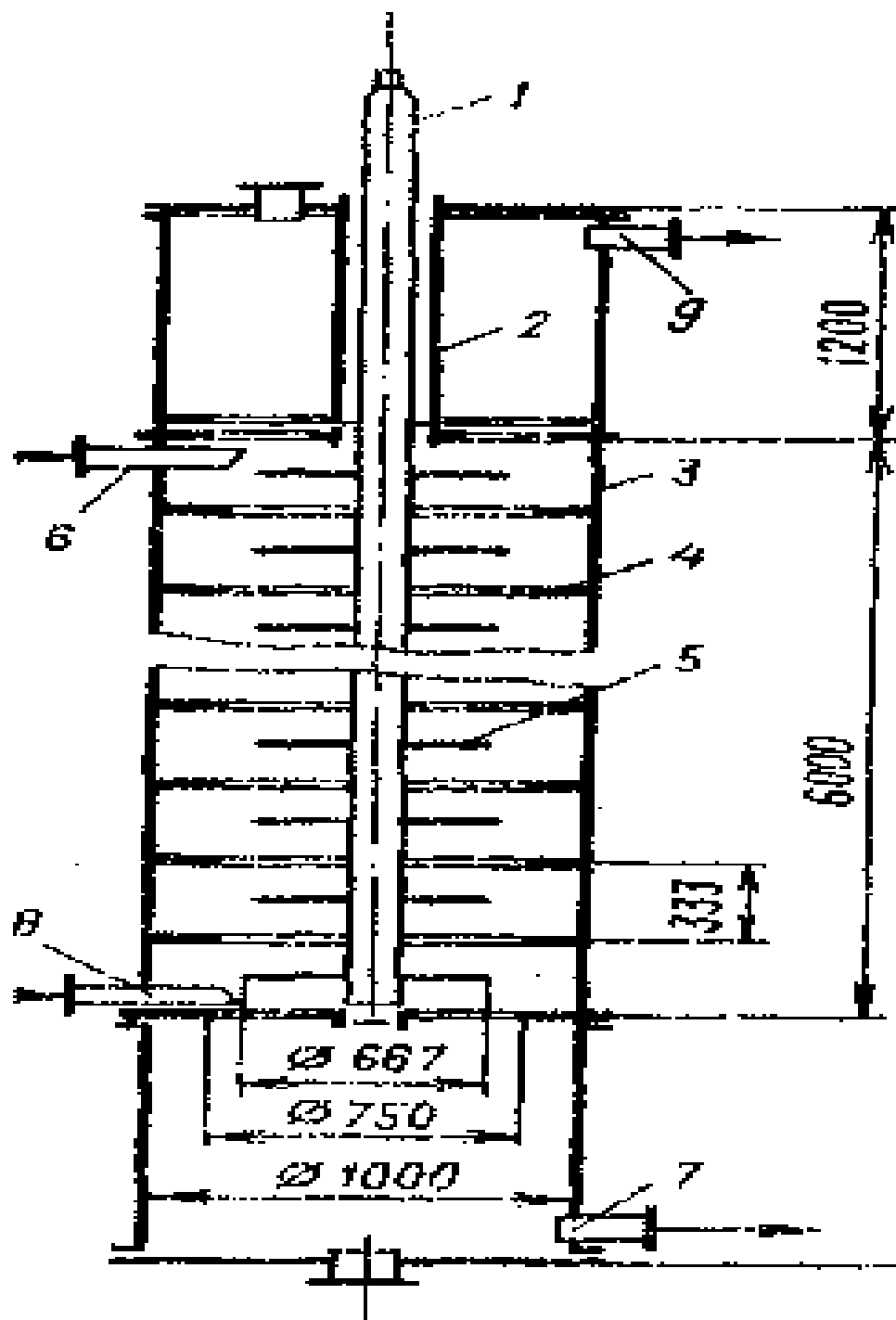
Odatda rotor-diskli ekstraktorlarda ishchi va cho'ktirish zonalarining balandliklari bir xil bo'ladi. Agarda ushbu formula orqali benzol tomchilari koalenstenstiyasi bo'lishi uchun zarur vaqti

$$\tau_{\text{koal}} = 1,32 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{\mu_m \cdot d}{\sigma} \right) \cdot \left(\frac{H}{d} \right)^{0,18} \cdot \left(\frac{\Delta \rho \cdot g \cdot d^2}{\sigma} \right)^{0,32}$$

va uning asosida cho'ktirish zonasining hajmi hisoblansa, ushbu zonaning balandligi taxminan 0,2 m ga teng bo'ladi. Ma'lumki bu turdagi ekstraktorlarda cho'ktirish zonasi ishchi zonasining davomi bo'lib, unda suyuqlik intensiv harakat qiladi. Shuning uchun cho'ktirish zonasi 2 qismdan iborat bo'lgani maqsadga muvofiqdir, ya'ni cho'ktirish va oraliq turfunlashtiruvchi zonalardan. Yuqorida aytilganlarni hisobga olsak, cho'ktirish zonasining to'liq balandligi 1,2 m ga teng bo'ladi.

3.7-rasmda rotor-diskli ekstraktorning texnologik hisoblar asosida olingan o'lchamlari keltirilgan. Ushbu misolda rotor-diskli ekstraktor hisobi $p-V_R = 0,2 \text{ m/s}$ bo'lgan shart-sharoit uchun bajarilgan.

Ammo rotor-diskli ekstraktornlarni loyihalashda hisoblar $p-V_R$ ko'paytmaning turli qiymatlari uchun bajarilishi kerak va olingan natijalardan optimal varnianti tanlanishi zarur.



3.7-rasm. Rotor-diskli ekstraktor.

4.4. Ekstrakstion kolonnani xisoblash

Aromatik uglevodorod o-ksilol va parafin uglevodorodi n-oktanlarni dimetilsulfoksid erituvchisi yordamida ajratish uchun quyidagi berilganlar yordamida ekstrakstion kolonnani xisoblash.

Berilganlar:

Xom-ashyo buyicha kolonnani ishlab chikarish kuvvati $G=25000$ kg/s.

Xom-ashyo tarkibidagi o-ksilol va n-oktanning xajmiy mikdori.

$$g_{\text{ксил}} = 30\%.$$

$$g_{\text{октан}} = 70\%(\text{хажмий})$$

Rafinat tarkibidagi 0-ksilol $g_{KR} = 5\%$.

$$0\text{-ksilolning zichligi } \rho_{277}^{293} = 0,8668. \quad \alpha = 1,41.$$

$$n\text{-oktanning zichligi } \rho_{277}^{293} = 0,6849. \quad \beta = 2,32.$$

Jarayonning temperaturasi $T=313K$.

1. Kolonnaning moddiy balansi.

Ekstrakstiyaning moddiy balansi diagramma kurish yordamida aniklanadi.

Erituvchining mikdori kuyidagi formula yordamida xisoblanadi:

$$S_g = \alpha V_c$$

Bu erda: V_c - xom-ashyo mikdori, m^3/soat .

Xom-ashyo mikdori:

$$V_c = \frac{G}{\rho_c} \text{ ga teng.}$$

Bu erda: $\rho_c - 313K$ da xom-ashyo zichligi.

313K da xom-ashyo zichligini topamiz.

$$\rho_c = \rho_k g_k + \rho_0 g_0.$$

$$\rho_c = 866,8 \cdot 0,3 + 684,9 \cdot 0,7 = 739 \text{ kg} / m^3$$

Унда.

$$V_c = \frac{25000}{739} = 33,8 m^3 / \text{coam}.$$

$$S_g = 1,41 \cdot 33,8 = 47,65 m^3 / \text{coam}$$

Ekstrakt fazaning mikdori kuyidagi formula yordamida xisoblanadi:

$$E_g = \frac{\beta F_g}{\beta + 1}.$$

Bu erda:

$$F_g = V_c + S_g = 33,8 + 47,65 = 81,45 m^3 / \text{coam}.$$

$$E_g = \frac{2,32 \cdot 81,45}{2,32 + 1} = 56,95 m^3 / \text{coam}$$

Radiant fazasi mikdori kuyidagi formula yordamida topiladi:

$$R_g = F_g - E_g = 81,45 - 56,95 = 24,5 m^3 / \text{coam}$$

Erituvchining zichligi $\rho_s = 1101,4 \text{ kg} / m^3$ bulsa, erituvchi mikdori kuyidagicha topiladi:

$$S = S_0 \rho_s = 47,65 \cdot 1101,4 = 52500 \text{ kg} / \text{coam}$$

Rafinat eritmasining mikdori kuyidagi formula bilan xisoblanadi:

$$R = R_g \rho_R. \text{ Bu erda: } \rho_R - \text{ rafinat eritmasining } 318K \text{ dagi zichligi } \text{kg} / m^3.$$

Yukorida aytilgan temperaturada rafinat eritmasining zichligi kuyidagiga teng:

$$\rho_R = \rho_k g_{KR} + \rho_0 g_0 R$$

Rafinat va ekstrakt eritmalari tarkibi quyidagi jadvalda berilgan:

Komponentlar	Eritmalar tarkibi	
	Rafinat fazasi	Ekstrakt fazasi
	Xajmiy miqdori	Xajmiy miqdori
0-ksilol.....	0,05	0,1550
n-oktan.....	0,95	0,0114
DMCO.....	-	0,8336
Jami:	1,00	1,0000

$$\rho_R = \rho_K g_{KR} + \rho_0 g_{OR} = 863,5 \cdot 0,05 + 680,4 \cdot 0,95 = 690 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Unda rafinat eritmasi miqdori:

$$R = 24,5 \cdot 690 = 16920 \text{ kg} / \text{coam}$$

Apparatning material balansidan ekstraktning miqdorini topamiz:

$$E = 77500 - 16920 = 60580 \text{ kg} / \text{coam}$$

Ksilol buyicha material balansni tuzilishini tekshiramiz.

Buning uchun xom-ashyo, ekstrakt va rafinatlar tarkibini massasini aniqlaymiz.

U quyidagi formula orqali topiladi:

$$X_i = g_i \frac{\rho_{27n}^T}{\rho_{27n}^T}$$

Kuyidagi jadvalda okimlarning tarkibini massaviy xisobi berilgan.

Okimlar	Komponentlar Xajmi, g_i .	Solishtirma zichligi, ρ_{27n}^T .	Komponentlar xajmi, $x_i = g_i \frac{\rho_{27n}^T}{\rho_{27n}^T}$
Xom-ashyo:			
n-oktan.....	0,7	0,6849	0,648
o-ksilol.....	0,3	0,8668	0,352
Jami:	1,0	-	1,000
Rafinat eritmasi			
n-oktan.....	0,95	0,6804	0,9374
o-ksilol.....	0,05	0,8635	0,0626
Jami:	1,00	-	1,0000
Ekstrakt eritmasi			
n-oktan.....	0,0114	0,6849	0,0073
o-ksilol.....	0,1550	0,8668	0,1266
DMSO.....	0,8336	1,1014	0,8661
Jami:	1,0000	-	1,0000

Xom-ashyo tarkibidagi o-ksilol miqdori.

$$G_K = X_K G = 0,352 \cdot 25000 = 8790 \text{ kg} / \text{coam}$$

Rafinat eritmasi tarkibidagi o-ksilolning miqdori.

$$R_K = X_K R = 0,0626 \cdot 16920 = 1060 \text{ kg} / \text{coam}$$

Ekstrakt eritmasi tarkibidagi o-ksilolning miqdori.

$$E_K = X_K E = 0,1266 \cdot 60580 = 7680 \text{ кг} / \text{coam}$$

Kolonnadan chikayotgandagi o-ksilolning mikdori.

$$R_K + E_K = 1060 + 7680 = 8740 \text{ кг} / \text{coam}$$

Ekstrakt tarkibidagi o-ksilolning mikdori.

$$g_{KE}'' = \frac{g_{KE}}{g_{KE} + g_{OE}} \cdot 100 = \frac{0,1150}{0,1150 + 0,0114} \cdot 100 = 93,1\% (\text{хажм})$$

Bu erda: g_{KE} va g_{OE} lar ekstrakt tarkibidagi o-ksilol va n-oktanning mikdorlari.

2. Kolonnaning issiklik balansi.

Bu xolda ekstraktorning issiklik balansi kolonna yukori kismida 318K temperaturani saklab turish uchun beriladi. Erituvchining temperaturasi aniqlash. Issiklik balansini tuzish oddiy bulgani uchun bu erda xisoblash olib bormaymiz. Erituvchining apparatga tushayotgandagi temperaturasi 319K ga teng.

3. Kolonnadagi tarelkalar soni.

Karama-karshi okimli ekstraktorni nazariy tarelkalar soni Alders formulasi asosida xisoblanadi:

$$\varphi = \frac{E - 1}{E^{n+1} - 1}$$

Bu erda: φ - o-ksilolning ekstraktlanmagan ulushi;

p- kolonnadagi nazariy tarelkalar soni;

E- ekstraktsiya koeffistienti.

Ekstraktlanmagan o-ksilol ulushi kuyidagiga teng:

$$\varphi = \frac{g_{KR} R_0}{g_K V_C} = \frac{0,05 \cdot 24,5}{0,30 \cdot 33,8} = 0,1207$$

Ekstraktsiya koeffistienti kuyidagi formula bilan topiladi.

$$E = K \frac{E_g}{R_g}$$

Bu erda: k-o-ksilolning tarkalish koeffistienti.

Bu xolda: k=0,47 ga teng.

$$E = 0,47 \frac{56,95}{24,5} = 1,09$$

Topilgan kiymatlarni Alders formulasiga kuyamiz:

$$0,1207 = \frac{1,09 - 1}{1,09^{n+1} - 1}$$

Bu erdan: p=5,4.

Biz F.I.K. yukori bulgan elakli tarelkani tanlaymiz.

Uning F.I.K. $\eta_T = 0,3$ ga teng. Unda kolonnadagi amaliy tarelkalar soni:

$$N_p = \frac{n}{\eta_T} = \frac{5,4}{0,3} = 18$$

4. Kolonna diametrini xisoblash.

Ekstrakstion kolonnani diametri va tarelkalari orasidagi masofa bir-biriga boglangan. Tarelkalar orasida masofa kuyidagiga teng:

$$h_T = h_c + 0,2$$

Kolonna diametrini shunday tanlash kerakki, bunda tarelkalar orasidagi masofa 0,25-0,6 m oralikda bulsin.

Bizning xolda pastki tarelkada minimal zichliklar farki kuyidagicha teng.

$$\Delta\rho = \rho_E - \rho_C = 1063 - 739 = 324 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Ekstrakt fazaning kolonna pastidagi zichligi:

$$\rho_E = \frac{60580}{56,95} = 1063 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Tarelkada yigilgan suyuklik katlami balandligi,

$$h_c = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3$$

Kolonna diametrini $D_K=1,2$ m deb olamiz. Unda kundalang kesim yuzasi kuyidagiga teng buladi:

$$F_K = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{\pi D_K^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} = 1,13 \text{ m}^2$$

Kolonna kundalang kesim yuzasining teshiklar yuzasiga nisbati kuyidagiga teng:

$$\psi = \frac{\pi d_0^2}{4 F_K} = \frac{3,14 \cdot 0,005^2}{4 \cdot 1,13} = 17,4 \cdot 10^{-6}$$

Tarelkadagi teshiklarning umumiy yuzasi:

$$F_0 = f_n F_K = 0,101 \cdot 1,13 = 0,114 \text{ m}^2$$

Tarelkadagi teshiklar soni:

$$n_0 = \frac{4 F_0}{\pi d_0^2} = \frac{4 \cdot 0,114}{3,14 \cdot 0,005^2} = 5800$$

Disperslangan fazaning tarelkalar teshigidagi tezligi kuyidagicha xisoblanadi:

$$\omega_0 = \omega_g \frac{F_K}{F_0}$$

Bu erda: ω_g - disperslangan fazaning kayd etilgan tezligi.

$$\omega_g = \frac{E_g}{3600 F_K} = \frac{56,95}{3600 \cdot 1,13} = 0,014 \text{ m} / \text{s}.$$

$$\text{Unda: } \omega_0 = \frac{0,014 \cdot 1,13}{0,114} = 0,139 \text{ m} / \text{s}$$

Δh_1 uchun kiymatlarni urniga kuyib kuyidagi natijani olamiz:

$$\Delta h_1 = \frac{1063}{324} \cdot \frac{(1 - 17,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,139^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7^2} = 0,0066 \text{ m}$$

Δh_2 kattaligi kuyidagi formula bilan xisoblanadi:

$$\Delta h_2 = E_n \frac{\omega_n^2 \rho_c}{2 g \Delta \rho}$$

Bu erda: E_n - tarelkaning gidravlik karshilik koeffitsienti 1,5-4,5 ga teng.

ω_n - xamma fazaning tezligi;

ρ_c - ekstraktor pastki tarelkasi tagidagi barcha fazalarning zichligi.

Barcha fazaning kuyilish patrubkasidagi tezligi.

$$\omega_n = \frac{V_c}{3600S_3}$$

$$S_3 = f_{n,m} F_k = 0,03 \cdot 1,13 = 0,0339 M^2$$

Kuyilish patrubkasining ichki diametri:

$$d_g = 1,128\sqrt{53} = 1,128\sqrt{0,0339} = 0,207 M$$

Kuyilish patrubkasining tashki diametri devor kalinligi $\delta_{cm} = 0,006 M$ bilan xisoblasak,

$$d_T = 0,219 m.$$

$$\omega_n = \frac{33,8}{3600 \cdot 0,0339} = 0,278 M / c.$$

Umumiy fazaning kuyilish patrubkasidan utayotgandagi ruxsat etilgan chegarasi Stoks formulasidan foydalanib xisoblanadi.

$$\omega_{n.g} = \frac{g \Delta \rho d^2}{18 \mu_c}$$

d- tomchilar diametri,

μ - umumiy fazaning dinamik kovushkokligi.

Umumiy fazaning $T_N = 313 K$ dagi dinamik kovushkokligini quyidagi formula bilan xisoblaymiz:

$$\lg \mu_c = x'_0 \lg \mu_0 + x'_k \lg \mu_k$$

Bu erda:

x'_0 va x'_k - n-oktan va o-ksilollarning xom-ashyodagi mol mikdori.

$$x'_0 = \frac{0,648 | 114}{\frac{0,648}{114} + \frac{0,352}{106}} = 0,63.$$

$$x'_k = \frac{0,352 | 106}{\frac{0,648}{114} + \frac{0,352}{106}} = 0,37.$$

Natijada:

$$\lg \mu_c = 0,37 \lg 0,00625 + 0,63 \lg 0,00425 = -2,31 = 3,69$$

yoki

$$\mu_c = 0,00492 / (cm \cdot c) = 1,76 \kappa z / (M \cdot coam)$$

Tomchilarning diametrini $d = 0,001 m$ deb kabul kilib $\omega_{n.g}$ ni topamiz.

$$\omega_{n.g} = \frac{127 \cdot 10^6 \cdot 324 \cdot 0,001^2}{18 \cdot 1,76} = 1300 M / coam = 0,37 M / cek$$

Δh_2 uchun aniklangan kiymatlarni quyib, bu erda $E_p = 4,5$ deb kabul kilib quyidagiga ega bulamiz:

$$\Delta h_2 = 4,5 \frac{0,278^2 \cdot 739}{2 \cdot 9,81 \cdot 324} = 0,04 M$$

$$\Delta h_3 = 1,5 \frac{\omega_0^2 \cdot \rho_c}{2 g \Delta \rho} = 1,5 \frac{0,014^2 \cdot 739}{2 \cdot 9,81 \cdot 324} = 0,000034 M$$

Shunday kilib, $h_c = 0,0066 + 0,04 + 0,000034 = 0,046634m$

Disperslanadigan katlam balandligini $h_c = 0,2m$ deb olamiz.

Tarelkalar orasidagi masofa kuyidagiga teng bulishi kerak:

$$h_T = 0,2 + 0,2 = 0,4m$$

$0,25 < h_T < 0,6$ sharti bajariladi, shuning uchun $D_k = 1,2$ m kolonna diametri tugri tanlangan.

5. Kolonnaning balandligini xisoblash.

Apparatning ishchi balandligi:

$$H_p = H_{p.k} + H_T + h_4 + 0,5$$

Bu erda: $H_{p.k}$ - ajratish kamerasi balandligi,

N_T - tarelkalar egallagan balandlik,

H_4 - rafinatli kuyish balandligi.

Ajratish kamerasi balandligini tarelkalar orasidagi masofadan 5 marta katta kilib olamiz.

$$H_{p.k} = 5h_T = 5 \cdot 0,4 = 2m$$

Tarelkalar egallagan balandlik:

$$H_T = (N_p - 1)h_T = (18 - 1) \cdot 0,4 = 6,8m$$

Rafinatning kuyilish balandligi:

$$H_4 = 2h_T = 2 \cdot 0,4 = 0,8m$$

Unda:

$$H_p = 2 + 6,8 + 0,8 + 0,5 = 10,1m$$

Ajratish kamerasida ogir suyuklik katlamining balandligi:

$$h_1 = 0,5H_{p.k} = 0,5 \cdot 2 = 1m$$

Rafinatning kuyilish balandligi:

$$H_3 = H_{p.k} + H_T + h_4 = 2 + 6,8 + 0,8 = 9,6m$$

Kolonnadagi umumiy faza katlami balandligi:

$$h_2 = h_3 - h_1 = 9,6 - 1 = 8,6m$$

5-bob. Reaktorlarni xisoblash

5.1. Pirolizning trubali reaktorini xisoblash

Gradient tipidagi zmeevik trubali reakstion pechi xisoblansin.

Piroliz uchun propanli frakstiya olingan bulib, uning tarkibi jadvalda kursatilgan. Piroliz maxsuloti pirogazning tarkibi xam jadvalda kursatilgan. Pechning ishlab chikarish kuvvati $G=10000$ kg/soat. Propanli frakstiya pirolizi kushimcha $Z=2000$ kg/soat suv bugi bilan olib boriladi. Xom ashyoning pechga kirishdagi temperaturasi $T=308$ K.

Komponentlar	Tarkib; mol%		komponent	Tarkib; mol %	
	Propanli frakstiya xom ashyosi	Pirogaz		Propanli frakstiya xom ashyosi	pirogaz
N_2	0,7	13,2	S_3 N_6	10,7	8,9
SN_4	6,3	33,6	S_3 N_8	56,7	4,1
S_2N_2	-	0,3	S_4	4,1	0,9
S_2 N_4	4,9	27,3	S_5 +.....	-	2,1
S_2 N_6	16,6	9,6			
			Jami:	100,0	100,0

1. Yonish jarayonini xisoblaymiz.

Yonish jarayoni 154-156 betlarda kursatilgan.

2. Xom ashyo va pirogaz tarkibi.

Xom ashyoning molekulyar massasi $M_x=39,2$; zichligi $\rho_x=1,75$ kg/m³; pirogazning mol massasi $M_n=23,8$, zichligi $\rho_p=1,07$ kg/m³;

Xom ashyo va suv bugi aralashmasi zmeevikka kirishda va chikishdagi molekulyar massasini xisoblab topamiz:

$$M_{\kappa} = \frac{12000}{366,9} = 32,7; \quad M_r = \frac{12000}{530,68} = 22,6$$

3.Reakstiyanning oxirgi temperaturasi.

Pirogazning zmeevikdan chikishdagi temperaturasi kuyidagi tenglama orkali topiladi.

$$T=T_2 X_2+T_3 X_3+T_3 X_3+T_4 X_4$$

bu erda: T_2, T_3, T_4 - uglevodorodlar ($S_2 N_6, S_3 N_6, S_3 N_8, S_4 N_{10}$) ning zmeevikdan chikishdagi temperaturalari. (K da)

2. X_2, X_3, X_4 –uglevodorodlar ($S_2 N_6, S_3 N_6, S_3 N_8, S_4 N_{10}$) xom ashyodagi mikdori.

Oxirgi temperatura bevosita kontakt vakti bilan boglik bulib, u Shmidt formulasida uz aksini topgan.

$$Lg \tau^{et}_{opt} = -12,75 + \frac{13700}{T}; \text{ bu etan uchun}$$

$$Lg \tau^{pr}_{opt} = -10,96 + \frac{11038}{T}; \text{ bu propan, propilen va butan uchun}$$

Bu erda $\tau^{np}_{onm}; \tau^{sm}_{onm}$ -kontaktning optimal vakti (s).

Umumiy vakt optimal vakt bilan kuyidagicha boglangan.

$$\tau_{ym \leq} (1,8 \div 2,1) - \tau_{onm}$$

Bu erda jadvaldan foydalanib $\tau_{ym} = 0,7$ s ga teng deb olamiz.

$$\tau_{onm} = \frac{\tau_{ym}}{2,1} = \frac{0,7}{2,1} = 0,33 \text{ s}$$

$$lg_{0,33} = -12,75 + \frac{13700}{T_2};$$

$$\Rightarrow T_2 = 1117 \text{ K}; T_3 = 1055 \text{ K}$$

$$lg_{0,33} = -10,96 + \frac{11038}{T_3}$$

Uglevodorodlar (S_2N_6 , S_3N_6 , S_3N_8 , S_4N_{10}) ning xom ashyodagi mikdori jadvaldan kurib pirogaz temperaturasi T ni xisoblaymiz.

$$T = 1117 \cdot 0,1363 + 1055 \cdot 0,1230 + 1055 \cdot 0,6755 + 1055 \cdot 0,0652 = 1063K$$

4. Pechning issiklik yuklamasi va yonilgi sarfi.

Pechning foydali issikligi $Q_f = Q_1 + Q_p$;

bu erda Q_1 - reakstion zmeevikdagi gaz aralashmasini kizdirish uchun kerak bulgan issiklik sarfi.

Q_p - reakstiya uchun sarflangan issiklik, kVt.

Xom ashyoning reakstion zmeevikka kirishdagi temperaturasi $T_n = 873$ K deb olamiz va Q_1 ni kuyidagicha topamiz.

$Q_1 = (G + Z) (q_{873} - q_{308})$ bu erda: $q_{873} \approx 1567,9$ kJ/kg, $q_{308} \approx 63,2$ kJ/kg – gaz bug aralashmasining shu temperaturalaridagi jadvaldan olingan entalpiya kiymati.

$$Q_1 = (10000 + 2000) (1567,9 - 63,2) = 18,1 \cdot 10^6 \text{ kJ/s} = 5015 \text{ kVt}$$

Reakstiya uchun kerakli issiklik sarfi Q_p kuyidagicha topiladi:

Статья I.

$$Q_p = Q_{p1} + Q_2$$

bu erda: Q_{p1} -piroliz reakstiyasi uchun sarflangan issiklik;

Q_2 - gaz-bug aralashmasini $T_n = 873$ K dan $T = 1063$ K ga isitish uchun sarflangan issiklik. 1kVt

$Q_n = \Delta H \cdot \sum G_i$; bu erda ΔH - reakstiyaning issiklik effekti;

$\sum G'_i = 255,9$ kmol/s xom ashyoning mol mikdori;

$\Delta H = H_2 - H_1$; bu erda N_1 ; N_2 -kelayotgan xom ashyo va pirogaz issikligi (kJ/kmol).

Статья II. N_2 va N_1 larni jadvaldan aniklab olib,

Статья III. $\Delta H = H_2 - H_1$; bu erda N_1, N_2 -kelayotgan xom ashyo va pirogaz issikligi (kJ/kmol).

Статья IV. $\Delta N = N_2 - N_1 = -66060 - (-101667) = 35607$ kJ/kmol ga ega bulamiz:

Статья V. $Q_n = \Delta H \quad G'_i = 35607 \cdot 255,8 = 9,11 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{c} = 2530 \text{ kBm}$

$$Q_2 = (G + Z)(q_{1063} - q_{873}) = (10000 + 2000)(2297,3 - 1567,9) = 8,76 \cdot 10^6 \text{ kJ} / \text{c} = 2433 \text{ kBm}$$

$q_{1063} = 2297,3$ jadvaldan olingan.

$$Q_r = 2530 + 2433 = 4963 \text{ Kvt}$$

Pechning foydali issikligi:

$$Q_f = 4963 + 5015 = 9978 \text{ kVt}$$

Atrof muxitga yukotilgan issiklik mikdori $q_1 = 7\%$ deb kabul kila-miz. Pechdan chikib ketayotgan tutun gazlari temperaturasi $T_r = 673 \text{ K}$ deb olamiz. Bundan q-T grafigidan ularning entalpiyasi $q_2 = 8800$ kJ/kg ni aniklab olamiz.

Endi pechning F.I.K ni topamiz:

$$\eta = 1 - \left(\frac{q_1}{q_p^H} + \frac{q_2}{q_p^H} \right) = 1 - \left(0,07 + \frac{8800}{49040} \right) = 0,75$$

5. Radiant kameradan chikayotgan tutun gazlarining temperaturasi xisoblaymiz.

Yonish issiklik balansi $Q_p = B(Q_p^H \eta_T - q_{T_n}^r)$ tenglamasidan

(bu erda $\eta_T = 1 - 0,05 = 0,95$ yonishning F.I.K)

Tutun gazlari entalpiyasini topamiz:

$$q_{T_n}^r = Q_p^H \cdot \eta_T - \frac{Q_p}{B} = 49040 \cdot 0,95 - \frac{4963 \cdot 3600}{977} = 28250 \text{ kJ} / \text{K}$$

q-T grafigidan bu entalpiyaga mos temperatura $T_p = 1473 \text{ K}$ ni topamiz.

4. (6) Reakstion zmeevikning isitish yuzasini topamiz.

U quyidagicha topiladi:

$$F_p = \frac{Q_p}{q_p};$$

bu erda q_p -ekran trubalar isitish yuzasining urtacha issiklik kuchlanishi (kVt/m^2).
Bu kattalik odatda $34,7\text{--}37,2 \text{ kVt/m}^2$ deb kabul kilinadi. Biz $q_p=37,2 \text{ kVt/m}^2$.ni olib

$$Fr = \frac{4963}{37,2} = 133 \text{ m}^2 \text{ ga ega bulamiz.}$$

Trubalar diametrini $d_H=0,14 \text{ m}$ va devor kalinligini $0,008 \text{ m}$ deb trubalarning umumiy ishchi uzunligini aniklaymiz.

$$L'_p = \frac{L_p}{m} = \frac{302}{2} = 151 \text{ m}$$

Bitta truba uzunligini $\ell_T=12,5 \text{ m}$ deb olib, reakstion zmeevik 1 ta okimidagi trubalar sonini aniklaymiz:

$$N'_p = \frac{L'_p}{\ell_T} = \frac{151}{12,5} = 12$$

7) Gaz bug aralashmasining reakstion zmeevikda bulish vaktini aniklaymiz. U quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$\tau_{ym} = \frac{L''_p}{\omega_{yp}}$$

bu erda ω_{yp} - gazning reakstion zmeevikdagi urtacha chizikli tezligi (m/s).

Bu urtacha tezlikni topish uchun kerakli kushimcha xisoblashlar olib boramiz.

$$U = \frac{4(G + Z)}{3600 \cdot m \cdot \pi \cdot d_B^2} = \frac{4(10000 + 2000)}{3600 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,124^2} = 138 \text{ kg/(m}^2 \text{ s)}$$

Adabiyotlardagi ma'lumotlarga kura reakstion zmeevikdagi bosimlar farki:

$$\Delta R_r = 245 \cdot 10^3 - 343 \cdot 10^3 \text{ Pa ga teng buladi.}$$

Reaktordan chikayotgan maxsulot bosimi:

$$R_k = 127 \cdot 10^3 - 196 \cdot 10^3 \text{ Pa ga teng buladi.}$$

Zmeevik boshidagi bosim:

$$P_H = P_\kappa + \Delta P_p = 130 \cdot 10^3 + 335 \cdot 10^3 = 465 \cdot 10^3 \text{ Pa ga teng buladi.}$$

Gaz-bug aralashmasining reakstion zmeevikka kirishdagi zichligi normal sharoitda:

$$a) \rho'_0 = \frac{M_\kappa}{22,4} = \frac{32,7}{22,4} = 1,46 \text{ kg} / \text{m}^3$$

bu erda: $M_\kappa=32,7$ - gaz-bug aralashmasining urtacha molekulyar massasi.

5. b) bu zichlik $T_n=873 \text{ K}$ va $R_n=465 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ sharoitda

$$\rho_H = \rho'_0 \frac{T_0 P_H}{T_H \cdot P_0} = 1,46 \cdot \frac{273 \cdot 465 \cdot 10^3}{873 \cdot 98,1 \cdot 10^3} = 2,17 \text{ kg} / \text{m}^3.$$

Gaz bug aralashmasining reakstion zmeevik oxiridagi zichligi:

$$a) \text{ Normal sharoitda } \rho''_0 = \frac{M_r}{22,4} = \frac{22,6}{22,4} = 1,01 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$M_r=22,6$ gaz-bug aralashmasining reakstion zmeevikdan chikishdagi urtacha molekulyar massasi.

b) bu zichlik $T=1063 \text{ K}$ va $R_r=130 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ sharoitida

$$\rho_r = \rho''_0 \frac{T_0 \cdot P_r}{T \cdot P_0} = 1,01 \frac{273 \cdot 130 \cdot 10^3}{1063 \cdot 98,1 \cdot 10^3} = 0,34 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\text{urtacha zichlik } \rho_{yp} = \frac{\rho_\kappa + \rho_r}{2} = \frac{2,17 + 0,34}{2} = 1,257 \text{ kg} / \text{m}^3$$

gaz-bug aralashmasining chizikli tezligi.

a) reakstion zmeevikning boshlanishida:

$$\omega_\sigma = \frac{U}{\rho_\kappa} = \frac{138}{2,17} = 63,5 \text{ m} / \text{s}$$

b) reakstion zmeevikning oxirida:

$$\omega_{ox} = \frac{U}{\rho_r} = \frac{138}{0,34} = 401_{M/c}$$

$$v) \text{ Urtacha tezlik: } \omega_{yp} = \frac{\omega_{\delta} + \omega_{ox}}{2} = \frac{63,5 + 401}{2} = 232_{M/c}$$

Topilgan natijalarni quyidagi formulaga kuyamiz:

$$\tau_{o\delta uH} = \frac{156}{232} = 0,674c$$

Katalizatorning mavxum kaynash katlamli katalitik kreking kurilmasi reaktori.

Vakuum distillyatini katalitik krekinglash kurilmasi katalizator mavxum kaynash katlamli reaktori quyidagi boshlangich shartlar buyicha xisoblansin:

Toza xom-ashyo buyicha reaktor ish unumdorligi $G_c=250$ t/s.

Restirkulyastiya buladigan katalitik kreking gazoyli mikdori toza xom-ashyo mikdorining 28,4 massa % ini tashkil etadi.

Jarayon rejimi: Kreking temperaturasi $T_R=758$ K, katalizatorning toza xom-ashyo buyicha massaviy stirkulyastiya

Xom-ashyo va maxsulotlar xarakteristikasi quyidagi jadvalda keltirilgan:

Kursatkichar	Xom-ashyo		Kreking maxsulotlari		
	Vakuum distillyat	Restirkulyastiy a gazoyl	Benzin	Katalitik gazoyl	
				engil	ogir
Nisbiy zichligi:					
ρ_{277}^{293}	0,910	0,9330	0,7600	0,9300	0,9400
	0				
ρ_{288}^{288}	0,913	0,9340	0,7641	0,933	0,942
	1			0	0
Kaynash cheg	623-773	468-773	31-468	468-623	623-773
Molekulyar Ogirli	360	248	105	200	340
Urtacha					

Moddiy balans.

Xom-ashyoning 75% xajmiy % i parchalanadi deb kabul kilib olamiz.

Xom-ashyo mikdorining stirkulyastiya gazoyli mikdoriga nisbati.

$$\kappa = \frac{Gc}{0,284Gc} = \frac{250}{0,284 \cdot 250} = 3,52$$

[1,215δ]

dagi grafik buyicha benzin chikishini aniklaymiz. $g_{\delta} = 54$ xajmiy %.

Massaviy foizlarda:

$$x_{\delta} = \frac{\rho_{277}^{293} \cdot g_{\delta}}{\rho_{277}^{293}} = \frac{0,760 \cdot 54}{0,910} = 45,1 \text{ mass \% toza xom-ashyoga.}$$

Berilgan parchalanish darajasida koks chikishi [1,215δ] dagi grafikdan:

$$x_k = 8,7 \text{ massa \% toza xom-ashyoga.}$$

623-773 K da kaynaydigan vakuum distillyatini katalitik krekinglashda chikadigan gazning chikishini [84,8δ] buyicha 17,7 massa % toza xom-ashyoga.

Rektifikastion kolonnada engil va ogir gazoylga ajraladigan katalitik gazoyl chikishi.

$$x_{e,z} + x_{o,z} = 100 - (45,1 + 8,7 + 17,7) = 28,5 \text{ mass \% toza gazoylga}$$

Kreking maxsulotlarida chikish xisoblashlari jadvalda keltirilgan.

Maxsulot va xom ashyo nomi	Mikdori, t/s	Tarkibi	
		Xom-ashyo massa %	Reaktorning chikish massa %
Kirim			
623-773 K da kaynaydi- gan vakuum distillyat.	250,0	100,0	77,9
Restirkulyastiya katali- tik gazoyli	71,0	28,4	22,1
Reaktor yuklanishi	321,0	128,4	100,0
Chikim			
Gaz	44,25	17,70	13,78
Benzin	112,75	45,10	32,13
Engil gazoyl	39,25	15,70	12,22
Ogir gazoyl	32,0	12,80	9,97
Koks	21,75	8,70	6,80
Jami	250,0	100,0	77,90
Irkulyastiya katalitik gazoyli	71,0	28,4	22,1

Xammasi	321,0	128,4	100,0
---------	-------	-------	-------

2. Stirkulyastiya katalizatori mikdori va suv sarfi.

Katalizator stirkulyastiyasi karraligi $R = 7 : 1$ da katalizator mikdori.

$$G_k = R \cdot G_c = 7 \cdot 250 = 1750 \text{ t/soat}$$

Xom-ashyo buglarining katalizator bilan aralashmasi zichligini rostlash uchun transport liniyasiga 2-6 massa % mikdorida suv bugi beriladi. Kokslangan katalizatordan kreking maxsulotlarini buglatish uchun 1 t katalizatorga 5-10 kg bug sarflanadi.

Aralashma zichligini rostlash uchun sarflanadigan bug mikdorini xom-ashyoning 4 massa % mikdorida kabul kilamiz.

$$G_{ni} = 250 \cdot 0,04 = 10 \text{ m / coam} = 10000 \text{ kg / coam} .$$

Regenerastiyadan keyin katalizatorda 0,2-0,5 massa % mikdorda koks koladi. Koldik koks mikdorini 0,4 massa % deb kabul kilib:

$$G_{k.k} = \frac{0,4 \cdot 1750}{100} = 7 \text{ m / coam} .$$

Reaktordan chikishda kokslangan koks mikdori:

$$G'_{k.k} = G_k + G_{k.k} + 21,75 = 1750 + 7 + 21,75 = 1778,75 \text{ m / coam} .$$

Reaktor issiklik balansi.

Reaktor issiklik balansi umumiy kurinishda quyidagi kurinishda buladi:

$$Q_x + Q_{q1} + Q_{k1} + Q_{n1} + Q_{d1} + Q_{k.k} = Q_r + Q_\delta + Q_{e,z} + Q_{o,z} + Q_{k,z} + Q_k + Q_{n,z} + Q_{d,z} + Q_{n,z} + Q_p + Q_u$$

Bu erda: issiklik kirimi:

Q_x - xom-ashyo bilan kiradigan issiklik mikdori;

Q_{st1} - restirkulyastiya katalitik gazoyli bilan;

Q_{k1} - stirkulyastiya katalizatori bilan;

Q_{p1} - suv bugi bilan;

Q_{d1} - katalizatordan uglevodorodlarni buglatish uchun beriladigan bug bilan;

$Q_{k.k}$ - koldik koks bilan.

Issiklik chikimi:

Q_g - kreking gazlari bilan;

Q_b - benzin buglari bilan;

$Q_{e.g}$ - engil gazoyl buglari bilan;

$Q_{o.g}$ - ogir gazoyl buglari bilan;

$Q_{k.g}$ - stirkulyastiya katalizatori bilan;

Q_k - krekingda xosil buladigan koks bilan;

$Q_{st.g}$ - restirkulyastiya gazoyli bilan;

Q_{dg} - katalizatordan uglevodorodlarni buglatish uchun beriladigan bug bilan;

Q_{pg} - transport liniyasiga beriladigan bug bilan;

Q_R - katalitik kreking reakstiyasiga;

Q_y - atrof-muxitga.

Issiklik balansidan xom-ashyoni katalizator bilan aralashtirish uzeliidagi temperaturani aniklaymiz.

Okimlarni reaktorga kirishdagi temperaturalarini kabul kilamiz:

$T_{st.g}=561$ K- stirkulyastiya gazoyli temperaturasi;

$T_{k.1}=873$ K- katalizator temperaturasi;

$T_{p.1}=873$ K- transport liniyasiga beriladigan bug temperaturasi;

$T_{D1}=783$ K- reaktor buglatish zonasiga beriladigan bug temperaturasi.

Okimlar entalpiyalarini aniklaymiz. Dastlab kreking-gaz tarkibini aniklaymiz.

Komponent-lar	M_i	Chikish mass. %	Mikdori	
N_2S	34	0,85	2125	62,5
H_2	2	0,20	500	250,0
SN_4	16	2,31	5770	361,0
S_2N_4	28	0,57	1424	51,0
S_2N_6	30	1,25	3120	104,0
S_3N_6	42	3,22	8050	191,8
S_3N_8	44	2,43	6070	138,0
S_4N_8	56	3,95	9868	176,4
S_4N_{10}	58	2,92	7323	126,3
Jami:		17,70	44200	1461,0

Kuyidagi jadvalda gaz komponentlari entalpiyalari keltirilgan. Masalan H_2S ning 673 K dagi entalpiyasi, jadvaldan aniklanadigan solishtirma entalpiyaning, uning kreking massaviy ulushiga kupaytmasiga teng.

$$432,2 \cdot 0,048 = 20,74 \text{ kJ/kg}$$

Komponentlar	Tarkibi X_i , mass %	Entalpiya, kJ/kg			
		673 K		773K	
		q_i^r	$q_i^r \cdot x_i$	q_i^r	$q_i^r \cdot x_i$
N_2S	4,80	432,2	20,74	548,3	26,3
H_2	1,13	5798,0	65,50	7255,0	82,0
CH_4	13,07	1127,0	147,2	1495,0	195,4
C_2H_4	3,22	858,6	27,66	1143,0	36,8
C_2H_6	7,07	988,0	69,82	1323,0	93,5
C_3H_6	18,22	853,8	155,6	1139,0	207,4
C_3H_8	13,76	967,3	133,0	1293,5	177,8
C_4H_8	22,28	896,0	199,7	1193,0	266,2
C_4H_{10}	16,45	967,3	159,20	1290	212,2
Jami:	100		978,4		1297,6

Komponentlar entalpiyalari yigindisi shu temperaturada kreking gaz entalpiyasiga teng.

Uglevodorod gazlari entalpiyalari [1] adabiyot ilovalaridagi jadvaldan aniklanadi.

Okim belgisi	Xolati	Temperatura, K	Mikdori, Kg/soat	Entalpiya, kJ/k	Issiklik Mikdori, kVt
Kirim					
Q_c	S	T_x	250000	q_x	Q_x
Q_{st1}	S	561	71000	648	12790
Q_{k1}	K	873	1750000	678,4	329500
Q_{p1}	B	873	10000	3708	10300
Q_{D1}	B	783	12430	3510	12130
$Q_{k,k}$	K	873	7000	1506	2930
Jami:	-	-	-	-	$Q_x+367550$
Chikim					
Q_G	G	758	44250	1252	15380
Q_b	B	758	112750	1162	36330
$Q_{e,g}$	B	758	39250	1102,5	12020
$Q_{o,g}$	B	758	32000	1097,0	9755
$Q_{k,g}$	K	758	1750000	548,8	26650
Q_k	K	758	28750	1219,0	9720
Q_{ug}	B	758	75000	1102,5	21720
Q_{pg}	B	758	10000	3455	9600
Q_{Dg}	B	758	12430	3455	11920
Q_R	-	-	250000	205,2	14250
Q_p	-	-	-	-	815
Jami:	Kabul kilina-di		-	-	409160

Parchalanish darajasi:

$$100 - (15,7 + 12,8) = 71,5\%$$

71,5% parchalanishda 1 kg xom-ashyoga tugri keluvchi issiklik effekti 205,2 kJ ga teng.

Issiklik balansidan:

$$Q_c = 409140 - 367550 = 41590 \text{ kJ/h}$$

Xom-ashyo entalpiyasi:

$$q_c = \frac{3600 Q_x}{G_x} = \frac{3600 \cdot 41590}{250000} = 600 \text{ kJ/kg}$$

4. Reaktor ulchamlari.

Reaktor kundalang kesim yuzasi:

$$S = \frac{V}{3600 \cdot \omega}$$

V- buglar xajmi, m³/soat;

ω – buglarning ruzsat etilgan tezligi.

$$V = \frac{22,4 \sum \frac{G_i}{M_i} T_p \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273\pi}$$

Bu erda: $\sum \frac{G_i}{M_i}$ - reaktordagi bug aralashmasi mikdori, kmol/soat.

T_R- reaktordagi temperatura, K.

$\pi = 0,2 \cdot 10^6$ Π - reaktordagi absolyut bosim.

$\sum \frac{G_i}{M_i}$ ni aniklash uchun kreking gaz urtacha molekulyar ogirligini aniklaymiz.

$$M_{\Sigma} = \frac{44200}{1461} = 30,3$$

Jadvaldan:

$$\sum \frac{G_i}{M_i} = \frac{44200}{30,3} + \frac{112750}{105} + \frac{39250}{200} + \frac{32000}{340} + \frac{71000}{248} + \frac{10000}{18} + \frac{12430}{18} = 4380 \text{ kmol/soat.}$$

U xolda:

$$V = \frac{22,4 \cdot 4380 \cdot 758 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \cdot 0,2 \cdot 10^6} = 136210 \text{ m}^3 / \text{soat}$$

Reaktor kundalang kesim yuzasi:

$$S = \frac{V}{3600 \cdot \omega} = \frac{136210}{3600 \cdot 0,63} = 44,5 \text{ m}^2$$

Reaktor diametri:

$$D = 1,128 \sqrt{S} = 1,128 \sqrt{44,5} = 7,5 \text{ m}$$

Reaktor tulik balandligi:

$$H_T = h + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

h- mavxum kaynash katlami balandligi, m.

h₁-mavxum kaynash katlamidan taksimlash kurilmasiga bulgan masofa;

h₂-buglatish zonasi balandligi (h₂=6m).

h₃-separastiyalash zonasi balandligi;

h₄-reaktorning stiklon egallagan zonasi balandligi (h₄=6m);

h₅-yukori kopkok balandligi; (h₅=0,5D=3,75m);

Mavxum kaynash katlami balandligi 4,5-7,0m. Kuyidagicha xisoblash mumkin:

$$h = \frac{V_p}{S} = \frac{279}{44,5} = 6,24 \text{ m}$$

Bu erda: V_p-reakstion bushlik xajmi.

$$V_p = \frac{G_{\kappa,p}}{\rho_{\text{M.K}}} = \frac{139500}{500} = 279$$

Bu erda: G_{κ,p} - reakstion bushlikdagi katalizator mikdori, kg.

$\rho_{\text{м.к}}$ - mavxum kaynash katlami zichligi $\rho_{\text{м.к}} = 500 \text{ кг} / \text{м}^3$.

$$G_{\text{к.р}} = \frac{G'_c}{ng} = \frac{320850}{2,3}$$

G'_c - reaktorga berilayotgan xom-ashyodan restirkulyastiya gazi;

ng - xom-ashyo berilishi massaviy tezligi ($ng = 1,1 - 2,3 \text{ coam}$).

Utish zonasi balandligi:

$$h_1 = h'_1 + h_{\text{к}}$$

Bu erda: h'_1 - utish zonasining stilindrsimon kismi balandligi;

$h_{\text{к}}$ - uning konussimon kismi balandligi;

h_1 - 7m kabul kilamiz. h'_1 va $h_{\text{к}}$ ni desorber diametri aniklangach xisoblanadi.

Desorber kundalang kesim yuzasi:

$$S_D = \frac{V_D}{3600 \omega_D}$$

V_D - desorber erkin yuzasi orkali utadigan bug xajmi, $\text{м}^3/\text{soat}$.

ω_D - buglar chizikli tezligi ($\omega_D = 0,3 - 0,9 \text{ м} / \text{с}$).

Desorber yukorisida bug mikdori maksimal buladi:

$$V_D = \frac{22,4 \Sigma \frac{G_i}{M_i} T_p \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \pi_{\text{с}}}$$

$$\text{Bu erda: } \Sigma \frac{G_i}{M_i} = \frac{G_n}{M_n} + \frac{G_{D_1}}{18}$$

G_n - desorberdan katalizator olib chikadigan uglevodorod buglari, $\text{кг}/\text{soat}$.

M_n - uglevodorod buglarining urtacha molekulyar massasi.

G_{D_1} - suv bugining mikdori, $\text{кг}/\text{soat}$.

$$G_n = G_{\text{з.к}} \cdot y_n$$

Bu erda: u_p - katalizator bilan chikadigan uglevodorod buglari ulushi.

$$y_n = \frac{\rho_{\text{к}} - \rho_{\text{n.с}}}{\rho_{\text{n.с}} \cdot \rho_{\text{к}}} \cdot \rho_{\text{n.о}}$$

Bu erda: $\rho_{\text{к}} = 2400 \text{ кг} / \text{м}^3$ - katalizator materiali zichligi;

ρ_n - adsorbstiyalangan uglevodorod buglari zichligi.

$$\rho_{\text{n.о}} = \frac{M_{\text{з}}}{22,4} = \frac{30,3}{22,4} = 1,35 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Ishchi xolatda desorber ustki kismida:

$$\rho_n = \rho_{\text{o.o}} \cdot \frac{T_0 \cdot \pi_{\text{с}}}{T_{\text{с}} \cdot \pi_0}, \text{ bunda: } T_{\text{с}} = T_p = 785 \text{ K}$$

$$\pi_{\text{с}} = \pi + (h + h_1) \rho_{\text{n.с}} \cdot g = 0,2 \cdot 10^6 + (6,24 + 7) \cdot 500 \cdot 9,81 = 0,27 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\rho_n = 1,35 \frac{273 \cdot 0,27 \cdot 10^6}{758 \cdot 0,1 \cdot 10^6} = 1,32 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

$$u_p = \frac{2400 - 500}{500 \cdot 2400} \cdot 1,32 = 0,0021.$$

$$G_n = 0,0021 \cdot 1778750 = 3730 \text{ кг} / \text{сoam}$$

$$\Sigma \frac{G_i}{M_i} = \frac{3730}{30,3} + \frac{12430}{18} = 813 \text{ кмоль} / \text{сoam}$$

Gaz va buglar xajmini aniklash formulasiga yukorida xisoblangan kiymatlarni kuyib:

$$V_D = \frac{22,4 \cdot 813 \cdot 758 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{273 \cdot 0,27 \cdot 10^6} = 18800 \text{ м}^3 / \text{сoam}$$

Buglarning desorberdagi tezligini $\omega_p = 0,74 \text{ м} / \text{с}$ kabul kilib, uning kundalang kesim yuzasini aniklaymiz:

$$S_D = \frac{18800}{3600 \cdot 0,74} = 7,1 \text{ м}^2$$

Desorber diametri:

$$D_D = \sqrt{\frac{4S_D}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,1}{3,14}} \approx 3 \text{ м}$$

$h_k = 2,25 \text{ м}$ kabul kilib,

$$h'_1 = h_1 - h_k = 7 - 2,25 = 4,75 \text{ м}$$

Separation zona balandligi h_3 kuyidagi formula buyicha aniklanadi:

$$h_3 = 0,85 \omega^{1,2} (7,33 - 1,2 \lg \omega) = 0,85 \cdot 0,85^{1,2} (7,33 - 1,2 \lg 0,85) = 5,2 \text{ м}$$

U xolda:

$$H_n = 6,24 + 7 + 6 + 5,2 + 6 + 3,75 = 34,19 \text{ м}$$

Цилиндрсимон kism balandligi:

$$H_y = h + h'_1 + h_3 + h_4 = 6,24 + 4,75 + 5,2 + 6 = 22,19 \text{ м}$$

FOYDALANILGAN ADABIETLAR RUYXATI

1. Kuznestov A.A , Kagermanov S.M., Sudakov E.N. Raschetы prostessov i apparatov nefterererabatyuyushchey promyshlennosti. M.: Ximiya. 1974. 340 s.

2. Основные процессы и аппараты химической технологии. Под общ. Редакцией Ю.А. Дытнерского. М.: Химия. 1989. 265 с.

3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л. Химия. 1981. 560 с.

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., Химия. 1973. 752 с.

5. Лашинский А.А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Л.: Mashinostroeniya. 1970. 752 с.

6. Кувшинский М. Н., Соболева А. Р. Курсовое проектирование по предмету "Процессы и аппараты химической промышленности". М.: Высшая школа. 1980 . 223 с.

Illovalar

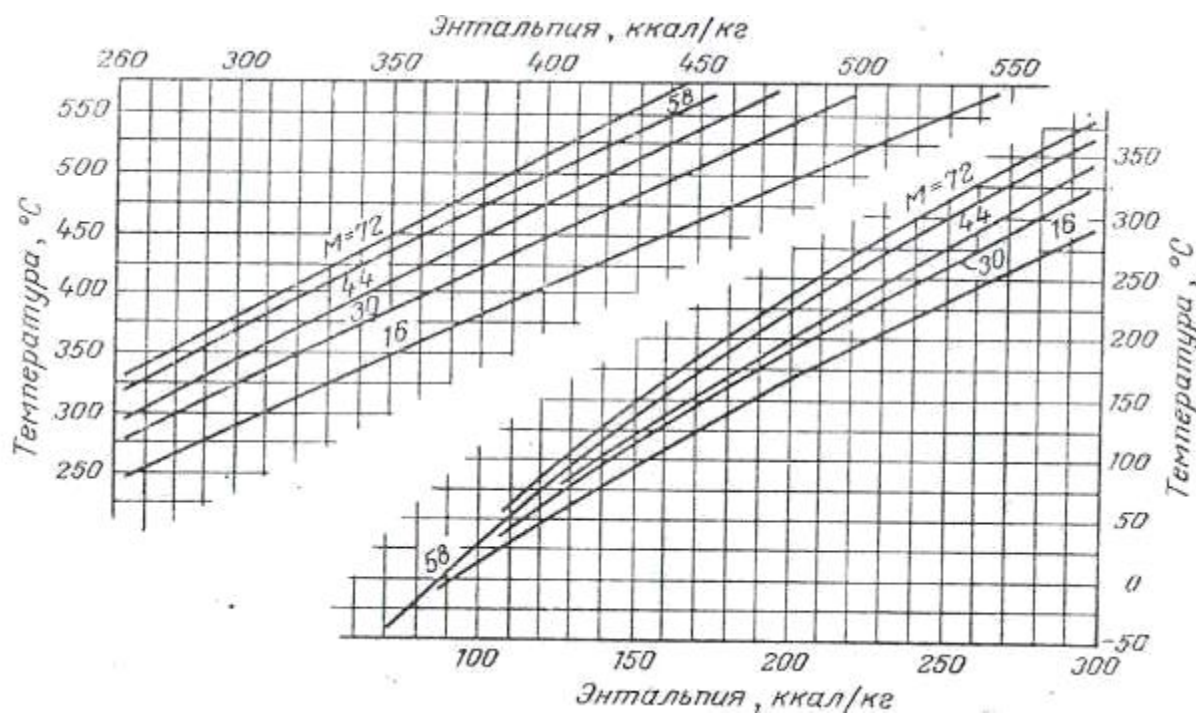
1 – ilova

Ayrim individual moddalar buflarining entalpiyasi.

Углеводород	Температура, °C												
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Этилбензол . .	—	—	130,4	134,3	138,3	142,5	148,4	152,0	156,9	160,4	164,0	167,2	171,3
o-Ксилол . . .	—	—	133,2	136,9	140,8	144,4	148,3	152,0	156,2	160,0	164,4	168,3	172,6
m-Ксилол . . .	—	—	132,3	135,5	139,4	143,0	147,0	151,0	155,0	159,0	164,3	166,0	171,4
p-Ксилол . . .	—	—	129,7	133,1	136,7	140,5	144,5	148,7	153	157,0	161,8	166,3	170,6
Кумол	118,6	122,3	126,1	130,0	133,8	137,5	141,4	145,8	149,7	154,0	158,4	162,7	167,0
Цимол	119,0	122,9	126,7	130,7	134,8	138,5	143,0	147,3	152,2	156,0	161,5	166,0	170,6

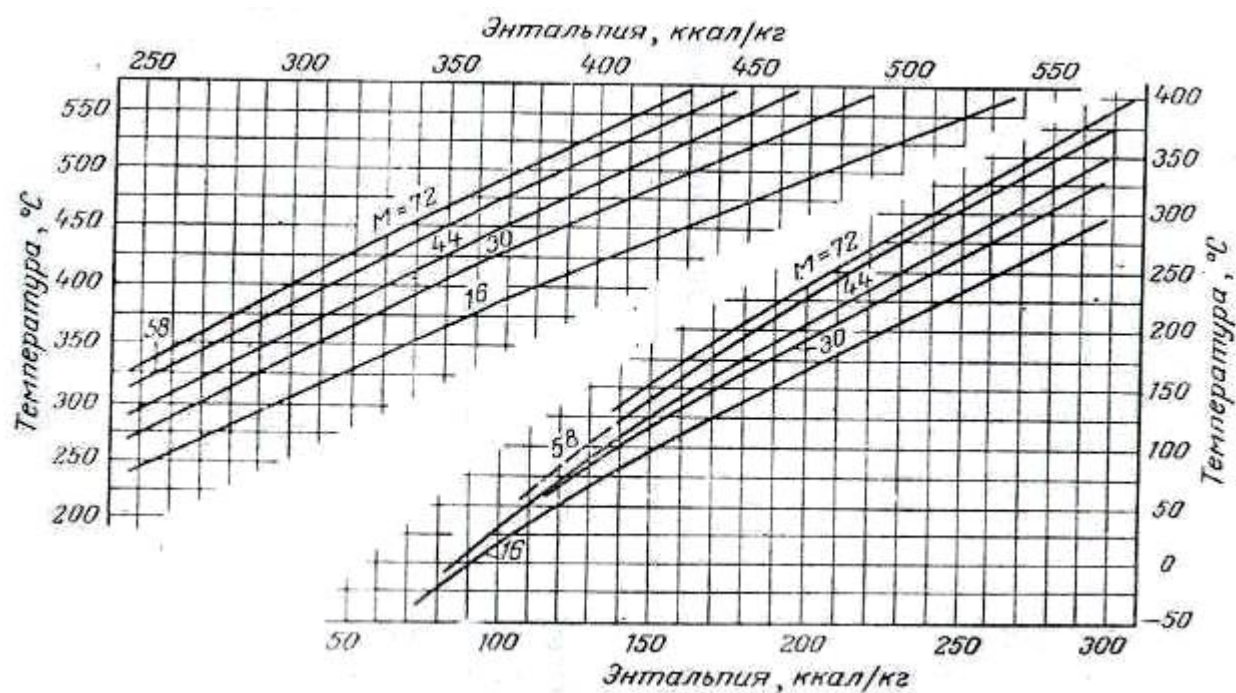
2 – ilova

Atmosfera bosimida neft mahsulotlari buflari entalpiyasining temperatura bilan boʻliklik grafigi.



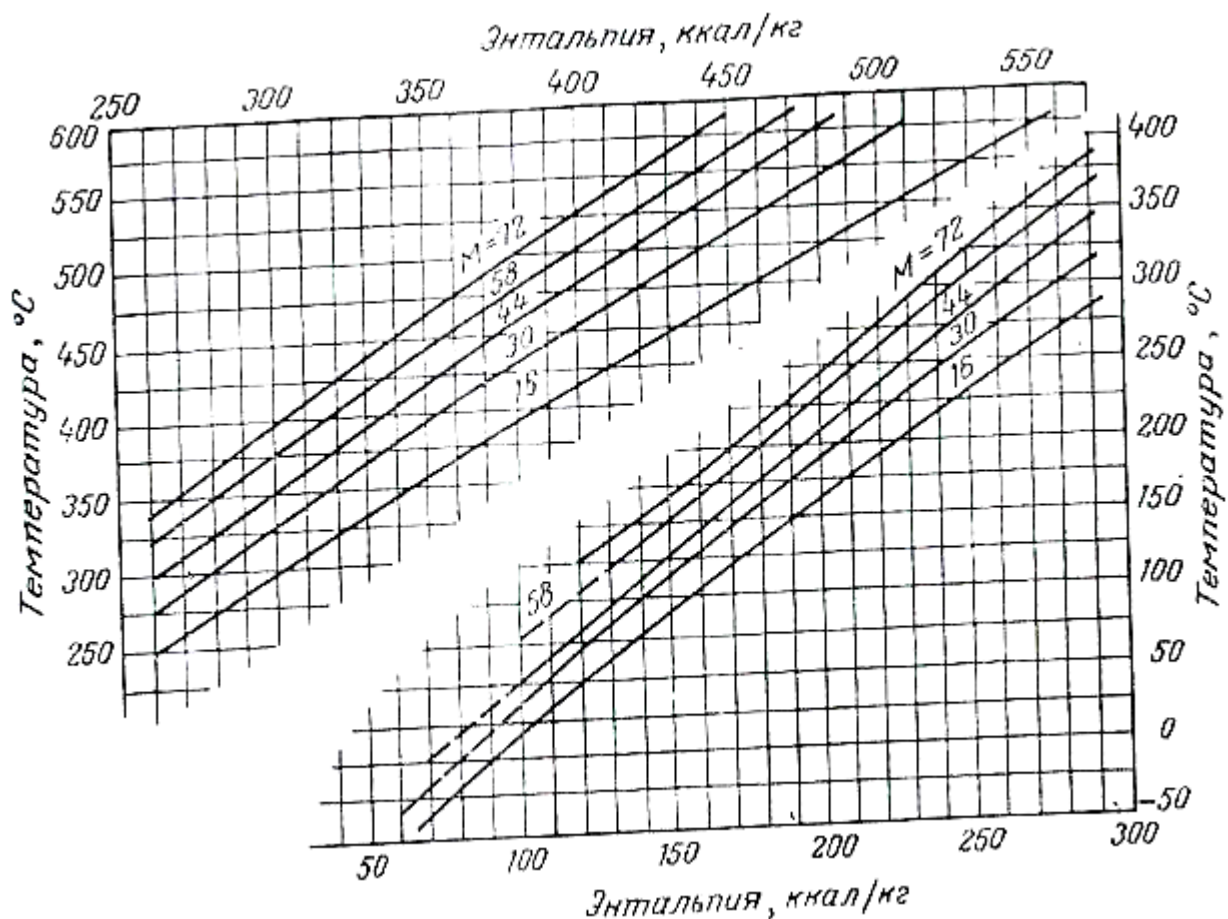
3 – ilova

6,8 at bosimda neft mahsulotlari buflarining entalpiyasi temperatura bilan boʻliklik grafigi.



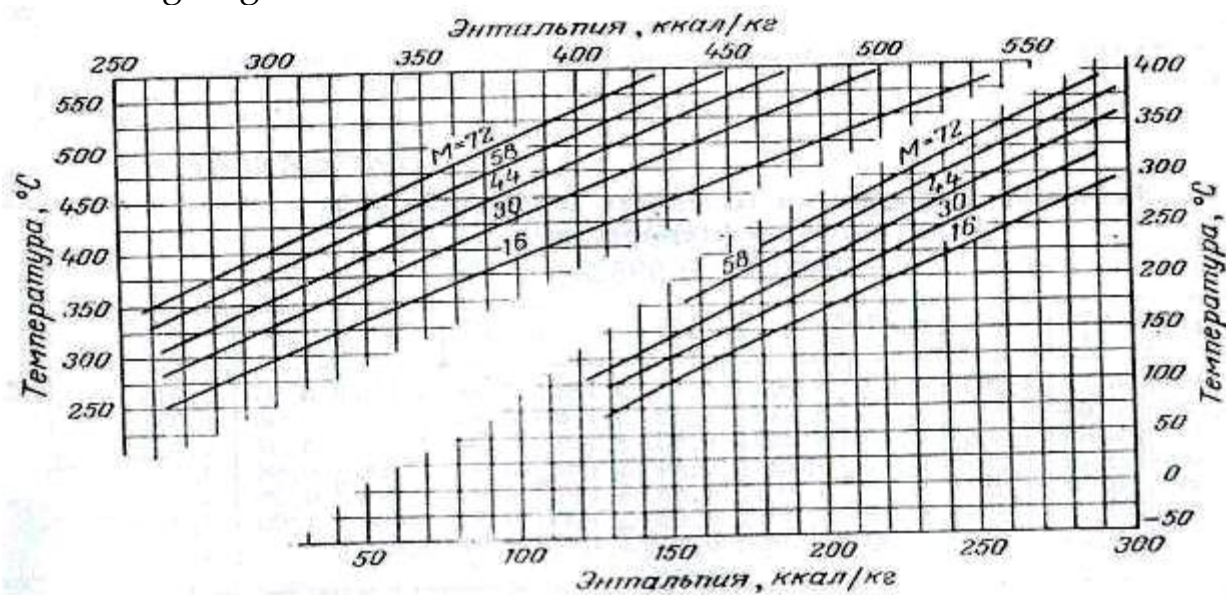
4 – ilova

18,4 at bosimda neft mahsulotlari buflarining entalpiyasi temperatura bilan bogʻliqlik grafigi.



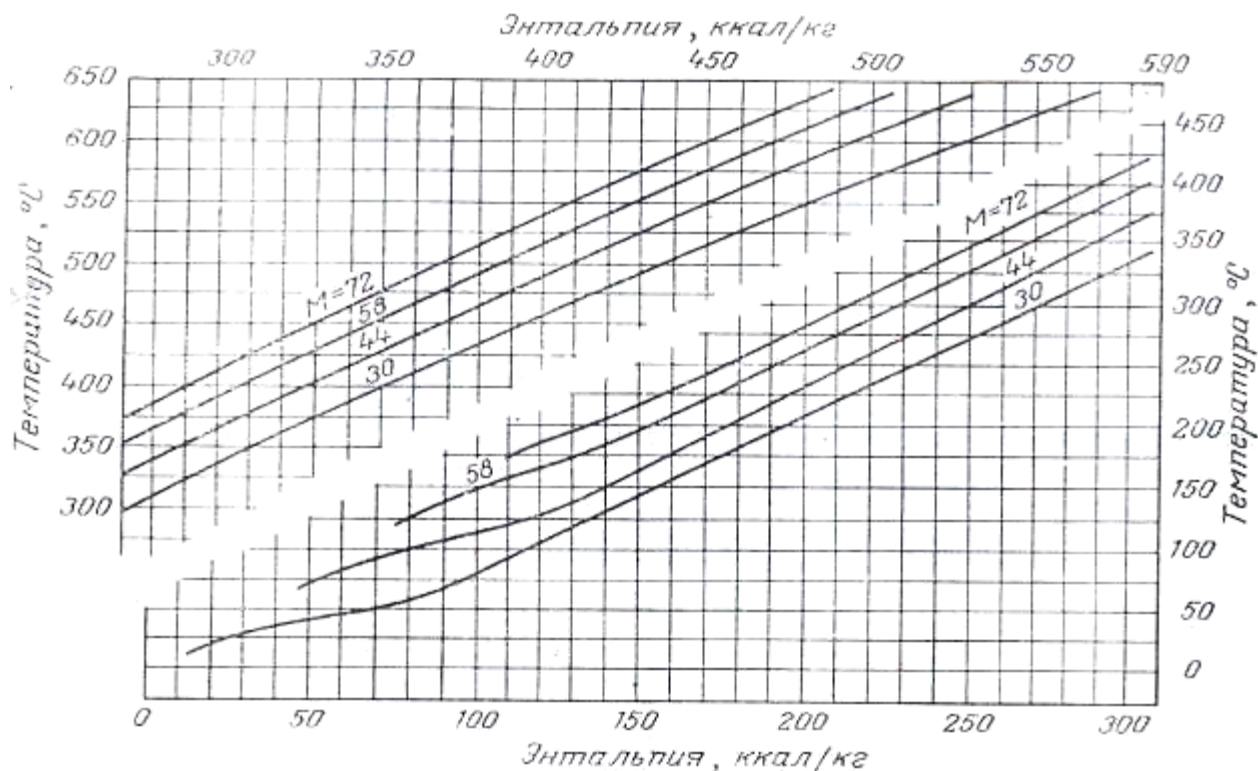
5 – ilova

34 at bosimda neft mahsulotlari buflarining entalpiyasi temperatura bilan boʻliklik grafigi.



6 – ilova

88 at bosimda neft mahsulotlari buqlarining entalpiyasi temperatura bilan bog'liqlik grafigi.



7 – ilova

To'yingan suv buqlarining 0 dan 374 °S gacha parametrlari.

Temperatura, °S	Bosim, kG/sm ²	Solishtirilma xajm, m ³ /kg	Entalpiya, kkal/kg		Buqlanish issikligi
			Suyuklik	Bur	
0	0,0062	206,3	0	597,3	597,3
5	0,0089	147,2	5,03	599,5	594,5
10	0,0125	106,4	10,04	601,7	591,7
15	0,0174	78,0	15,04	603,9	588,9
20	0,0238	57,8	20,04	606,0	586,0
25	0,0323	43,4	25,03	608,2	583,2
30	0,0433	32,9	30,02	610,4	580,4
35	0,0573	25,2	35,01	612,6	577,6
40	0,0752	19,6	40,01	614,7	574,7
45	0,0977	15,3	45,00	616,8	571,8
50	0,1258	12,0	49,99	619,0	569,0
55	0,1605	9,578	54,98	621,1	566,1
60	0,2031	7,678	59,98	623,2	563,2
65	0,2550	6,201	64,98	625,2	560,2
70	0,3178	5,045	69,98	627,3	557,3

75	0,3931	4,133	74,99	629,3	554,3
80	0,4829	3,408	80,00	631,3	551,3
85	0,5894	2,828	85,02	633,3	548,3
90	0,7149	2,361	90,04	635,2	545,2
95	0,8619	1,982	95,07	637,2	542,1
100	1,0332	1,673	100,10	639,1	539,0
105	1,2318	1,419	105,14	640,9	535,8
110	1,4609	1,210	110,19	642,8	532,6
115	1,7239	1,036	115,25	644,6	529,4
120	2,0245	0,8917	120,30	646,4	526,1
125	2,3666	0,7704	125,40	648,1	522,7
130	2,7544	0,6683	130,50	649,8	519,3
135	3,192	0,5820	135,60	651,4	515,8
140	3,685	0,5087	140,70	653,0	512,3
145	4,237	0,4461	145,80	654,5	508,7
150	4,854	0,3926	151,00	656,0	505,0
155	5,540	0,3466	156,2	657,5	501,3
160	6,302	0,3068	161,3	658,7	497,4
165	7,146	0,2725	166,5	660,0	493,5
170	8,076	0,2426	171,8	661,3	489,5
175	9,101	0,2166	177,0	662,4	485,4
180	10,225	0,1939	182,3	663,6	481,3
185	11,456	0,1739	187,6	664,6	477,0
190	12,800	0,1564	192,9	665,5	472,6
195	14,265	0,1409	198,2	666,3	468,1
200	15,857	0,1272	203,6	667,1	463,5
210	19,456	0,1043	214,4	668,3	453,9
220	23,659	0,08606	225,4	669,1	443,7
230	28,531	0,07147	236,5	669,5	433,0
240	34,14	0,05967	247,8	669,5	421,7
250	40,56	0,05006	259,3	669,0	409,7
260	47,87	0,04215	271,1	667,9	396,8
270	56,14	0,03560	283,1	663,2	383,2
280	65,46	0,03013	295,4	663,9	368,5
290	75,92	0,02554	308,1	660,7	252,6
300	87,61	0,02164	321,2	656,6	335,4
310	100,64	0,01832	334,9	651,4	316,5
320	115,12	0,01545	349,2	644,9	295,7
330	131,18	0,01297	364,5	636,7	272,2
340	148,96	0,01078	380,9	626,2	245,3
350	168,63	0,008805	399,2	612,5	213,3
360	190,42	0,006943	420,7	592,6	171,9
370	214,68	0,00493	452,0	556,7	104,7
374	225,29	0,00347	485,3	512,7	27,4

8 – ilova

0,05 dan 10 at gacha va 500 °S temperaturagacha o'ta qizdirilgan suv buflarining entalpiyasi va o'rtacha issiqlik siqimlari.

Bo-sim, kg/sm ²	Qaynash tempera- tursi, °S	Entalpiya, kkal/kg					O'rtacha issiqlik siqimi, (kkal/kg.grad)				
		To'y.n buz	100 °S da	200 °S da	300 °S da	400 °S da	100 °S gacha	200 °S gacha	300 °S gacha	400 °S gacha	500 °S gacha
0,05	32,55	611,5	642,1	687,8	734,8	783,4	0,455	0,457	0,470	0,486	0,502
0,10	45,45	617,0	642,0	687,7	734,8	783,4	0,458	0,457	0,471	0,486	0,502
0,20	59,67	623,1	641,7	687,6	734,8	783,4	0,461	0,459	0,472	0,486	0,502
0,30	68,68	626,8	641,4	687,5	734,7	783,4	0,466	0,461	0,472	0,487	0,502
0,40	75,42	629,5	641,1	687,4	734,7	783,3	0,171	0,463	0,473	0,486	0,502
0,50	80,86	631,6	640,8	687,2	734,6	783,3	0,481	0,464	0,474	0,487	0,502
0,60	85,45	633,5	640,4	687,1	734,5	783,3	0,475	0,467	0,474	0,488	0,502
0,70	89,45	635,1	640,2	687,0	734,5	783,2	0,485	0,468	0,475	0,487	0,503
0,80	92,99	636,4	639,9	686,9	734,4	783,2	0,499	0,470	0,475	0,488	0,503
0,90	96,18	637,6	639,5	686,7	734,3	783,1	0,497	0,472	0,476	0,488	0,503
1,00	99,09	638,8	—	686,6	734,3	783,1	0,490	0,474	0,477	0,488	0,503
1,50	110,79	643,1	—	686,0	733,9	782,9	—	0,480	0,479	0,490	0,504
2,00	119,62	646,3	—	685,4	733,7	782,7	—	0,483	0,483	0,490	0,505
2,50	126,79	648,7	—	684,8	733,3	782,5	—	0,493	0,485	0,492	0,506
3,00	132,88	650,7	—	684,2	733,0	782,4	—	0,502	0,488	0,494	0,505
4,00	142,92	653,9	—	683,2	732,4	782,0	—	0,513	0,492	0,496	0,507
5,00	151,11	656,3	—	681,7	731,8	781,6	—	0,520	0,501	0,498	0,508
6,00	158,08	658,3	—	680,6	731,2	781,2	—	0,533	0,506	0,500	0,510
7,00	164,17	659,9	—	679,5	730,5	780,9	—	0,546	0,510	0,504	0,510
8,00	169,61	661,2	—	678,2	729,9	780,5	—	0,560	0,517	0,506	0,512
9,00	174,53	662,3	—	676,8	729,3	780,1	—	0,569	0,525	0,508	0,514
10,00	179,04	663,3	—	675,4	728,6	779,7	—	0,578	0,532	0,511	0,515

9 – ilova

0,01 dan 224 kG/sm² gacha absolyut bosimda to'yingan suv buflarining parametrlari.

Bo-sim, kG/sm ²	Tem-pera-tura, °S	Solish tirma xajm, m ³ /kg	Entalpiya, kkal/kg		burla-nish issik-liqi, kkal/kg	Bo-sim, kG/sm ²	Tem-pera-tura, °S	Solish tirma xajm, m ³ /kg	Entalpiya, kkal/kg		burla-nish issik-liqi, kkal/kg
			Suyuk-lik	buz					Suyuk-lik	buz	
0,01	6,70	131,6	6,73	600,2	593,5	6,0	158,08	0,3214	159,3	658,3	498,9
0,015	12,74	89,6	12,78	602,9	590,1	7,0	164,17	0,2778	165,7	659,9	494,2
0,020	17,20	68,3	17,25	604,9	587,6	8,0	169,61	0,2448	171,4	661,2	489,8
0,025	20,78	55,27	20,82	606,4	585,6	9,0	174,53	0,2189	176,5	662,3	485,8
0,030	23,77	46,52	23,81	607,8	584,0	10	179,04	0,1980	181,3	663,3	482,1
0,040	28,64	35,46	28,67	609,8	581,0	11	183,20	0,1808	185,7	664,1	478,4
0,050	32,55	28,72	32,57	611,5	578,9	12	187,08	0,1663	189,8	664,9	475,1
0,060	35,82	24,19	35,83	612,9	577,1	13	190,71	0,1540	193,6	665,6	472,0
0,080	41,16	18,45	41,16	615,2	574,0	14	194,13	0,1434	197,3	666,2	468,9
0,100	45,45	14,95	45,45	617,0	571,6	15	197,36	0,1342	200,7	666,7	465,9
0,120	49,05	12,59	49,05	618,6	569,5	16	200,43	0,1261	204,0	667,1	463,1
0,150	53,60	10,20	53,59	620,5	566,9	18	203,35	0,1189	207,2	667,5	460,3
0,20	59,67	7,789	59,65	623,1	563,4	19	206,14	0,1125	210,2	667,8	457,6
0,30	68,68	5,324	68,66	626,8	558,1	20	208,81	0,1067	213,1	668,2	455,1
0,40	75,42	4,066	75,41	629,5	554,1	30	211,38	0,1015	215,9	668,5	452,6
0,50	80,86	3,299	80,86	631,6	550,7	40	232,76	0,06797	239,6	669,6	430,0
0,60	85,45	2,782	85,47	633,0	548,0	50	249,18	0,05077	258,4	669,0	410,6
0,70	89,45	2,408	89,49	635,1	545,6	60	262,70	0,04026	274,3	667,5	393,2
0,80	92,99	2,125	93,05	636,4	543,3	70	274,29	0,03313	288,3	665,4	377,1
0,90	96,18	1,903	96,26	637,6	541,3	80	284,48	0,02798	301,0	662,6	361,6
1,0	99,09	1,725	92,19	638,8	539,0	90	293,62	0,02405	312,8	659,3	346,5
1,2	104,25	1,455	104,38	640,7	536,3	100	301,92	0,02096	323,8	655,7	331,9
1,4	108,74	1,259	108,92	642,3	533,4	120	309,53	0,01846	334,2	651,7	317,5
1,6	112,73	1,111	112,95	643,8	530,8	140	323,15	0,01463	353,9	642,5	288,6
1,8	116,33	0,995	116,60	645,1	528,5	160	335,09	0,01182	372,7	631,7	259,0
2,0	119,62	0,9018	119,94	646,3	526,4	180	345,74	0,009625	391,1	618,9	227,8
3,0	132,88	0,6169	133,4	650,7	517,3	200	355,35	0,007803	410,1	602,8	192,7
4,0	142,92	0,4709	143,7	653,9	510,2	224	364,08	0,00618	431,3	581,4	150,1
5,0	151,11	0,3817	152,1	656,3	504,1		373,60	0,00473	479	521,7	45,7

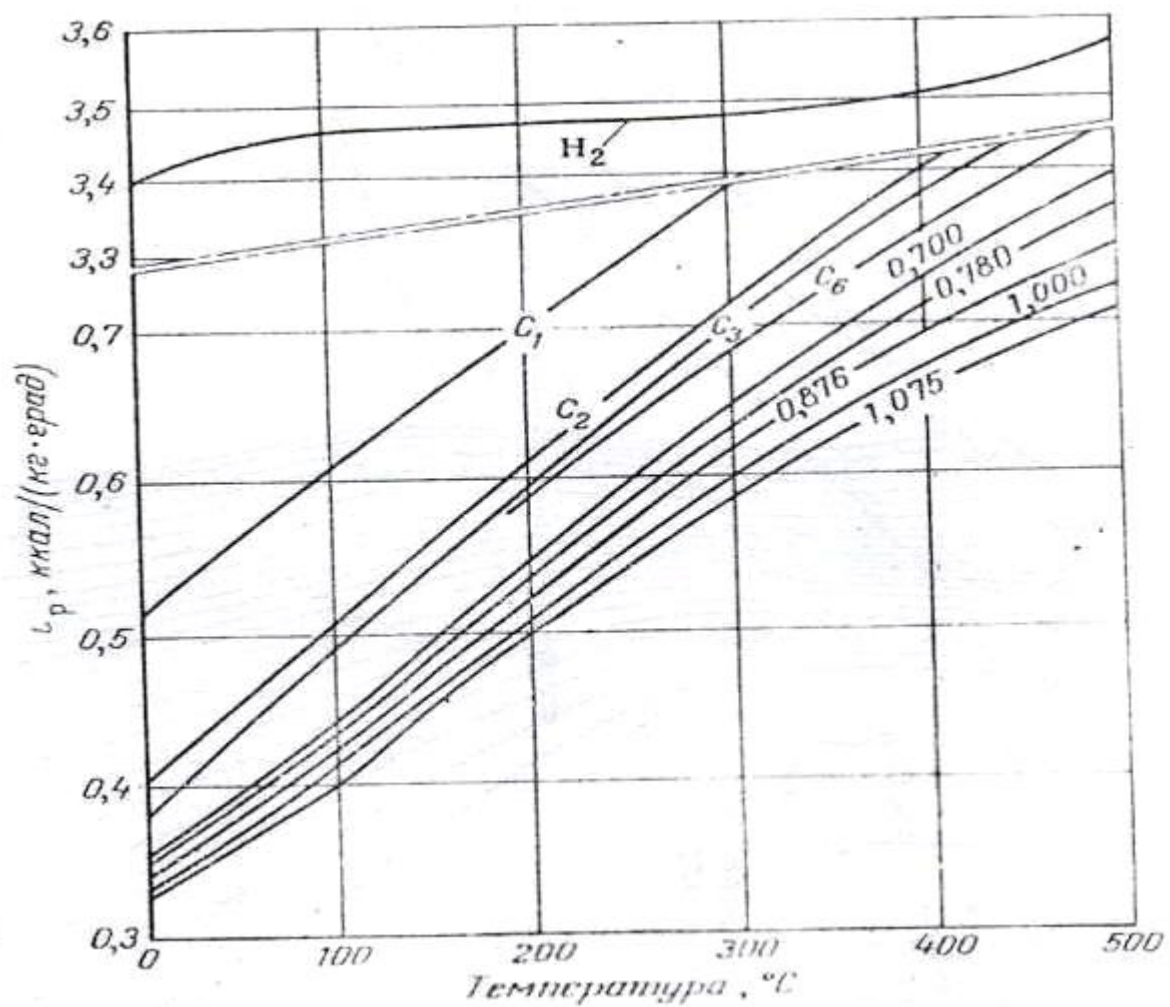
10- ilova

Ayrim gazlarning issiqlik sifimlari qiymati.

Газ	20 °S va 1 atm da issiqlik sifimi	
	C_p	C_v
Водород	3,408	2,420
Метан	0,531	0,406
Этан	0,413	0,345
Этилен	0,365	0,292
Пропан	0,445	0,394
Пропилен	0,390	0,343
Бутан	0,458	0,414
n-Пентан	0,410	0,376
Сероводород	0,253	0,192

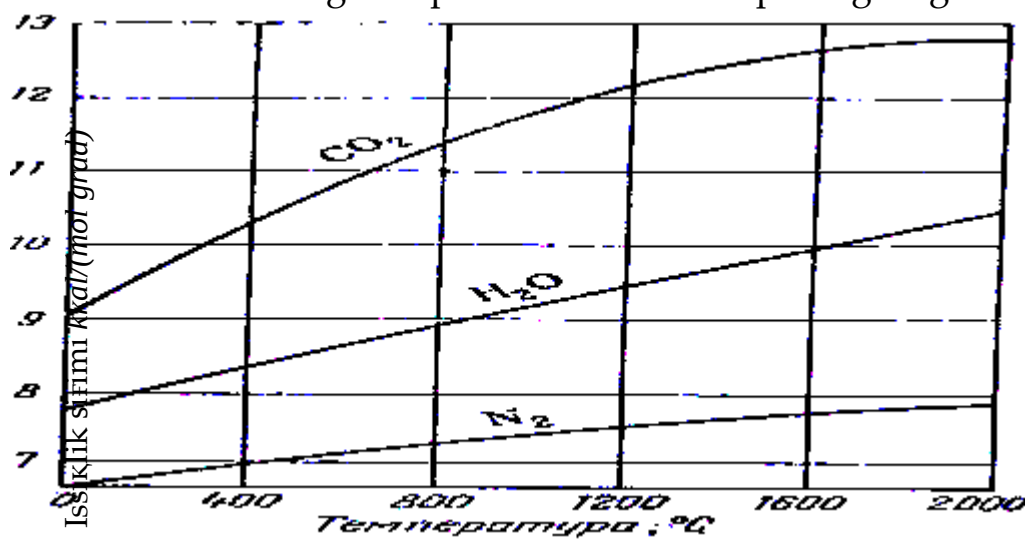
11- ilova

Ayrim uglevodorodlarning $d_4^{20} = 0,700 \div 1,075$ qiymatlarida issiqlik sifimlarini aniqlash grafigi.



12 – ilova

Ba'zi moddalarning issiqlik sifimlarini aniqlash grafigi.



13 – ilova

Neft mahsulotlari issiqlik sirimini aniqlash nomogrammasi. (Buflar va suyuqliklar uchun).

