

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ Ш.ЕСЕНОВ атындағы КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ  
«МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ» ИНСТИТУТЫ**

**«ЭНЕРГЕТИКА» КАФЕДРАСЫ**

**ӨМІРЗАҚ А.А.**

5B071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы үшін  
«Қазан агрегаттары» пәнінен практикалық сабағына арналған әдістемелік  
нұсқау

АКТАУ, 2012ж.

УДК 624.31

**Құрастырушы:** Өмірзақ А.А. 5В071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы үшін «Қазан агрегаттары» пәнінен практикалық сабақтарға арналған әдістемелік нұсқау, - Ақтау: КМТЖИУ, 2012жыл.- 27 бет.

Пікір беруші: т.ғ.д., проф. Кенжетаев Г.Ж.

Әдістемелік нұсқау есептік жинақтан, шығарылу жолдарынан, әдістемелік ұсыныстардан, тапсырмалардан, қорытындылау сұрақтардан және әдебиеттер тізімімен тұрады. Бұл нұсқау 5В071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы үшін «Қазан агрегаттары» пәнінен практикалық сабақтарға арналған.

Ш.Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инжиниринг университетінің Оқу әдістемелік кеңесінің шешімімен ұсынылды

©Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ, 2012 ж.

## АЛҒЫ СӨЗ

Әдістемелік нұсқау «Қазан агрегаттары» пәнінен практикалық сабақтан есептер жинағы болып табылады. Практикалық сабақ студенттерге қазан агрегаттарын дұрыс есептеуге, қажетті қондырғыларды таңдауға, қазан схемаларын құрастыруға көмектеседі.

Әдістемелік нұсқау мынадай тақырыптарды толығымен қамтиды: «Қазан агрегаттарының есептеу-технологиялық сұлбесі және ауаның шығындалу коэффициентін таңдау», «Кететін газ температурасы және ауа жылуын таңдау», «Ауа энтальпиясы, өнім жануы және көлемді есептеу», «Қазанның жылу балансы».

Практикалық сабаққа арналған әдістемелік нұсқау шығарылу жолдарынан, әдістемелік ұсыныстардан, тапсырмалардан, қорытындылау сұрақтардан және әдебиеттер тізімімен тұрады. Бұл әдістемелік 5В071700 - «Жылуэнергетика», мамандығына, сырттай және күндізгі оқитын студенттер пайдалана алады. Әдістемелік нұсқау типтік бағдарламаға сәйкес келеді.

## Қазан агрегаттарының есептеу-технологиялық сұлбесі және ауаның шығындалу коэффициентін таңдау

1.1 Бу қазанының есептеу-технологиялық сұлбесі. Мысал ретінде БКЗ-420-140 бу қазанының сұлбесі келтірілген.

1.2 Берілгені

БКЗ-420-140 типті қазаны берілгені.

$$D_{ПЕ} = 430 \text{ т/ч}$$

$$P_{ПЕ} = 13 \text{ МПа}$$

$$t_{ПЕ} = 560^\circ\text{C}$$

$$t_{ПВ} = 235^\circ\text{C}$$

Газ тәріздес отын.

Газопровод: Кулешовка-Куйбышев

Газдың көлемдік құрамы, %:

$$\text{CH}_4=580,$$

$$\text{C}_2\text{H}_6=17,2,$$

$$\text{C}_3\text{H}_8=7,4,$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10}=2,$$

$$\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ және одан да ауыр } =0,5,$$

$$\text{N}_2=13,6,$$

$$\text{H}_2\text{S}=0.5,$$

$$\text{CO}_2=0,8.$$

Құрғақ газдың төменгі жылу жануы:

$$Q_{\text{H}}^{\text{P}}=41,74 \text{ МДж/м}^3.$$

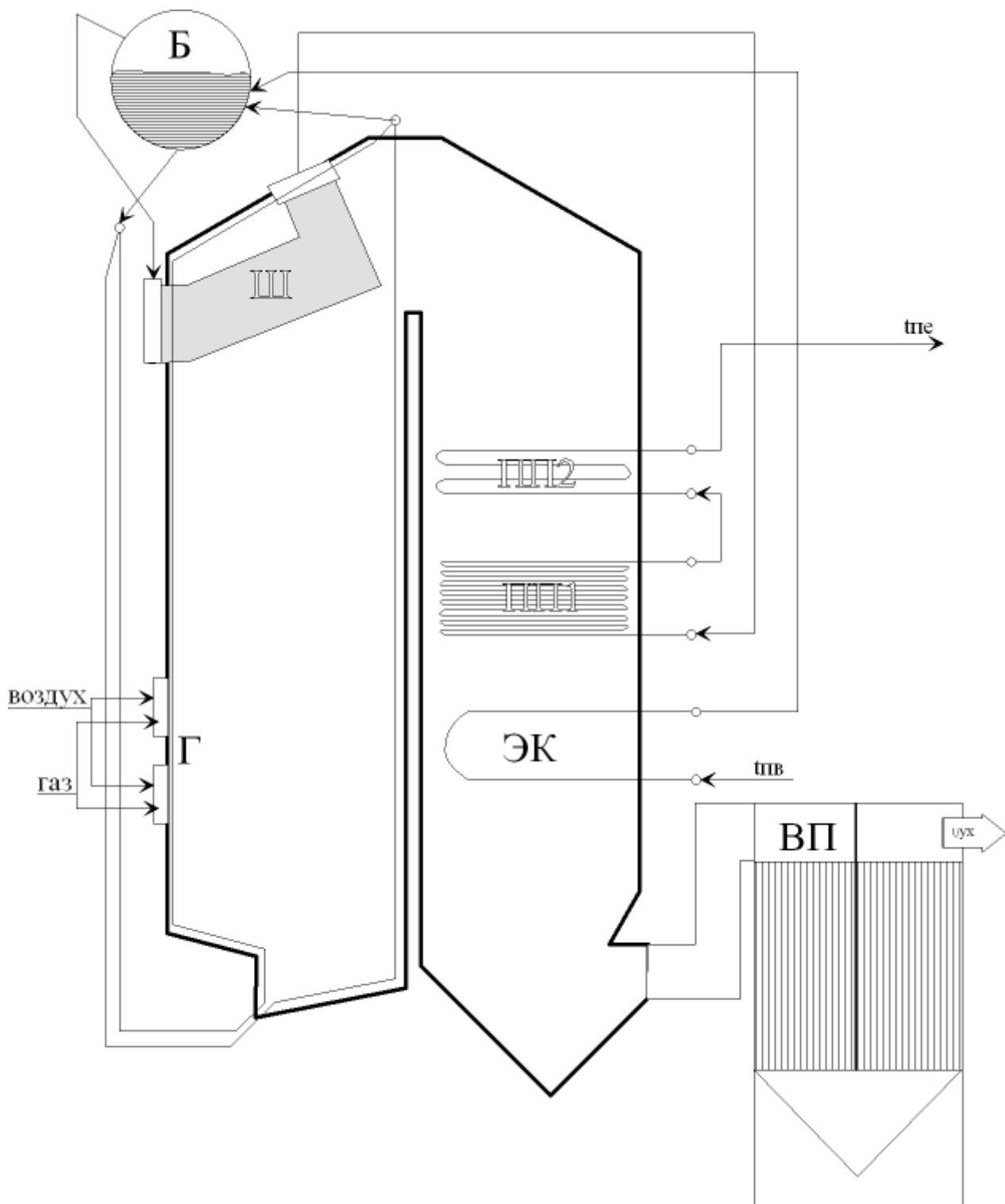
Ауаның көлемі және өнімнің жануы  $\text{м}^3/\text{м}^3$ :

$$V^0=10,99,$$

$$V_{\text{RO}_2}=1,26,$$

$$V_{\text{N}_2}^0=8,82,$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0=2,28.$$



1 сур. Қазан агрегатының сұлбесі

## 2. Кететін газ температурасы және ауа жылуын таңдау

Кететін газдың температурасын /1/ беті 11 алынған

$$v_{yx} = 120^\circ C$$

Ауа жылуының температурасы

$$t_{ГВ}^{ОПТ} = t_{ГВ} + 40 + 0,7 * (v_{yx} - 120) = 235 + 40 + 0,7 * (120 - 120) = 275^\circ C$$

## 3. Ауа энтальпиясы, өнім жануы және көлемді есептеу

Газ тәріздес отын үшін теориялық ауа көлемі

$$V^0 = 0.0476 * [0.5 * CO_2 + 0.5 * H_2 + 1.5 * H_2S + \sum \left( m + \frac{n}{2} \right) * C_m H_n - O_2] = 0.0476 * [0.5 * 0 + 0.5 * 0 + 1.5 * 0 + \left( 1 + \frac{4}{4} \right) * 58 + \left( 2 + \frac{6}{4} \right) * 17,2 + \left( 3 + \frac{8}{4} \right) * 7,4 + \left( 4 + \frac{10}{4} \right) * 2 + \left( 5 + \frac{12}{4} \right) * 5] = 12,63 \text{ н м}^3 / \text{м}^3$$

Газ тәріздес отынның теориялық азот көлемі

$$V_{N_2}^0 = 0.79 * V^0 + 0.01 * N^P = 0.79 * 12,65 + 0.01 * 0 = 9,99 \text{ н м}^3 / \text{м}^3$$

Газ тәріздес отын үшін үш атомдық газдың теориялық көлемі

$$V_{RO_2} = 0.01 * [CO_2 + CO + H_2S + \sum m * C_m H_n] = 0.01 * [0.8 + 0 + 0.5 + (58 + 2 * 17,2 + 3 * 7,4 + 4 * 2 + 5 * 0.5)] = 1,264 \text{ н м}^3 / \text{м}^3$$

Газ тәріздес отын үшін сулы будың теориялық көлемі

$$d_r \approx 10$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.01 * \left[ H_2S + H_2 + \sum \frac{n}{2} C_m H_n + 0.124 * d_r \right] + 0.0161 * V^0 = 0.01 * \left[ 0,5 + 0 + \left( \frac{4}{2} * 58 + \frac{6}{2} * 17,2 + \frac{8}{2} * 7,4 + \frac{10}{2} * 2 + \frac{12}{2} * 0,5 \right) + 0.124 * 10 \right] + 0.0161 * 12,63 = 2,32 \text{ н м}^3 / \text{м}^3$$

Есептелген көлемдер кестеден алынған көлемнен айырмашылығы не бәрі 2 %.  
Көлемдер кестесін құрастырамыз. (3.1 кестесі).

### 3.1 кестесі. Көлемдер кестесі

Есептеу өлшемдері	Газ өту жолы	
	Барлық жылу беті	Ауа жылтқышы
1. Жылу бетіндегі ауа сорғыш $\Delta\alpha$	0	0,03
2. Ауа шығынының коэффициенті $\alpha''$	1,05	1,08
3. мк54 Орташа ауа шығыны $\alpha_{cp}$	1,050	1,065
4. Су буынының көлемі $V_{H_2O}, \text{нм}^3/\text{м}^3$	2,33	2,33
5. Газдың толық көлемі $V_{\Gamma}, \text{нм}^3/\text{м}^3$	14,1855	14,375
6. Үш атомдық газдың көлемінің бөлігі $r_{RO_2}$	0,0891	0,0879
7. Су буынының көлемінің бөлігі $r_{H_2O}$	0,1635	0,1614
8. Үш атомды газдың және су буынының бөлігі $r_n$	0,2526	0,2493

## 3.2 кестесі. Энтальпия кестесі

t, °C	$H_{\Gamma}^0$ , кДж/кг	$H_{\text{В}}^0$ , кДж/кг	Барлық жылу беті		ВП	
			$H_{\Gamma}$ , кДж/кг	$\frac{\Delta H}{\Delta u}$ , кДж/кг	$H_{\Gamma}$ , кДж/кг	$\frac{\Delta H}{\Delta u}$ , кДж/кг
100	1857	1672,6	1940,4		1990,8	
200	3442	2927	3588,35	16,48	3676,2	16,85
300	5247	4442,5	5469,125	18,80	5601,9	19,26
400	7052	5958	7349,9	18,80	7527,6	19,26
500	8948	7540,5	9325,025	19,76	9550,7	20,23
600	10844	9123	11300,15	19,76	11573,8	20,23
700	12843	10724,5	13379,23	20,79	13701,0	21,27
800	14842	12326	15459,3	20,79	15828,1	21,27
900	16931,5	14056	17634,3	21,76	18056,0	22,28
1000	19021	15788	18810,4	21,76	19283,9	22,28
1100	21139,5	17536	21016,3	22,06	22542,3	22,58
1200	23258	19284	24222,1	22,06	24800,7	22,58
1300	20482	21057	21514,88	-27,07	22146,6	-26,54
1400	17666	22831	18807,55	-27,07	19492,5	-26,54
1500	16941,5	24625	18172,75	73,15	26861,5	73,69
1600	32177	26419	33437,95	73,15	34230,5	73,69
1700	34380	28215	35790,75	23,53	36637,2	24,07
1800	36643	30011	38143,55	23,53	39043,9	24,07
1900	38941,5	31851	4053,405	23,91	41489,6	24,46
2000	41240	33691	42924,55	23,91	43935,3	24,46
2100	43563,5	35531	45340,05	24,16	46406,0	24,71
2200	45867	37371	47755,55	24,16	48876,7	24,71



#### 4. Қазанның жылу балансы

Жылу баланс құрамы орнатылған бу қазанының 1 кг қатты отын және сұйық немесе 1 м<sup>3</sup> газ отыны. Қазан агрегатының жылулық балансын есептеу үшін 4 кестеде формуласы берілген.

4 кесте. Қазанның жылу балансы

Атауы	Белгіленуі	Өлшемі	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Қызған будың энтальпиясы	$h_{пе}$	кДж/кг	Су және су буы кестесінен /3/ $P_{пе}=13\text{МПа}, t_{пе}=560^{\circ}\text{C}$	3497,53
Қоректі су энтальпиясы	$h_{пв}$	кДж/кг	/3/ $P_{пв}=1,155 \cdot P_{пе}=15,6, t_{пв}=235^{\circ}\text{C}$	1016,18
Қазанның пайдалы жылу қабылдауы	$Q_{ка}$	кВт	$D_{пе} \cdot (h_{пе} - h_{пв})$	$119,4 \cdot (3497,53 - 1016,18) +$ $=296273,19$
Орнатылған тжылу	$Q_p^p$	кДж/м <sup>3</sup>	$Q_n^p = Q_n^p$	41740
Кететін газдың энтальпиясы	$H_{yx}$	кДж/м <sup>3</sup>	Энтальпия кестесінен $\vartheta_{yx}=120^{\circ}\text{C}$	2327,9
Салқын ауа энтальпиясы	$H_{xb}^0$	кДж/м <sup>3</sup>	Энтальпия кестесінен $t_{xb}=30^{\circ}\text{C}$	500
Механикалық жанудың шығыны	$q_4$	%	2.2 кестесінен	0
Кетер газдардың жылу шығыны	$q_2$	%	$\frac{(H_{yx} - \alpha_{yx} \cdot H_{xb}^0) \cdot (100 - q_4)}{Q_p^p}$	$\frac{2327,9 - 1,08 \cdot 500,148}{41740} \cdot 100 =$ $= 4,28$
Химиялық жанудағы жылудың шығыны	$q_3$	%	2.2 кестесінен	0,5
Сыртқы салқындаудан жылудың шығыны	$q_5$	%	$D_{пе} = 119,4\text{кг/с}$	0,5
Қазанның ПӘКі	$\eta_{ка}$	%	$100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5)$	$100 - (4,28 + 0,5 + 0 + 0,5 + 0) =$ $= 94,7169$
Отынның шығыны	$B$	м <sup>3</sup> /с	$\frac{Q_{ка} \cdot 100}{Q_p^p \cdot \eta_{ка}}$	$\frac{296273,19 \cdot 100}{41740 \cdot 94,7169} = 7,496764$

Отынның есептеулік шығыны	$V_p$	$m^3/c$	$\frac{Q_{ка}}{Q_p^p \cdot \eta_{ка}} \cdot (100 - q_4)$	$\frac{296273,19}{41740 \cdot 94,7169} \cdot (100 - 0) = 7,496764$
Жылу сақтау коэффициенті	$\varphi$	-	$1 - \frac{q_5}{\eta_{ка} + q_5}$	$1 - \frac{0,5}{94,7169 + 0,5} = 0,994748$

## 5. Оттықты есептеу

Есептің есептелуі оттықтан шығатын газдың берілген конструктивті өлшемдері болып табылады. Оттықтың конструктивті өлшемдерін бу қазанының сызбаларынан анықтайды.

### 5.1. Конструктивті өлшемдер мен оттықтың мінездемесін анықтау

5.1.1. Бу қазанының сызбаларынан оттықтың конструктивті өлшемін анықтайды, 5.1 кестесін толтырады және де миллиметрлік қағазда оттық камерасының эскизін 1:50 немесе 1:100 барлық геометриялық өлшемдерін пайдаланып сызамыз.

Оттықтың конструктивті өлшемін есептеу кезінде оттық камерасының көлемінің «активті» бөлігін анықтайды.

5.1 кестесі. Конструктивті өлшемдер мен оттықтың мінездемесі

Атауы	Белгіленуі	Өлшемі	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Оттықтың өлшемі	$h_m$	м	Сызудан анықтаймыз	16,46
Оттықтың өлшемі	$d$	м	Сызудан анықтаймыз	12,68
Оттықтың өлшемі	$h_{пр}$	м	Сызудан анықтаймыз	16,7
Оттықтың өлшемі	$h_{\phi}$	м	Сызудан анықтаймыз	2,9
Оттықтың өлшемі	$c_1$	м	Сызудан анықтаймыз	3,15
Оттықтың өлшемі	$c_2$	м	Сызудан анықтаймыз	2,5
Оттықтың өлшемі	$c_3$	м	Сызудан анықтаймыз	2,9
Оттықтың өлшемі	$c_4$	м	Сызудан анықтаймыз	5,81
Оттықтың өлшемі	$h_{ср1}$	м	Сызудан анықтаймыз	16,94
Оттықтың өлшемі	$h_{ср2}$	м	Сызудан анықтаймыз	19,36
Оттықтың өлшемі	$c_{ср1}$	м	Сызудан анықтаймыз	2,904
Оттықтың өлшемі	$c_{ср2}$	м	Сызудан анықтаймыз	2,662
Оттықтың өлшемі	$h_{г}$	м	Сызудан анықтаймыз	3,872
Оттықтың өлшемі	$H^T$	м	Сызудан анықтаймыз	17,182
Фронтальді қабырғаның беті	$F_{фр}$	$m^2$	$h_m \cdot d$	$16,46 \cdot 12,68 = 208,68$
Артқы қабырғаның беті	$F_3$	$m^2$	$(h_{пр} + h_{\phi}) \cdot d$	$(16,7 + 2,9) \cdot 12,68 = 248,53$

Подтың беті	$F_{\text{под}}$	$\text{м}^2$	$(c_1+c_2+c_3) \cdot d$	$(3,15+2,5+2,9) \cdot 12,68=108,41$
Төбенің беті	$F_{\text{пот}}$	$\text{м}^2$	$c_4 \cdot d$	$5,81 \cdot 12,68=73,65$
Қабырға капталының беті	$F_6$	$\text{м}^2$	$h_{\text{ср1}} \cdot c_{\text{ср1}} + h_{\text{ср2}} \cdot c_{\text{ср2}}$	$16,94 \cdot 2,904 + 19,36 \cdot 2,662=100,73$
Жану камерасының радиусы	$R_{\text{гор}}$	$\text{м}$	$D_{\text{гор}}/2$ , где $D_{\text{гор}}=1,21\text{м}$	$1,21/2=0,605$
Жану камерасының беті	$F_{\text{гор}}$	$\text{м}^2$	$\pi \cdot R_{\text{гор}}^2 \cdot n$ , где n-количество горелок $n=8\text{шт}$	$3,14 \cdot 0,605^2 \cdot 8=9,2$
Жану камерасының шығу терезесінің ауданы	$F_{\text{окна}}$	$\text{м}^2$	$h_{\text{ф}} \cdot d$	$2,9 \cdot 12,68=36,83$
Жану камерасының барлық қабырғаларының ауданы	$F_{\text{ст}}$	$\text{м}^2$	$F_{\text{фр}}+F_3+F_{\text{под}}+F_{\text{пот}}+F_6 \cdot 2$	$208,68+248,53+108,41 + 73,65+100,73 \cdot 2=840,78$
Тегіс экранның беті	$F_{\text{экр}}$	$\text{м}^2$	$F_{\text{ст}}-F_{\text{окна}}-F_{\text{гор}}$	$840,78-36,83-9,2=794,75$
Жану камерасының көлемі	$V_{\text{T}}$		$F_6 \cdot d$	$100,73 \cdot 12,68=1277,34$
Ластану коэффициенті	$\zeta_{\text{экр}}$	-	По таблице 5.2 /1/	0,65
Бұрыш экранының коэффициенті	$\chi_{\text{экр}}$	-	По номограмме 1 /1/ $S_{\text{р}}/d=55/51$	0,99
Тегіс экранның тиімді жылу коэффициенті	$\psi_{\text{экр}}$	-	$\zeta_{\text{экр}} \cdot \chi_{\text{экр}}$	$0,65 \cdot 0,99=0,6435$
Жану камерасының шығуындағы газдың температурасы	$\nu_{\text{T}}''$	$^{\circ}\text{C}$	Предварительно принимаем $1200^{\circ}\text{C}$	1200
Ластану коэффициенті	$\zeta_{\text{окн}}$	-	$\beta \cdot \zeta_{\text{экр}}$ , $\beta = A/\nu_{\text{T}}''$ , где температурный коэффициент $A=700^{\circ}\text{C}$ , $\beta=700/1200=0,583$	$0,583 \cdot 0,65=0,379$
Шығу терезесінің коэффициентінің жылу тиімділігі	$\psi_{\text{окна}}$	-	$\zeta_{\text{окна}} \cdot \chi_{\text{окна}}$ , где $\chi_{\text{окна}}=1$ по/1/ стр.27	$0,379 \cdot 1=0,379$
Орташа тегіс экранның тиімді жылу коэффициенті	$\psi_{\text{ср}}$	-	$\frac{\sum \psi_i \cdot F_i}{F_{\text{ст}}} = \frac{\psi_{\text{экр}} \cdot F_{\text{экр}} + \psi_{\text{окна}} \cdot F_{\text{окна}}}{F_{\text{ст}}}$	$\frac{0,6435 \cdot 794,35 + 0,379 \cdot 36,83}{840,78} = 0,6249$

## 5.2 Жану камерасындағы жылуалмасуын есептеу

Есептік формула газдың ауқымсыз қызуын шыға берісте Больцман өлшемімен арада байланыстырады, жану камерасының дәрежесімен және параметрмен, алаудың қызуының максимумы салыстырмалы орналасуы. Барлық формулалар және жылуалмасу есептері жану камера 5.2 кестесінде көрсетілген.

5.2 кестесі. Жану камерасындағы жылуалмасу

Атауы	Белгіленуі	Өлшемі	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Ыстық ауа энтальпиясы	$H_{гв}^0$	кДж/м <sup>3</sup>	$t_{гв}=275\text{ }^0\text{C}$	4064
Жану камерасындағы ауамен кіретін жылу	$Q_{гв}$	кДж/м <sup>3</sup>	$(\alpha_m'' - \Delta\alpha_m) \cdot H_{зг}^0 + \Delta\alpha_m \cdot H_{хг}^0$	$(1,05 - 0) \cdot 4064 + 0 \cdot 500,148 = 4767,248$
Жану камерасындағы толық бөлінуі	$Q_T$	кДж/м <sup>3</sup>	$Q_p^p \cdot \frac{100 - q_3 - q_6}{100 - q_4} + Q_{зг} - Q_{6,6}$	$41740 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} + 4767,248 = 46800,36$
Адиабаттық жану температурасы	$\vartheta_a$	$^0\text{C}$	$H_a = Q_T$	2160,5 $T_a = \vartheta_a + 273 = 2433,5$
Параметр М	М	-	$A \cdot B \cdot x_r$ , по /1/ $A=0,54$ , $B=0,2$ $x_r = h_r / H_T = 3,872 / 17,182 = 0,2254$	$0,54 - 0,2 \cdot 0,2254 = 0,4949$
Орташа коэффициент	м	-	По рисунку 5.2 /1/ по $q_v = \frac{B_p \cdot Q_H^p}{V_T} =$ $= \frac{7,496764 \cdot 41740}{1277,34} = 244,9$	0,1
Сәулелі қабатының тиімді қалыңдығы	S	м	$V_T \cdot 3,6 / F_{ст}$	$1277,34 \cdot 3,6 / 840,78 = 5,47$
Үш атомды газ коэффициентінің нұру	$K_T$	$\frac{1}{m \cdot MPa}$	$\gamma_{H_2O} P_n \cdot S = p \cdot r_n^0 \cdot S =$ $= 0,1 \cdot 0,2526 \cdot 5,47 = 0,14$ және $\vartheta_T = 1200$	1,13
Газдың қараю сатысы	$a_T$	-	$= 1 - \exp(-kps)$	1- $\exp(1.01825 \cdot 0.1 \cdot 5.47) = 0,4270218$

Отынның жұмыс массасындағы оттегі мен суттегінің қатынасы	$\frac{C^p}{H^p}$	-	$0,12 \cdot \sum(m/n) \cdot C_m H_n$	$0,12 \cdot (1/4 \cdot 58 + 2/6 \cdot 17,2 + 3/8 \cdot 7,4 + 4/10 \cdot 2 + 5/12 \cdot 0,5) = 2,882$
Факелдің жарық беру бөлігінің сіңіру коэффициенті	$K_{св}$	$\frac{1}{m \cdot MПа}$	$0,3 \cdot (2 - \alpha_T'') \cdot (1,6 \cdot 10^{-3} \cdot T_T'' - 0,5) \cdot \frac{C^p}{H^p}$	$0,3 \cdot (2 - 1,05) \cdot (1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1473 - 0,5) \cdot 2,882 = 1,525$
Факелдің жарық беру бөлігінің қараю сатысы	$a_{св}$	-	$KPS = (K_r \cdot r_n + K_{св}) \cdot p \cdot S = (1,13 \cdot 0,2526 + 1,525) \cdot 0,1 \cdot 5,47 = 1,5$	
Факелдің қараю сатысы	$a_{\phi}$	-	$m \cdot a_{св} + (1 - m) \cdot a_r$	$0,1 \cdot 0,7512 + (1 - 0,1) \cdot 0,427016 = 0,45944$
Жану камерасының қараю сатысы	$a_T$	-	$\frac{a_{\phi}}{a_{\phi} + (1 - a_{\phi}) \cdot \psi_{ср}}$	$\frac{0,45944}{0,45944 + (1 - 0,44944) \cdot 0,62488} = 0,5762992$
Жану камерасынан газдың шығу энтальпиясы	$H_T''$	$\frac{КДж}{м^3}$	$\vartheta_T'' = 1200 \text{ } ^\circ\text{C}$	24222,22
Толық және орташа массалық жылусыймдылығы	$V \cdot C_p$	$\frac{КДж}{м^3 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{H_a - H_T''}{\vartheta_a - \vartheta_T''}$	$\frac{46800,357 - 24222,22}{2160 - 1200} = 23,507$
Больцман Критериясы	$B_0$	-	$\frac{\varphi \cdot B_p \cdot (V \cdot C_p)}{5,67 \cdot 10^{-11} \cdot \psi_{ср} \cdot F_{cm} \cdot T_a^3}$	$\frac{0,9947 \cdot 7,496746 \cdot 23,507}{5,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,62488 \cdot 840,78 \cdot 2433,5} = 0,4083826$
Жану камерасынан шығу есептік температурасы	$\vartheta_T''$	$^\circ\text{C}$	$\frac{T_a}{M \cdot \left(\frac{a_m}{B_0}\right)^{0,6} + 1} - 273$	$\frac{2402}{0,4949 \cdot \left(\frac{0,5762992}{0,4083826}\right)^{0,6} + 1} - 273 = 1240$
Жану камерасынан шығу есептік энтальпиясы	$H_T''$	$кДж/м^3$	по $\vartheta_T'' = 1240$	23143,8
Жану камерасының сәулелі жылу қабылдауы	$Q_{\sigma}^T = Q_L$	$кДж/м^3$	$\varphi \cdot (H_a - H_T'')$	$0,995 \cdot (46800,357 - 23143,8) = 23538,27$

## 6. Бұды қайта қыздырудың конструкторлық есептелуі

Бұды қайта қыздырудың конструкторлық есептелуінің мақсаты белгілі жылуқабылдағыштағы конструктивті өлшемі және мінездемесіндегі бетін қыздыру есебін анықтау. Конструктивті өлшемдер және бетінің мінездемесі сызуда берілген (6.1, 6.2 кестесі).

6.1 кестесі. Бұды қайта қыздырғыштың бірінші сатысын есептеу

Атауы	Белгілену	Өлшем	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Құбырдың көлденең қимасының қадамы	$S_1$	м	$S_1=3*d$	$3*0,0$ $3=0,0$ 900
Құбырдың бойлық адымы	$S_2$	м	$S_2=2*0,03$	$2*0,03=0,0600$
Конвективті шахты өлшемі	$a$	м	сызудан	12,58
Конвективті шахты тереңдігі	$b$	м	сызудан	4,36
Көлденең қатардағы құбырдың саны	$z_1$	шт.	$(a-S_1)/ S_1$	$(12,58-0,09)/0,09=139$
Қабырғаның қалыңдығы	$\delta$	м	қабылдаймыз /2/ стр. 93	0,0050
Құбырдың диаметрі	$d$	м	қабылдаймыз /2/ стр. 93	0,0300
Қыздырғыш бетіндегі газ өтетін қиылысы	$f_r$	м <sup>2</sup>	$a \cdot b - d \cdot b \cdot z_1$	$12,58 \cdot 4,36 -$ $-138,82 \cdot 4,36 \cdot 0,03 = 36,67$
Газдың орташа температурасы	$\square_{cp}$	°C	$(\square_{IV} + \square_{V})/2$	$(807+453)/2=630$
Газдың жылдамдығы	$W_r$	м <sup>3</sup> /с	$\frac{B_p \cdot V_z^{nn2} \cdot (v_{cp} + 273)}{273 \cdot f_z}$	$(7,4967 \cdot 14,19 \cdot (630+273))/$ $/(36,67 \cdot 273)=9,6$
Бұды қайта қыздырғыштағы бұдының орташа көлемі	$v_{cp}$	м <sup>3</sup> /кг	$(v' + v'')/2$	$(0,0148+0,0235)/2=0,02$
Құбырдың ішкі диаметрі	$d_{вн}$	м	$d - \delta$	$0,03-0,005=0,025$
Бұ өтетін қиылыс	$f_{п}$	м <sup>2</sup>	$0,785 \cdot d_{вн}^2 \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3,$ где по /1/ стр. 68 $z_p=1,$ $z_3=6$	$0,785 \cdot 0,025^2 \cdot 138,8 \cdot 1 \cdot 6 =$ $=0,41$

Будың жылдамдығы	$W_{II}$	$m^3/c$	$\frac{D_{не} \cdot v_{II}}{f_{II}}$	$117,05 \cdot 0,02 / 0,41 = 5,49$
Көлденең қимасын жуып өтетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_{II}$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	/1/ номограмма 7 $P_{cp} = 13,975 MPa,$ $t_{cp} = 433,85^\circ C$	2100
Диаметр өзгертулері	$C_d$	-	/1/ номограмма 7 $d_{вн} = 0,03m$	1,01
Қабырғадан буға берілетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_2$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	$C_d \cdot \alpha_{II}$	$2100 \cdot 1,01 = 2121$
Геометриялық компоновкаларға өзгеріс	$C_s$	-	/1/ номограмма 5 $\delta_1 = 3,00, \delta_2 = 2,00$	1
Отынның арнайы бір түріне өзгерту	$C_{\phi}$	-	/1/ номограмма 5 $\square_{cp} = 630^\circ C,$ $r_{H_2O} = 0,1635$	1,02
Конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_{II}$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	/1/ номограмма 5 $W_{II} = 9,6m/c, d = 0,03m$	83
Өзгертілген конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_k$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	$C_s \cdot C_z \cdot C_{\phi} \cdot \alpha_{II},$ где $C_z = 1$	$1 \cdot 1 \cdot 1,02 \cdot 83 = 84,25$
Сәулелі қабаттың қалыңдығы	$S$	$m$	$0,9 \cdot d \cdot \left( \frac{4}{\pi} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 - 1 \right)$	$0,9 \cdot 0,03 \cdot (4 \cdot 0,09 \cdot 0,06 / (3,14 \cdot 0,03^2) - 1) = 0,1793$
Үш атомды бөліктерді жұту коэффициенті	$K_{\Gamma}$	$1/(m \cdot MPa)$	/1/ ном.3 $r_{H_2O},$ $P_n S = P \cdot r_n \cdot S =$ $= 0,1 \cdot 0,2525 \cdot 0,1793 =$ $= 0,0045 m \cdot MPa,$ $\square_{cp} = 630^\circ C$	30
Сәулелену коэффициенті	$\alpha_{II}$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	/1/ номограмме 6 $\square_{cp} = 630^\circ C,$ $t_3 = t_{cp} + 25 = 433 + 25 = 458^\circ C$	115
Өргену өнімінің қараю сатысы	$a_{\Gamma}$	-	/1/ номограммасы 1 $kps = k_{\Gamma} \cdot r_n \cdot p \cdot s =$ $= 30 \cdot 0,2525 \cdot 0,1 \cdot 0,179 =$ $0,14$	0,0024
Сәулелі жылу беру коэффициенті	$\alpha_{II}$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	$\alpha_{II} \cdot a_{\Gamma} \cdot C_{\Gamma},$ где $C_{\Gamma} = 0,975$	$115 \cdot 0,0024 \cdot 0,975 = 0,27$
Газдан қабырғаға берілетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_1$	$Вт/(m^2 \cdot K)$	$\xi \cdot (\alpha_k + \alpha_{II}),$ где $\xi = 1,00$	$1 \cdot (84,25 + 0,27) = 84,52$

жылу беру коэффициенті	k	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\psi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$ , где $\psi=0,85$	$0,85 \cdot 84,52 \cdot 2100 / (84,52+2100)=69,09$
Қысым ағысының орташа температурасы	$\Delta t$	°С	$\frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{m}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{m}}}$ , где $\Delta t_{\delta}=309,9^{\circ}\text{C}$ , $\Delta t_{m}=82,72^{\circ}\text{C}$	$(309,9-82,72) / (\ln(309,9/82,72))=172,052$
Қыздырғыш бетінің есептелуі	F	м <sup>2</sup>	$Q_{\delta} \cdot V / (k \cdot \Delta t)$ , где $Q_{\delta}=7180$ кДж/кг	$7180 \cdot 7,496764 / (69,09 \cdot 172,05)=4528,82$
Змеевиктің ұзындығы	$l_{3m}$	м	$\frac{F}{\pi \cdot d \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3}$	$4528,82 / (3,14 \cdot 0,03 \cdot 139 \cdot 1 \cdot 6) = 57,69$
Змеевиктегі петелдердің саны	$Z_{пет}$	шт.	$l_{3m} / (2 \cdot b)$	$57,69 / (2 \cdot 4,36) = 7$
Құбыр қатарының саны	$Z_2$	шт.	$z_{nem} \cdot 2 \cdot z_p \cdot z_3$	$7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 6 = 79$
Буды қайта қыздырғыштың пакетінің тереңдігі	h	м	$S_2 \cdot (Z_2 - 1) + d$	$0,06 \cdot (79 - 1) + 0,03 = 4,74$

### 6.2 кестесі. Буды қайта қыздырғыштың екінші сатысын есептеу

Атауы	Белгілену	Өлшем	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Құбырдың көлденең қимасының қадамы	$S_1$	м	$S_1 = 2,5 \cdot d$	$2 \cdot 0,032 = 0,08$
Құбырдың бойлық адымы	$S_2$	м	$S_2 = 1,5 \cdot d$	$1,5 \cdot 0,032 = 0,048$
Конвективті шахты өлшемі	a	м	По чертежу	12,58
Конвективті шахты тереңдігі	b	м	По чертежу	4,36
Көлденең қатардағы құбырдың саны	$z_1$	шт.	$(a - S_1) / S_1$	156



Қабырғаның қалыңдығы	$\delta$	м	Принимаем по /2/ стр. 93	0,006
Құбырдың диаметрі	$d$	м	Принимаем по /2/ стр. 93	0,032
Қыздырғыш бетіндегі газ өтетін қиылысы	$f_r$	м <sup>2</sup>	$a \cdot b - d \cdot b \cdot z_1$	$12,58 \cdot 4,36 - 156 \cdot 4,36 \cdot 0,032 = 33,03$
Газдың орташа температурасы	$\square_{cp}$	°C	$(\square_{III} + \square_{IV})/2$	$(1010 + 807,6)/2 = 908$
Газдың жылдамдығы	$W_r$	м <sup>3</sup> /с	$\frac{B_p \cdot V_z^{nn2} \cdot (v_{cp} + 273)}{273 \cdot f_z}$	$(7,0967 \cdot 14,19 \cdot (908 + 273)) / (33,03 \cdot 273) = 13,94$
Буды қайта қыздырғыштағы будың орташа көлемі	$v_{cp}$	м <sup>3</sup> /кг	$(v' + v'')/2$	$(0,0228256 + 0,0276406)/2 = 0,0252$
Құбырдың ішкі диаметрі	$d_{вн}$	м	$d - \delta$	$0,032 - 0,006 = 0,026$
Бу өтетін қиылыс	$f_{II}$	м <sup>2</sup>	$0,785 \cdot d_{вн}^2 \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3$ , где по /1/ стр. 68 $z_p = 1, z_3 = 6$	$0,785 \cdot 0,026^2 \cdot 156 \cdot 1 \cdot 6 = 0,5$
Будың жылдамдығы	$W_{II}$	м <sup>3</sup> /с	$\frac{D_{пе} \cdot v_{II}}{f_{II}}$	$119,44 \cdot 0,025233 / 0,5 = 6,06$
Көлденең қимасын жуып өтетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_{II}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	По /1/ номограмма 7 по $P_{cp} = 13,33$ МПа, $t_{cp} = 522,7$ °C	1700
Диаметр өзгертулері	$C_d$	-	По /1/ номограмма 7 по $d_{вн} = 0,026$ м	1,0
Қабырғадан буға берілетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_2$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$C_d \cdot \alpha_{II}$	$1700 \cdot 1,0 = 1700$
Геометриялық компоновкаларға өзгеріс	$C_s$	-	По /1/ номограмме 5 по $\delta_1 = 2, \delta_2 = 1$	0,9
Отынның арнайы бір түріне өзгерту	$C_{ф}$	-	По /1/ номограмме 5 по $\square_{cp} = 908$ °C, $r_{H_2O} = 0,1635$	0,99
Конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_{II}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	По /1/ номограмме 5 по $W_r = 16,67$ м/с, $d = 0,05$ м	96
Өзгертілген конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_k$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$C_s \cdot C_z \cdot C_{ф} \cdot \alpha_{II}$ , где $C_z = 1$	$0,9 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 96 = 85,54$

Сәулелі қабаттың қалыңдығы	S	м	$0,9 \cdot d \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 - 1\right)$	$0,9 \cdot 0,05 \cdot (4 \cdot 2,5 \cdot 1,5 / 3,14 - 1) = 0,1087$
Үш атомды бөліктерді жұту коэффициенті	$\kappa_T$	1/(м·МПа)	По /1/ ном.3 по $\Gamma_{H_2O}$ , $PnS = P \cdot r_n \cdot S = 0,1 \cdot 0,2525 \cdot 0,0925 = 0,0023 \text{ м} \cdot \text{МПа}$ , $\square_{cp} = 908^\circ\text{C}$	54
Сәулелену коэффициенті	$\alpha_H$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	По /1/ номограмме 6 по $\square_{cp} = 908^\circ\text{C}$ , $t_3 = t_{cp} + 25 = 522 + 25 = 547^\circ\text{C}$	225
Өртену өнімінің қарау сатысы	$a_T$	-	$a_T = 1 - \exp(-kps)$	$1 - \exp(0,09) = 0,08$
Сәулелі жылу беру коэффициенті	$\alpha_L$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\alpha_H \cdot a_T \cdot C_T$ , где $C_T = 0,98$	$225 \cdot 0,08 \cdot 0,98 = 16,85$
Газдан қабырғаға берілетін жылу беру коэффициенті	$\alpha_1$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\xi \cdot (\alpha_k + \alpha_L)$ , где $\xi = 1,00$	$1 \cdot (85,54 + 16,85) = 102,3$
жылу беру коэффициенті	k	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\psi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$ , где $\psi = 0,85$	$0,85 \cdot 102,3 \cdot 1785 / (102,3 + 1785) = 82,08$
Қысым ағысының орташа температурасы	$\Delta t$	°C	$\frac{\Delta t_\delta - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_\delta}{\Delta t_m}}$ , где $\Delta t_\delta = 524^\circ\text{C}$ , $\Delta t_m = 247^\circ\text{C}$	$\frac{524,33 - 247,2}{\ln \frac{524,33}{247,6}} = 142,44$
Қыздырғыш бетінің есептелуі	F	м <sup>2</sup>	$Q_\delta \cdot B / (k \cdot \Delta t)$ , где $Q_\delta = 3385,7 \text{ кДж/кг}$	$3385,7 \cdot 7,496764 / (82,08 \cdot 385,97) = 801,18$
Змеевиктің ұзындығы	$l_{3M}$	м	$\frac{F}{\pi \cdot d \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3}$	$801,18 / (3,14 \cdot 0,05 \cdot 125 \cdot 1 \cdot 6) = 8,5$
Змеевиктегі петелдердің саны	$Z_{пет}$	шт.	$l_{3M} / (2 \cdot b)$	$8,5 / (2 \cdot 4,36) = 1$
Құбыр қатарының саны	$Z_2$	шт.	$z_{nem} \cdot 2 \cdot z_p \cdot z_3$	$1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 6 = 12$
Буды қайта қыздырғышты пакетінің терендігі	h	м	$S_2 \cdot (Z_2 - 1) + d$	$0,048 \cdot (12 - 1) + 0,032 = 0,55$

## 7. Қыздырғыш бетінің конструкторлық есептелуі

Қыздырғыш бетін есептеудің мақсаты: жылу сезгіштік пен берілген сызудан конструкторлық өлшемімен мінездемесін анықтау, сулы экономайзер мен ауа қыздырғышының конструкторлық есептелуі. Экономайзер мен ауа қыздырғыштың бетін қыздырып шыққан өлшемдерін, берілген сызудағы өлшемдермен салыстырып, қыздырғыш бетіндегі өзгерістерді қабылдаймыз.

### 7.1. Сулы экономайзердің есептелуі

Сулы экономайзердің жылуын есептеу үшін берілгендерібар кесте құрамыз (7.1 кестесі).

Экономайзердің жұмыс жасу барысындағы энтальпиясына қарап сулы экономайзердің типін алдын ала анықтаймыз.

7.1 кестесі. Сулы экономайзердің конструктивті есептелуі

Атауы	Белгілену	Өлшем	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Құбырдың көлденең қимасының қадамы	S1	м	$S1=2.4*d$	$2.4*0.032=0,0768$
Құбырдың бойлық адымы	S2	м	$S2=2*d$	$2*0.032=0,0640$
Конвективті шахты өлшемі	a	м	по чертежу	12,58
Конвективті шахты тереңдігі	b	м	по чертежу	4,36
Көлденең қатардағы құбырдың саны	$z_1$	шт	$\frac{(a - S_1)}{S_1}$	$\frac{12.58 - 0,0768}{0.0768} = 162,8$
Қабырғаның қалыңдығы	$\delta$	м	Принимаем	0,0050
Құбырдың диаметрі	d	м	Принимаем	0,032
Газ өтетін қиылыс	$f_z$	м <sup>2</sup>	$a \cdot b - d \cdot b \cdot z_1$	$12,58 \cdot 4,36 - 0,032 \cdot 4,36 \cdot 163 = 32,1$
Газ жылдамдығы	$W_r$	м/с	$\frac{B_p \cdot V_z^{nn2} \cdot (v_{cp} + 273)}{273 \cdot f_z}$ $v_{cp}=392.82^\circ\text{C}$	$\frac{7,4967 \cdot 14,19 \cdot (392,8 + 273)}{273 \cdot 32,1} = 8,08$

Бу өтетін қиылыс	$f_n$	$M^2$	$0,785 \cdot d_{BH}^2 \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3$ $z_p=1, z_3=1,9,$ $d_{BH}=0,027$	$0,785 \cdot 0,027^2 \cdot 163 \cdot 1 \cdot 1,9 = 0,18$
Будың орташа көлемі	$v_{cp}$	$M^3/кг$	$(v'_{ЭК} + v''_{ЭК})/2$	$(0,0012 + 0,0012718)/2 = 0,00124$
Су жылдамдығы	$W_n$	$M/с$	$\frac{D_{пе} \cdot v_n}{f_n}$	$\frac{120,64 \cdot 0,00124}{0,18} = 0,84$
Геометриялық компоновкаларға өзгеріс	$C_s$	-	По /1/ номограмме 5 по $\delta_1=2,4, \delta_2=2,0$	0,75
Отынның арнайы бір түріне өзгерту	$C_\phi$	-	По /1/ номограмме 5 по $\square_{cp}=392,8^\circ C,$ $r_{H_2O}=0,1635$	1,05
Конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_n$	$Вт/(M^2 \cdot K)$	По /1/ номограмме 5 по $W_\Gamma=8,08 M/с,$ $d=0,032 M$	70
Өзгертілген конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_k$	$Вт/(M^2 \cdot K)$	$C_s \cdot C_z \cdot C_\phi \cdot \alpha_n,$ где $C_z=1$	$0,75 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 70 = 73,5$
Сәулелі қабаттың қалыңдығы	$S$	$M$	$0,9 \cdot d \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 - 1\right)$	$0,9 \cdot 0,03 \cdot \left(\frac{4}{3,14} \cdot 0,0768 \cdot 0,064 - 1\right) = 0,1472$
Үш атомды бөліктерді жұту коэффициенті	$K_\Gamma$	$1/(M \cdot MPa)$	По /1/ ном.3 по $r_{H_2O},$ $P_n S = P \cdot r_n \cdot S =$ $= 0,1 \cdot 0,2525 \cdot 0,14$ $72 =$ $= 0,0037 M \cdot MPa,$ $u_{cp} = 392,8^\circ C$	41
Сәулелену коэффициенті	$a_\Gamma$	-	$a_\Gamma = 1 - \exp(-kps)$	0,0022
Өртену өнімінің қарау сатысы	$\alpha_n$	$Вт/(M^2 \cdot K)$	По /1/ номограмме 6 по $\square_{cp} = 392,8^\circ C,$ $t_3 = t_{cp} + 25 = 250,9^\circ C$	45
Сәулелі жылу беру коэффициенті	$\alpha_n$	$Вт/(M^2 \cdot K)$	$\alpha_n \cdot a_\Gamma \cdot C_\Gamma,$ где $C_\Gamma = 0,948$	$45 \cdot 0,0022 \cdot 0,948 = 0,1$
Газдан қабырғаға	$\alpha_1$	$\frac{Вт}{M^2 \cdot K}$	$\xi \cdot (\alpha_k + \alpha_n)$ $\xi = 1$	$1 \cdot (73,5 + 0,1) = 73,6$

берілетін жылу беру коэффициенті				
жылу беру коэффициенті	K	$\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\psi \cdot \alpha_1$ $\psi=0,85$	$0,85 \cdot 73,6 = 62,55$
Кіре берістегі газдың температурасы	$\vartheta'$	$^{\circ}C$	Из раздела 7.2	453.47
Шыға берістегі газдың температурасы	$\vartheta''$	$^{\circ}C$	Из раздела 7.2	333
Кіре берістегі судың температурасы	$t_{п}'$	$^{\circ}C$	Из раздела 7.1	235
Шыға берістегі судың температурасы	$t_{п}''$	$^{\circ}C$	Из раздела 7.1	266.8
Қысым ағынының температурасы	$\overline{\Delta t}$	$^{\circ}C$	$\frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{м}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{м}}}$ где $\Delta t_{\delta}=187.7^{\circ}C$ , $\Delta t_{м}=97.2^{\circ}C$	$\frac{187,7 - 97,2}{\ln \frac{187,7}{97,2}} = 142,44$
Балансына қарай булы қыздырғыштың жылу сезімділігі	$Q_{\delta}^{ЭК}$	кДж/кг	Из раздела 7.1	2303
Қыздырғыш беті	F	$м^2$	$\frac{Q_{\delta}^{ЭК} \cdot B_p}{K \cdot \Delta t}$	$\frac{2303 \cdot 7,496764}{62,556 \cdot 142,44} = 1951,447$
Змеевиктің ұзындығы	$l_{зм}$	М	$\frac{F}{\pi \cdot d_{cp} \cdot z_1 \cdot z_p \cdot z_3}$	$\frac{1951,447}{3,14 \cdot 0,027 \cdot 163 \cdot 1 \cdot 1,9} = 62,73$
Петель саны	$z_{пет}$	ШТ	$\frac{l_{зм}}{2 \cdot b}$	$\frac{62,73}{2 \cdot 4,36} = 7$
Құбыр қатарының саны	$z_2$	ШТ	$z_{nem} \cdot 2 \cdot z_p \cdot z_3$	$7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,9 = 27$
Пакеттің тереңдігі	$h_{пак}$	М	$S_2 \cdot (z_2 - 1) + d$	$0,064 \cdot (27-1) + 0,027 = 1.93$

## 7.2. Ауа қыздырғыштың есептелуі.

Булы қазан сызуынан және құбырлы ауа қыздырғышының эскизінен екі проекциялы миллиметрлік қағазға масштабы 1:25 немесе 1:50 ауа қыздырғышының барлық конструктивті өлшемі көрсетілген. Кестеде ауа қыздырғышының толық есептелуі көрсетілген.

7.2 кестесі. Ауа қыздырғыштың есептелуі

Атауы	Белгілену	Өлшем	Формула	Есептеу
1	2	3	4	5
Құбырдың көлденең қимасының қадамы	S1	м	$S1=1.35*0.035$	0,0473
Құбырдың бойлық адымы	S2	м	$S2=1.05*0.035$	0,0368
Қабырға қалыңдығы	$\delta$	м	Қабылдаймыз /1/	0,0015
Құбырдың диаметрі	d	м	Қабылдаймыз /1/	0,035
Кіре берістегі газдың температурасы	$\vartheta'$	$^{\circ}\text{C}$	Бөлімнен 7.2	333
Шыға берістегі газдың температурасы	$\vartheta''$	$^{\circ}\text{C}$	Бөлімнен 7.2	120
Кіре берістегі судың температурасы	$t_b'$	$^{\circ}\text{C}$	Бөлімнен 7.1	30
Шыға берістегі судың температурасы	$t_b''$	$^{\circ}\text{C}$	Бөлімнен 7.1	275
Қысым ағынының температурасы	$\overline{\Delta t}_{\text{пр}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}}$ $\Delta t_{\delta}=90^{\circ}\text{C}, \Delta t_m=57^{\circ}\text{C}$	$\frac{90-57}{\ln \frac{90}{57}} = 72,347$
Қиылыстағы тоқ өзгерістері	$\epsilon_{\Delta t}$	-	/1/ номограмме 11 $P=(t_b'' - t_b')/(\vartheta' - \vartheta'')=$ $=(275-30)/(333-125)=1,15$ и $R=(\vartheta' - \vartheta'')/(\vartheta' - t_b')=$ $=(333-120)/(333-30)=0,702$	0,785
Дұрыс қысым ағынының температурасы	$\overline{\Delta t}$	$^{\circ}\text{C}$	$\overline{\Delta t}_{\text{пр}} \cdot \epsilon_{\Delta t}$	$72.347 \cdot 0,785=65.113$
Фронттағы ауа қыздырғыштың өлшемі	a	м	сызудан	11,62

Ауа қыздырғыштың ені	b	м	сызудан	2,42
Бір қатардағы құбыр саны	n <sub>1</sub>	-	(a-S <sub>1</sub> )/S <sub>1</sub>	(11,62-0,0473)/0,0473=244,8
Құбыр қатар саны	n <sub>2</sub>	-	(b-S <sub>2</sub> )/S <sub>2</sub>	(2,42-0,0368)/0,0368=64,9
Газ жылдамдығы	W <sub>Г</sub>	м/с	$\frac{B_p \cdot V_{\Gamma} \cdot (9_{\text{CP}} + 273)}{0,785 \cdot d_{\text{BH}}^2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot 273}$ v <sub>cp</sub> =226°С, d <sub>BH</sub> =0,035м	$\frac{7,4967 \cdot 14,19 \cdot (226 + 273)}{0,785 \cdot 0,035^2 \cdot 245 \cdot 65 \cdot 273} = 14,092$
Алдын ала қабылданған ауа жылдамдығы	W <sub>в</sub>	м/с	қабылдаймыз	10.4
Отынның арнайы бір түріне өзгерту	C <sub>ф</sub>	-	/1/ номограмме 12 t <sub>cp</sub> =152,5°С и r <sub>H2O</sub> =0,1635	1,3
Конвекцияның жылу беру коэффициенті	α <sub>н</sub>	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	/1/ номограмме 12 W <sub>Г</sub> =14м/с, d=0,035м	45
Өзгертілген конвекцияның жылу беру коэффициенті	α <sub>к</sub>	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	C <sub>ф</sub> · α <sub>н</sub>	1,3·45=58,5
Газдан қабырғаға берілетін жылу беру коэффициенті	α <sub>г</sub>	-	α <sub>к</sub> + α <sub>л</sub> , α <sub>л</sub> ≈0	58,5+0=58,5
Номмограммалық жылу беру конвекциясының коэффициенті	α <sub>н</sub>	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	/1/ номограмме 8 W <sub>Г</sub> □ иd	105
Отынның арнайы бір түріне өзгерту	C <sub>с</sub>	-	/1/ номограмме 8 δ1=1,35, δ2=1,05	0,85
Газ жүретін қатарлар санының өзгерісі	C <sub>z</sub>	-	1/ номограмме 8 δ1=1,35, δ2=1,05 и z <sub>2</sub> =64,9	1
Геометриялық компоновкаларға өзгеріс	C <sub>ф</sub>	-	/1/ номограмме 8 t <sub>cp</sub> =152,5°С и r <sub>H2O</sub> =0,1635	1,1
Ауадан қабырғаға берілетін жылу беру коэффициенті	α <sub>в</sub>	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	C <sub>с</sub> · C <sub>z</sub> · C <sub>ф</sub> · α <sub>н</sub> ,	0,85 · 1 · 1,1 · 105=98,175
Ауа қыздырғышты пайдалану коэффициенті	ξ	-	/1/ кесте 11.1	0,85
Жылу беру коэффициенті	K	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\xi \frac{\alpha_{\Gamma} \cdot \alpha_{\text{в}}}{\alpha_{\Gamma} + \alpha_{\text{в}}}$	$0,85 \cdot \frac{58,5 \cdot 104,72}{58,5 + 104,72} = 31,158$
Балансына қарай ауа	Q <sub>6</sub> <sup>вп</sup>	кДж/кг	бөлімнен 7.2	3902

қыздырғыштың жылу сезімділігі				
Қыздырғыш беті	$F_{ВП}$	$m^2$	$\frac{Q_{\theta}^{ЭК} \cdot B_p}{K \cdot \Delta t}$	$\frac{3902 \cdot 7,496764}{31,158 \cdot 65,113} = 16532,4$
Ауа қыздырғыш сатысының биіктігі	$h_{ВП}$	$m$	$F_{ВП}/(\pi \cdot d \cdot n_1 \cdot n_2)$	$16532,4/(3,14 \cdot 0,035 \cdot 245 \cdot 65) = 9,68$
Бір қадамның биіктігі	$h_{1x}$	$m$	$h_{ВП} / z_x,$ $z_x=2$	$9,68/2=4,84$

Биіктігін 0,7...1,5метр деп қабылдаған жағдайда, ауа тоғының құбыр системасында пайда болуы үшін 2 қадамды аралық бөгет тақтайларын пайдаланамыз.



## Әдебиеттер

1. Тепловой расчёт котлоагрегатов: Учебное пособие /Акимов Ю. И., Васильев А. В., Мусатов Ю. В.: Под редакцией Антропова Г. В. СГТУ, Саратов, 1995.
2. Компоновка и тепловой расчёт парового котла: Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, Т. В. Виленский. -М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Ривкин С. Л., Александров А. А. -М.: Энергия, 1975.
4. Монтаж, ремонт паровых котлов и металлы в котлостроении: Антропов Георгий Васильевич, Сунцов Александр Николаевич, СПИ, Саратов, 1982.
5. Паровые котлы тепловых электростанций: Резников Матвей Исаакович, Липов Юрий Михайлович, М.: Энергоиздат, 1981.

## Мазмұны

Алғы сөз.....	3
1. Қазан агрегаттарының есептеу-технологиялық сұлбесі және ауаның шығындалу коэффициентін таңдау.....	4
2. Кететін газ температурасы және ауа жылуын таңдау.....	6
3. Ауа энтальпиясы, өнім жануы және көлемді есептеу.....	6
4. Қазанның жылу балансы.....	9
5. Оттықты есептеу.....	10
6. Буды қайта қыздырудың конструкторлық есептелуі.....	14
7. Қыздырғыш бетінің конструкторлық есептелуі.....	19
Әдібеттер.....	25

Пішімі 60x84 1/12  
Көлемі 27 бет 2,25 шартты баспа табағы  
Таралымы 20 дана.  
Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ  
Редакциялық - баспа бөлімінде басылды.  
Ақтау қаласы, 32 ш/а.