МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ТГМЕ-206 ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПОД НАДДУВОМ И МАЗУТА С ВКЛЮЧЕННЫМ ДЫМОСОСОМ

ТХ 34-70-009-85

СОЮЗТЕХЭНЕРГО

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления
Д.Я.ШАМАРАКОВ
11.02.85 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ТГМЕ-206 ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПОД НАДДУВОМ И МАЗУТА С ВКЛЮЧЕННЫМ ДЫМОСОСОМ

ТХ 34-70-009-85

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1985

УДК 621.18-186.5(083.75)

Составлено предприятием "Средазтехэнерго" Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

Составитель инж. А.К.АБДУЛЖАМИЛОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1985.

Таблица I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА УСЛОВИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОТЛА	Тип ТГМЕ-206

Топливо: сернистый мазут марки МI00.
Характеристика топлива на рабочую массу: $Q_н^р$ = 39826(9505) кДж/кг (ккал/кг) $S^р$ = 2%, $A^р$ = 0,14%, $W^р$ = I,5%

Показатель	Нагрузка, т/ч (%)					
	335(50)	402(60)	470(70)	535(80)	600(90)	670(I00)
Теплопроизводительность котла брутто $Q_к^{бр}$, МВт (Гкал/ч)	272,6 (234,4)	327,2 (28I,3)	38I,7 (328,2)	438,3 (375,I)	490,8 (422,0)	545,5 (469,0)
Температура топлива на входе в котел $t_{тл}$, °С	I20					
Температура холодного воздуха на входе в дутьевой вентилятор до врезки рециркуляции $t_{х.в}$, °С	I5					
Температура воздуха перед калориферами $t'_{кф}$, °С	I9,0	I8,7	I8,5	I8,4	I8,3	I8,6
Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель $t'_{вп}$, °С	80	75	70			
Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	209	2I8	22I	229	238	243
Температура уходящих газов $T_{ух}$, °С	I3I,0	I33,0	I36,0	I4I,0	I48,5	I56,5
Коэффициент избытка воздуха в рассечке экономайзера $\alpha''_{вэ}$	I,05					
Присосы воздуха в РВП $\Delta\alpha$	0,28	0,26	0,24	0,22	0,2I	0,20
Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	I,33	I,3I	I,29	I,27	I,26	I,25
Потери тепла с уходящими газами q_2, %	5,9I	6,03	6,I5	6,39	6,65	6,9I
Потери тепла с химической неполнотой сгорания топлива q_3, %	0					
Потери тепла с механической неполнотой сгорания топлива q_4, %	0					
Потери тепла в окружающую среду q_5, %	0,60	0,50	0,43	0,38	0,33	0,30
Коэффициент полезного действия брутто $\eta_к^{бр}$, %	93,49	93,47	93,42	93,23	93,02	92,79

Таблица 2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА
ПОПРАВКИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ

Тип ТГМЕ-206

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)					
	335(50)	402(60)	470(70)	535(80)	600(90)	670(100)
I. Поправка к q_2 (%) на изменение:						
I.I. содержания влаги в топливе на ±I%	← ±0,0I5 →					
I.2. температуры топлива на ±I°С	← ±0,00044 →					
I.3. температуры холодного воздуха на ±I0°С	← ±0,43 →					
I.4. температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель на ±I0°С	← ±0,30 →					
I.5. температуры питательной воды на ±I0°С	← ±0,059 →					
I.6. коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера на +I%	← +0,54 →					
2. Поправка к температуре уходящих газов (°С) на изменение:						
2.I. коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера на +I%	← +8,0 →					
2.2. температуры питательной воды на ±I0°С	← ±I,0 →					
2.3. температуры воздуха на входе в РВП на ±I0°С	← ±6,5 →					
3. Вспомогательные зависимости:						
3.I. Физическое тепло топлива $Q_{тл}$, кДж/кг (ккал/кг)	← 244,86(58,44) →					
3.2. Тепло, вносимое в котел с паровым дутьем, $Q_{ф}$, кДж/кг (ккал/кг)	← 73,65(I7,58) →					
3.3. Тепло, вносимое в котел воздухом, подогретым в калориферах $Q_{в.вн}$, кДж/кг (ккал/кг)	I333,6 (3I8,3)	I2I2,0 (289,4)	I094,4 (26I,2)	I077,7 (257,2)	I069,3 (255,2)	I060,9 (253,2)
3.4. Располагаемое тепло на I кг натурального топлива $Q_р^р$, кДж/кг (ккал/кг)	4I478,0 (9899,3)	4I357,2 (9870,4)	4I238,I5 (9842,2)	4I22I,45 (9838,2)	4I2I3,05 (9836,2)	4I204,6 (9834,2)
3.5. Коэффициент, учитывающий дополнительное тепло, внесенное в топку воздухом, подогретым в калориферах, топливом и паровым распылом $K_д$	0,9602	0,963	0,9658	0,966I	0,9663	0,9665
3.6. Расход топлива $B_р \cdot I0^{-3}$, т/ч	25,33	30,48	35,69	40,88	46,I3	5I,9I
3.7. Мощность привода РВП-98Н $N_{рвп}$, кВт	← 30 →					
3.8. Мощность, потребляемая дутьевыми вентиляторами, $N_{д.в}$, кВт	622	678	736	790	879	I050
3.9. Мощность, потребляемая дымососом, $N_{дс}$, кВт	5I2	623	736	949	I220	I700
3.I0. Мощность, потребляемая дымососом рециркуляции газов, $N_{дрг}$, кВт	432	363	300	228	I75	I70
3.II. Мощность, потребляемая двигателем питательного электронасоса, $N_{пэн}$, кВт	2940	3280	3570	33I0	4020	4I70
3.I2. Удельный расход электроэнергии на дутье $Э_д$, кВт.ч/Гкал	2,65	2,4I	2,24	2,II	2,08	2,24
3.I3. Удельный расход электроэнергии на тягу $Э_т$, кВт.ч/Гкал	2,I8	2,2I	2,24	2,64	3,I4	3,63
3.I4. Удельный расход электроэнергии на рециркуляцию газов $Э_{дрг}$, кВт.ч/Гкал	I,84	I,33	0,92	0,60	0,40	0,36
3.I5. Удельный расход электроэнергии на собственные нужды котла $Э_{т+д+дрг}$, кВт.ч/Гкал	6,67	5,95	5,40	5,35	5,62	6,23

Окончание таблицы 2

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)					
	335(50)	402(60)	470(70)	535(80)	600(90)	670(100)
3.16. Удельный расход электроэнергии на питательный электронасос $Э_{пэн}$, кВт·ч/т воды	8,78	8,16	7,60	7,12	6,70	6,22
3.17. Расход тепла на нагрев воздуха в калориферах $Q_{кф}$, МВт (Гкал/ч)	8,07 (6,94)	9,02 (7,76)	9,75 (8,38)	11,32 (9,75)	12,93 (11,12)	14,6 (12,55)
3.18. Удельный расход тепла на калориферы $q_{кф}$, %	2,96	2,75	2,55	2,59	2,63	2,68
3.19. Потери тепла в калориферной установке $Q^{пот}_{кф}$, МВт (Гкал/ч)	0,19 (0,16)					
3.20. Расход тепла на обдувку РВП $Q_{рвп}$, МВт (Гкал/ч)	0,17 (0,146)					
3.21. Потери тепла на продувку котла $Q_{прод}$, МВт (Гкал/ч)	0,21 (0,18)	0,24 (0,21)	0,29 (0,25)	0,32 (0,28)	0,37 (0,32)	0,41 (0,35)
3.22. Расход тепла на собственные нужды котла (без учета расхода тепла на мазутное хозяйство и обдувки поверхностей нагрева в горизонтальном газоходе) $Q^{сн}_{к}$ МВт (Гкал/ч)	0,57 (0,486)	0,60 (0,516)	0,65 (0,556)	0,68 (0,586)	0,73 (0,626)	0,77 (0,656)
3.23. Удельный расход тепла на собственные нужды котла $q^{сн}_{к}$, %	0,209	0,183	0,170	0,155	0,149	0,141

Таблица 3

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ТИПОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ С ДАННЫМИ ЗАВОДСКОГО РАСЧЕТА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА

Тип ТГМЕ-206

Показатель	Типовая характеристика			Заводской расчет		
	Нагрузка, %					
	50	70	100	50	70	100
1. Паропроизводительность котла $D_{пе}$, т/ч	335	470	670	335	470	670
2. Температура холодного воздуха $t_{х.в}$, °С	15	15	15	30	30	30
3. Температура воздуха на входе в РВП $t'_{в\,п}$, °С	80	70	70	70	52	52
4. Температура уходящих газов $T_{ух}$, °С	131	135	156,5	134	132	138
5. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	209	221	243	210	220	243
6. Коэффициент избытка воздуха за экономайзером $\alpha''_{вэ}$	1,05	1,05	1,05	1,03	1,03	1,03
7. Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	1,33	1,29	1,25	1,31	1,267	1,23
8. Потери тепла с уходящими газами q_2, %	5,91	6,15	6,91	5,15	4,96	5,13
9. Потери тепла с химической неполнотой сгорания топлива q_3, %	0	0	0	0,5	0,5	0,5
10. Потери тепла с механической неполнотой сгорания топлива q_4, %	0	0	0	0	0	0
11. Потери тепла в окружающую среду q_5, %	0,60	0,43	0,30	0,60	0,42	0,30
12. Коэффициент полезного действия котла брутто $\eta^{бр}_{к}$, %	93,49	93,42	92,79	93,75	94,11	94,07

Таблица 4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА УСЛОВИЯ ПОСТРОЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	Тип ТГМЕ-206

Топливо – природный газ.

Характеристика топлива на рабочую массу: $Q_н^р$ = 34570 кДж/м³ (8250 ккал/м³), $A^р_{г.тл}$ = 0%, $W^р_{г.тл}$ = 0 %, $H_2S_{г.тл}$ = 0 %

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)							
	200(30)	270(40)	335(50)	400(60)	470(70)	535(80)	600(90)	670(100)
I. Теплопроизводительность котла брутто $Q_к^{бр}$, МВт (Гкал/ч)	163,5 (140,6)	218,0 (187,6)	272,6 (234,4)	327,2 (281,3)	381,7 (328,2)	438,3 (375,1)	490,8 (422,0)	545,5 (469,0)
2. Температура топлива на входе в котел $t_{г.тл}$, °С	20							
3. Температура холодного воздуха на входе в дутьевой вентилятор, $t_{х.в}$, °С	15							
4. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель, $t'_{вп}$, °С	20	20	20	22	23	23	24	25
5. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	195	201	209	218	222	229	238	243
6. Температура уходящих газов $T_{ух}$, °С	100	105	110	115	120	125	130	135
7. Коэффициент избытка воздуха в режимном сечении (в рассечке экономайзера) $\alpha''_{вэ}$	1,33	1,17	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
8. Перетоки воздуха в РВП $\Delta\alpha$	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
9. Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	1,60	1,41	1,26	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20
10. Потери тепла с уходящими газами q_2, %	5,38	5,09	4,87	5,06	5,27	5,48	5,69	5,89
11. Потери тепла с химической неполнотой сгорания топлива q_3, %	0	0	0	0	0	0	0	0
12. Потери тепла с механической неполнотой сгорания топлива q_4, %	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Потери тепла в окружающую среду q_5, %	1,0	0,74	0,60	0,50	0,43	0,38	0,33	0,30
14. Коэффициент полезного действия брутто $\eta_к^{бр}$, %	93,62	94,17	94,53	94,44	94,30	94,14	93,98	93,81

Таблица 5

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПОПРАВКИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ

ТГМЕ-206

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)							
	200(30)	270(40)	335(50)	400(60)	470(70)	535(80)	600(90)	670(100)
I. Вспомогательные зависимости:								
I.I. Расход топлива $B_р$, $м^3/ч.10^{-3}$	I8,I6	24,I5	30,06	36,I0	42,I9	48,30	54,43	60,60
I.2. Мощность, потребляемая дутьевыми вентиляторами, $N_{д.в}$, кВт	652	660	698	730	825	I7I0	I875	2370
I.3. Мощность привода РВП-98Н $N_{рвп}$, кВт	30							
I.4. Мощность, потребляемая дымососом рециркуляции, $N_{дрг}$, кВт	435	325	262	20I	I90	I86	I80	I75
I.5. Мощность, потребляемая питательным электронасосом, $N_{пэн}$, кВт	2250	2540	2940	3280	3570	38I0	4020	4I70
I.6. Удельный расход электроэнергии на дутье $э_д$, кВт·ч/Гкал	4,64	3,52	2,98	2,60	2,5I	4,56	4,44	5,05
I.7. Удельный расход электроэнергии на тягу $э_т$, кВт·ч/Гкал	3,09	I,73	I,I2	0,7I	0,58	0,50	0,43	0,37
I.8. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутье $э_{т+д}$, кВт·ч/Гкал	7,73	5,25	4,I0	3,3I	3,09	5,06	4,87	5,42
I.9. Удельный расход электроэнергии на питательный электронасос $э_{пэн}$, кВт·ч/т воды	II,25	9,78	8,78	8,I6	7,60	7,I2	6,70	6,22
I.I0. Удельный расход тепла на собственные нужды $q_к^{сн}$, %	0,0856	0,0785	0,0770	0,0733	0,0760	0,0733	0,0754	0,0752
2. Поправки к q_2 (%) на изменение:								
2.I. температуры холодного воздуха на ±I0°С	±0,09							
2.2. температуры питательной воды на ±I0°С	±0,059							
2.3. температуры уходящих газов на ±I0°С	±0,48							
2.4. коэффициента избытка воздуха в режимном сечении, принятого в типовой характеристике, на $+0,I\alpha_{вэ}''$	+0,52							
3. Поправки к температуре уходящих газов (°С) на изменение:								
3.I. температуры холодного воздуха на ±I0°С	+6,5							
3.2. температуры питательной воды на ±I0°С	±I,0							
3.3. коэффициента избытка воздуха в режимном сечении, принятого в Типовой характеристике, на $+0,I\alpha_{вэ}''$	+2,6							

Таблица 6

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ТИПОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ С ДАННЫМИ ЗАВОДСКОГО РАСЧЕТА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Тип ТГМЕ-206

Показатель	Типовая характеристика			Заводской расчет		
	Нагрузка, %					
	50	70	100	50	70	100
1. Паропроизводительность котла $D_{пе}$, т/ч	335	470	670	335	470	670
2. Давление перегретого пара $p_{пе}$, МПа (кгс/см^2)	13,0 (132)	13,20 (135)	13,73 (140)	13,0 (132)	13,20 (136)	13,73 (140)
3. Температура перегретого пара $t_{пе}$, °С	545					
4. Расход пара промперегрева $D_{п.п}$, т/ч	310	430	590	310	430	590
5. Давление пара промперегрева на выходе в котел $p'_{пп}$, МПа (кгс/см^2)	1,40 (14,0)	1,90 (19,0)	2,65 (26,5)	1,40 (14,0)	1,90 (19,0)	2,60 (26,5)
6. Температура пара промперегрева на входе в котел $t'_{пп}$, °С	300	310	333	300	310	333
7. Температура пара промперегрева на выходе из котла $t''_{п.п}$, °С	531	545	545	535	545	545
8. Давление пара промперегрева на выходе из котла, $p''_{п.п}$, МПа (кгс/см^2)	1,3 (13,2)	1,7 (17,5)	2,4 (24,0)	1,3 (13,2)	1,7 (17,5)	2,4 (24,0)
9. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	209	221	243	219	228	243
10. Температура холодного воздуха $t_{х.в}$, °С	15	15	15	30	30	30
11. Температура воздуха на входе в РВП $t'_{вп}$, °С	20	23	25	30	30	30
12. Температура уходящих газов $T_{ух}$, °С	110	120	135	118	121	125
13. Коэффициент избытка воздуха в рассечке экономайзера $\alpha''_{вэ}$	1,05					
14. Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	1,26	1,23	1,20	1,33	1,237	1,25
15. Потери тепла с уходящими газами q_2, %	4,87	5,27	5,89	4,41	4,78	4,93
16. Потери тепла с химической неполнотой сгорания q_3, %	0	0	0	0,5	0,5	0,5
17. Потери тепла с механической неполнотой сгорания q_4, %	0	0	0	0	0	0
18. Потери тепла в окружающую среду q_5, %	0,60	0,43	0,30	0,60	0,43	0,30
19. Коэффициент полезного действия брутто, $\eta_к^{бр}$, %	94,53	94,30	93,81	94,49	94,29	94,27

Рис.I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Основные показатели	ТГМЕ-206

Условия характеристики

Топливо-мазут				$t_{п.в}$ °С	$t_{х.в}$ °С	$t'_{вп}$ °С
Марка	$Q^р_н$ ккал/кг	$S^р$ %	$W^р$ %			
МI00	9505	2	I,5	Рис.I2	I5	I0

Поправки к q_2, %

$\pm$I% $W^р$	$\pm$I°С $t_н$	$\pm$I0°С $t_{х.в}$	$\pm$I0°С $t'_{вп}$	$\pm$I0°С $t_{п.в}$	+0,I$\alpha'_э$	$\pm$I0°С $T_{ух}$
$\pm$0,0I5	$\pm$0,00044	$\pm$0,43	$\pm$0,3	$\pm$0,059	+0,54	$\pm$0,47

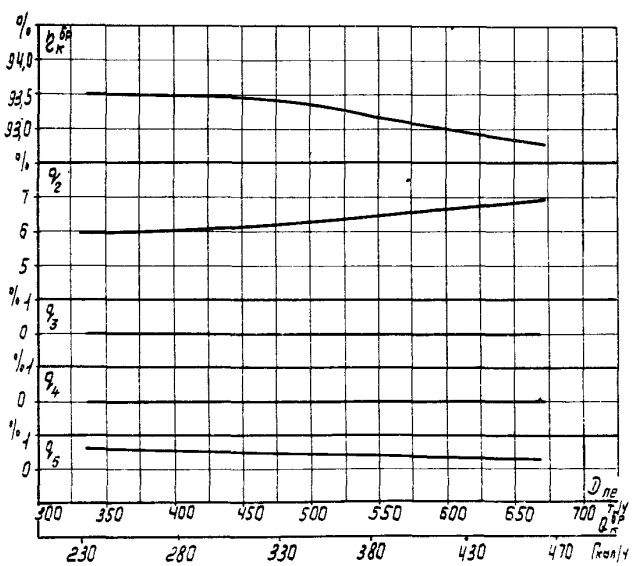


Рис.2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Основные показатели	ТГМЕ-206

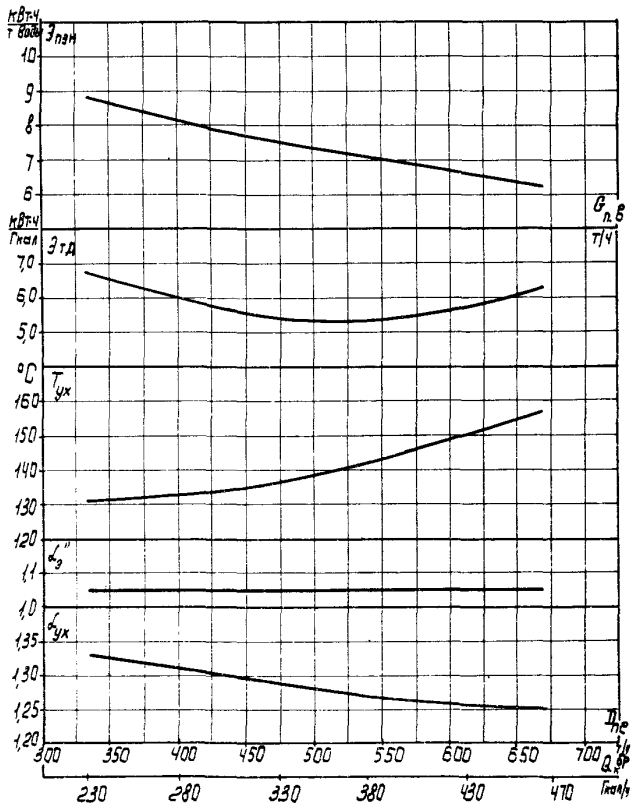
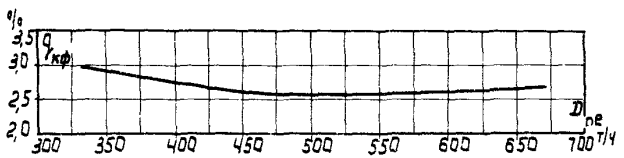


Рис.3,а, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Удельные расходы тепла	ТГМЕ-206

а) на подогрев воздуха в калориферах



б) на собственные нужды котла

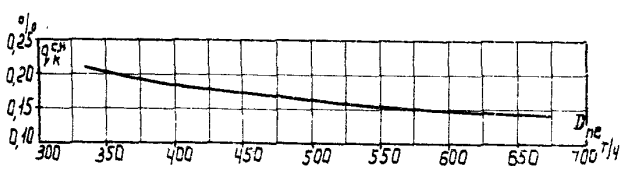


Рис.4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Мощности приводов механизмов котельной установки	ТГМЕ-206

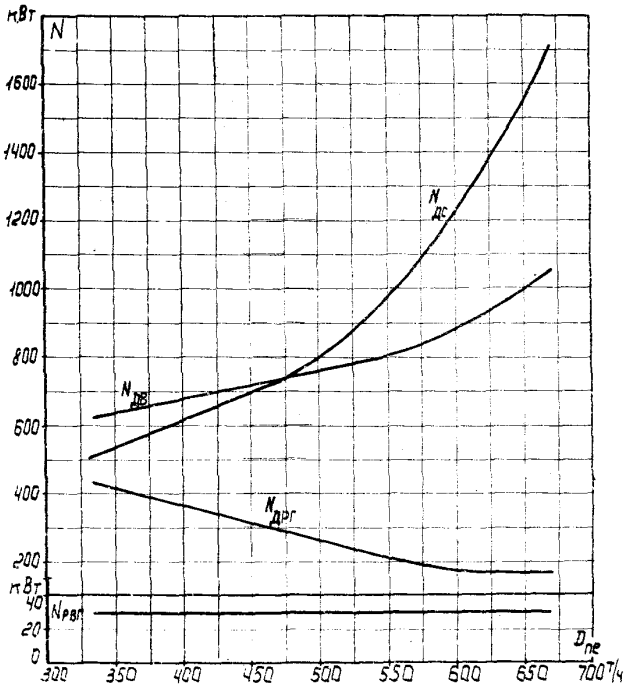
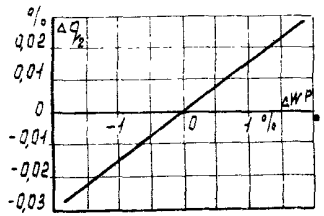
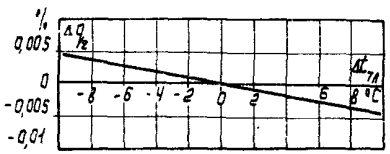


Рис.5,а,б,в, г,д,е,ж	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Поправки к q_2	ТГМЕ-206

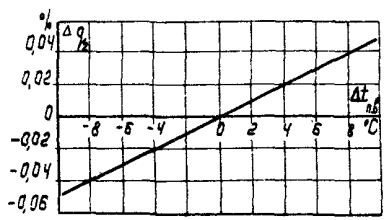
а) на изменение содержания влаги в топливе



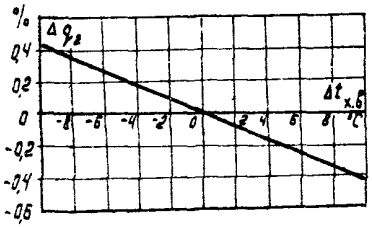
б) на изменение температуры топлива



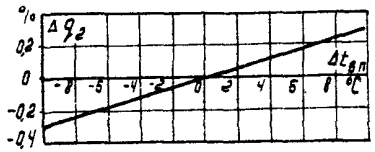
в) на изменение температуры питательной воды



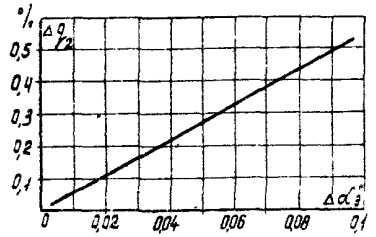
г) на изменение температуры холодного воздуха



д) на изменение температуры воздуха перед воздухоподогревателем



е) на изменение коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера



ж) на изменение температуры уходящих газов

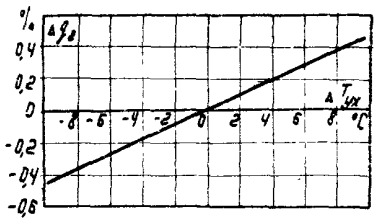
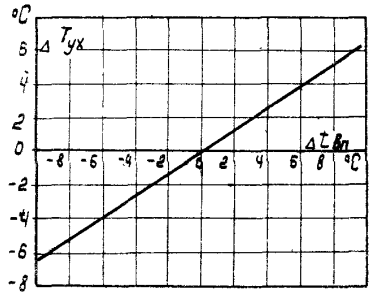
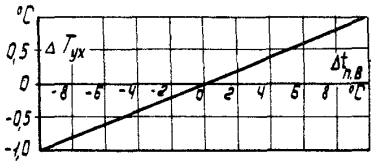


Рис.6,а, б,в	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА Поправки к $T_{ух}$	ТГМЕ-206

а) на изменение температуры воздуха, подогретого в калориферах



б) на изменение температуры питательной воды



в) на изменение коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера

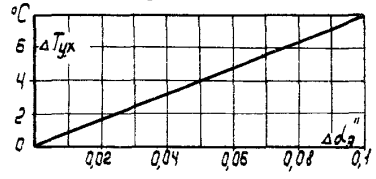


Рис.7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА Основные показатели	ТГМЕ-206

Условия характеристики

Топливо-природный газ			$t_{п.в}$ °C	$t_{х.в}$ °C
$Q^p_н$ ккал/м³	H^p %	W^p %		
8250	0	0	Рис.I2	I5

Поправки к q_2, %

±I0°C $t_{х.в}$	±I0°C $t_{п.в}$	+0,I $\alpha''_э$	±I0°C $T_{ух}$
±0,09	±0,059	+0,52	±0,48

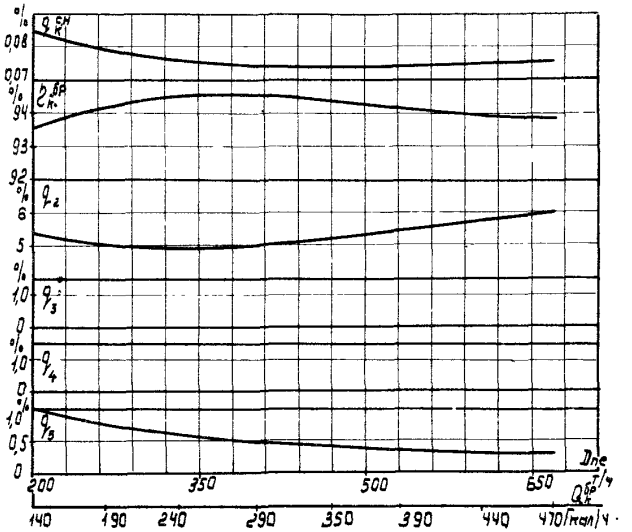


Рис.8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА Вспомогательные зависимости	ТГМЕ-206

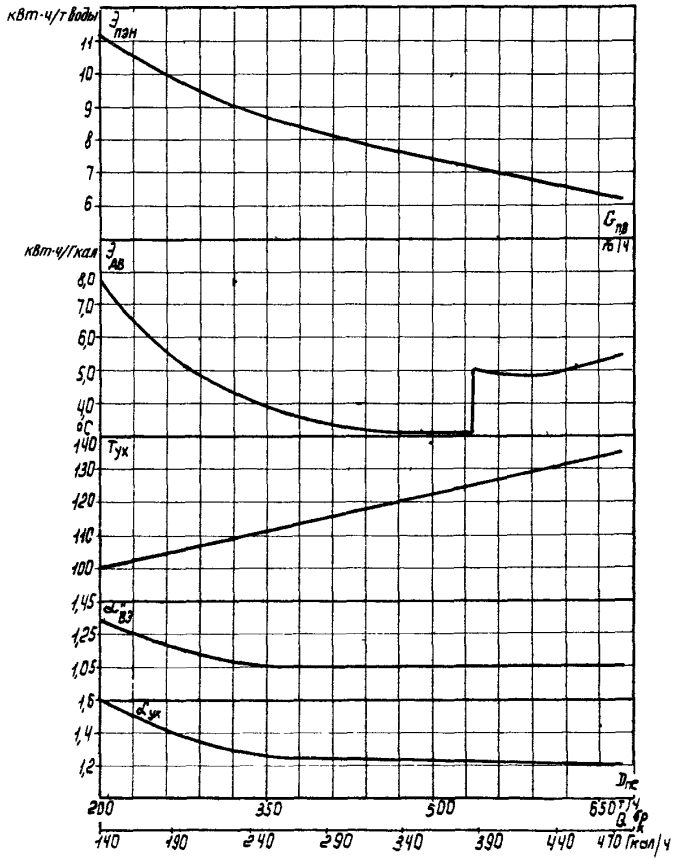


Рис.9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА Мощности приводов механизмов котельной установки	ТГМЕ-206

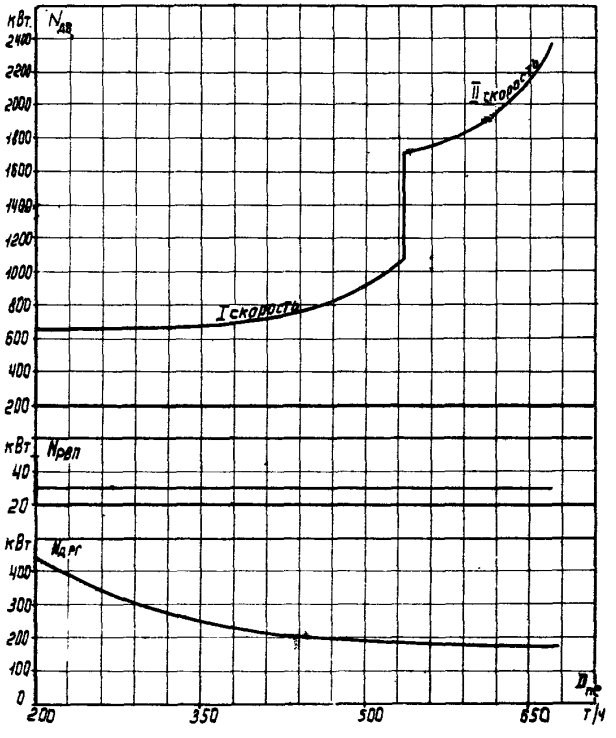


Рис.I0	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА И МАЗУТА Типовая энергетическая характеристика насоса ПЭ-580-I85-2	ТГМЕ-206

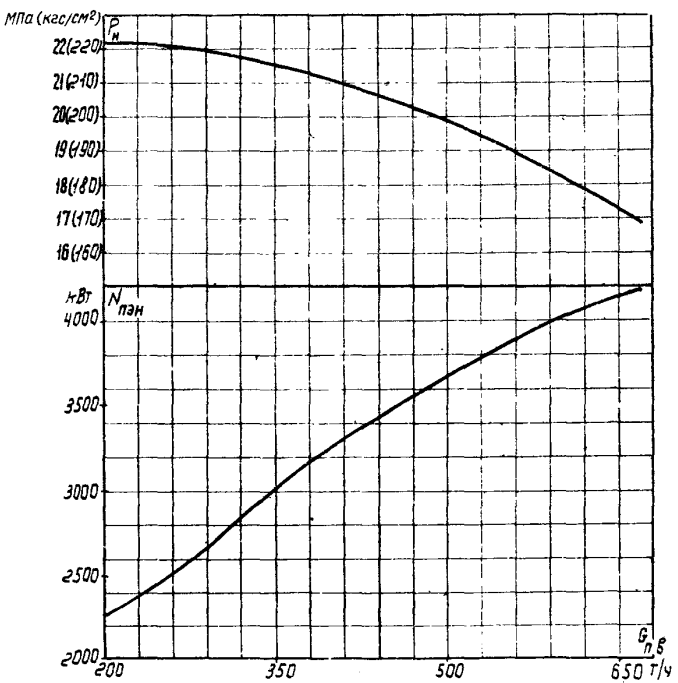


Рис.II	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА И МАЗУТА Вспомогательные зависимости	ТГМЕ-206

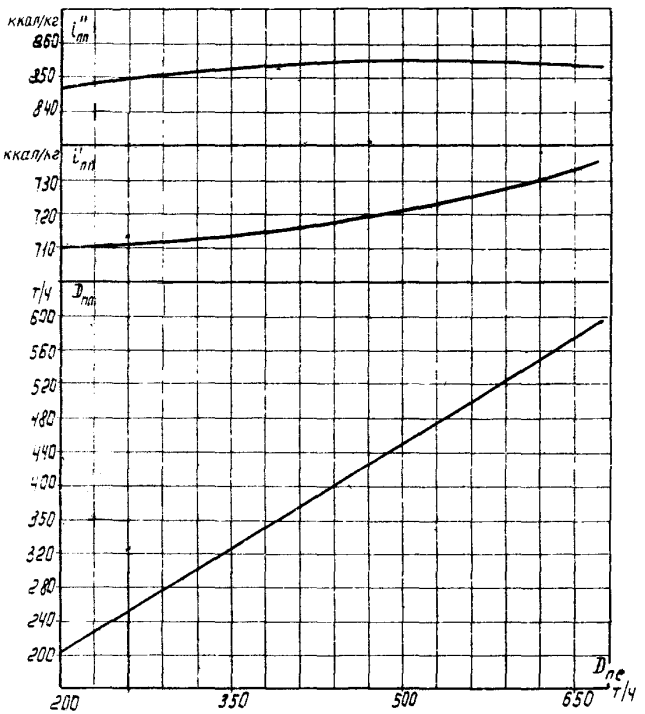


Рис.12	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА И МАЗУТА Вспомогательные зависимости	ТГМЕ-206

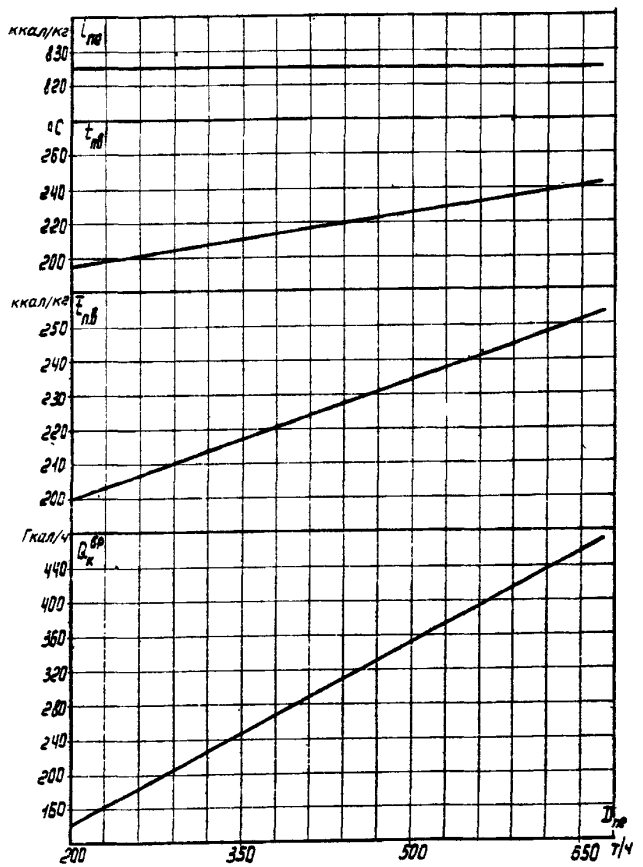
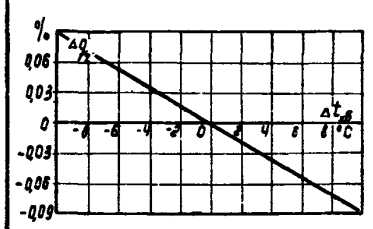
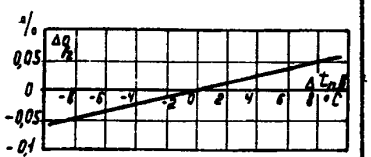


Рис.13, а, б, в, г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА Поправки к q_2	ТГМЕ-206

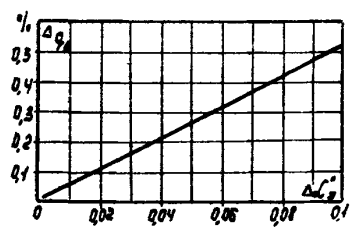
а) на изменение температуры холодного воздуха



б) на изменение температуры питательной воды



в) на изменение коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера



г) на изменение температуры уходящих газов

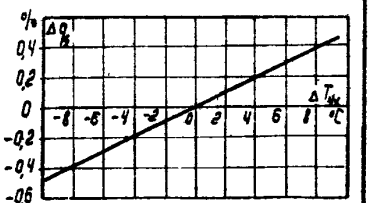
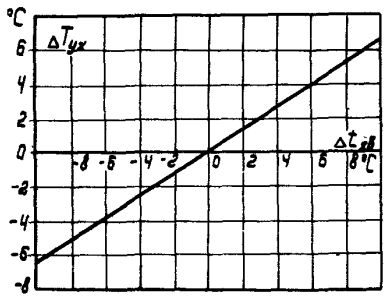
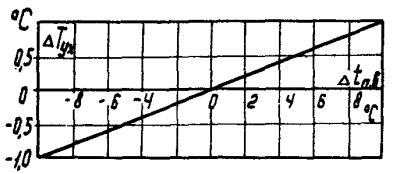


Рис.I4,а, б,в	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА Поправки к $T_{ух}$	ТГМЕ-206

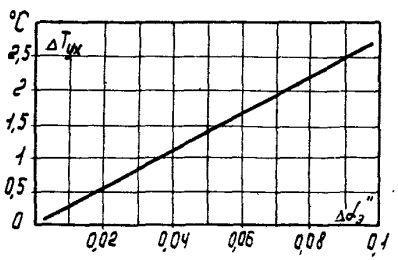
а) на изменение температуры холодного воздуха



б) на изменение температуры питательной воды



в) на изменение коэффициента избытка воздуха в рассечке экономайзера



Приложение

I. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

I.I. Котел ТГМЕ-206 ПО "Красный котельщик" - газомазутный, газоплотный с естественной циркуляцией, двухступенчатой схемой испарения и промежуточным перегревом пара, предназначен для работы в блоке с турбиной К-200-130 ЛМЗ.

Основные расчетные параметры котла при сжигании мазута и природного газа приведены в табл.3 и 6.

I.2. Котельный агрегат имеет П-образную компоновку и состоит из топочной камеры и опускной конвективной шахты, соединенных в верхней части горизонтальным газоходом. Топочная камера имеет призматическую форму и в плане представляет собой прямоугольник размером 7680x18000 мм.

В топочной камере размещены нижняя и верхняя радиационные ступени пароперегревателя (РПП). В верхней части топочной камеры расположена ширмовая ступень пароперегревателя (ШПП). Потолок топочной камеры, переходного горизонтального газохода и задняя стена конвективной шахты экранированы трубами потолочно-настенной ступени пароперегревателя.

В переходном горизонтальном газоходе расположены по ходу газов:

- I конвективная ступень пароперегревателя (КПП-I);
- II конвективная ступень пароперегревателя (КПП-II);
- II ступень промежуточного пароперегревателя (ПрПП-II);
- I ступень промежуточного пароперегревателя (ПрПП-I).

В опускном конвективном газоходе расположен экономайзер.

Объем топочной камеры 2160 $м^3$.

Тепловое напряжение топочной камеры при номинальной нагрузке составляет 257,8 кВт/$м^3$ [$221,9 \cdot 10^3$ ккал/($м^3 \cdot ч$)].

I.3. Топочная камера оборудована I2 вихревыми газомазутными горелками, установленными на задней стене топочной камеры в два яруса (по шесть на каждом ярусе). Горелки нижнего яруса установлены на отметке 6150 мм, верхнего на отметке 8750 мм. Горелки укомплектованы паромеханическими форсунками ТКЗ-6 производительностью 4,5 т/ч при давлении мазута 3,5 МПа (около 35 кгс/$см^2$), давлении пара 0,8-1,3 МПа (8-13 кгс/$см^2$). Расход пара на форсунку составляет 140 кг/ч.

I.4. На котле установлен один регенеративный воздухоподогреватель РВП-98Н, расположенный вне здания котельной. Для предварительного подогрева воздуха используются калориферы СО-110 и рециркуляция горячего воздуха на стороне всасывания дутьевых вентиляторов.

I.5. Для регулирования температуры свежего пара, пара промперегрева и защиты поверхностей нагрева пароперегревателя на котле установлены три ступени впрыска собственного конденсата. На первый и второй впрыск подведена также питательная вода.

I.6. Котельная установка укомплектована:

- двумя дутьевыми вентиляторами ВДН-25х2 подачей с запасом 10% и с учетом уплотнения потолка $414,3 \cdot 10^3$ $м^3/ч$ каждый, давлением с запасом 16,8% - 9050 Па (905 кгс/ $м^2$), мощностью двигателя 1600/685 кВт и частотой вращения 1600/750 об/мин;
- одним осевым дымососом ДОД-31,5 ФГМ подачей с запасом 5% $1210 \cdot 10^3$ $м^3/ч$, давлением с запасом 7% 3830 Па (383 кгс/$м^2$), мощностью двигателя 1700 кВт и частотой вращения 500 об/мин;
- одним дымососом рециркуляции газов подачей $334,5 \cdot 10^3$ $м^3/ч$, давлением с запасом 15,6% 4300 Па (430 кгс/$м^2$), мощностью двигателя 800 кВт и частотой вращения 744 об/мин.

I.7. Для очистки поверхностей нагрева проектом предусмотрены: паровая обдувка поверхностей пароперегревателя (4 обдувочных аппарата ОГ-У-8А и 4 аппарата ОГ-У-8, находящихся в горизонтальном газоходе), паровая обдувка и обмывка регенеративного воздухоподогревателя и дробевая очистка экономайзера.

I.8. Технически возможный минимум нагрузки котла составляет 30% номинальной исходя из условия обеспечения надежности гидродинамики и безопасного температурного режима поверхностей нагрева котла.

2. ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ТГМЕ-206

2.I. Типовая энергетическая характеристика составлена на основании результатов испытаний котла ТГМЕ-206 (№ 4) Джамбулской ГРЭС с использованием руководящих материалов и методических указаний по нормированию технико-экономических показателей котлов.

Типовая энергетическая характеристика может служить основой для составления нормативных характеристик котлов ТГМЕ-206, работающих под наддувом при сжигании природного газа и с включенным дымососом при сжигании мазута. Для котлов ТГМЕ-206, имеющих конструктивные отличия, необходимо при использовании данной характеристики вводить коррективы на удельные расходы электроэнергии на привод тягодутьевых машин.

Характеристика отражает среднюю экономичность котла, работающего с турбиной К-200-I30 ЛМЗ.

2.2. Исходные условия составления характеристики приняты согласно п.2.I "Положения о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, I975).

2.2.I. Характеристика топлива:

- сернистый мазут М100: S^p = 2,0%, W^p = I,5%, A^p = 0,I4%, $Q_н^p$ = 39,826 МДж (9505 ккал/кг);
- природный газ: $W^p_{2.тл}$ = 0 %, $A^p_{2.тл}$ = 0 %, $H_2S_{2.тл}$ = 0 %, $Q_н^p$ = 34,57 МДж/м^3 (8250 ккал/м^3).

2.2.2. Температура мазута ($t_{тл}$) перед форсунками I20°С из условий обеспечения вязкости мазута М100, равной 2,5°ВУ, согласно § I5.4I ПТЭ (М.: Энергия, I977).

2.2.3. Среднегодовая температура холодного воздуха ($t_{х.в}$) на входе в дутьевой вентилятор I5°С.

2.2.4. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель ($t'_{вп}$ при сжигании мазута 70°С на номинальной нагрузке (§ I7.25 ПТЭ). При изменении нагрузки котла от I00 до 50% номинальной температура воздуха повышается от 70 до 80°С для улучшения условий работы "холодной" набивки РВП. При сжигании природного газа предварительный подогрев воздуха не производится.

2.2.5. Нагрев воздуха в дутьевых вентиляторах ($\Delta t_{дв}$ °С) подсчитан по мощности, потребляемой вентиляторами:

- при сжигании мазута по формуле

$$\Delta t_{дв} = 245 \frac{N_{дв}\,\eta_{дв}\,\eta_{ка}}{Q_{ка}\,\alpha_в};$$

- при сжигании газа по формуле

$$\Delta t_{дв} = 242 \frac{N_{дв}\,\eta_{дв}\,\eta_{ка}}{Q_{ка}\,\alpha_в},$$

где $\eta_{дв}$ - коэффициент полезного действия вентилятора взят из аэродинамического расчета, %;

$Q_{ка}$ - теплопроизводительность котла, Гкал/ч;

$\alpha_в$ - коэффициент избытка воздуха нагнетаемого вентилятором.

Нагрев воздуха в дутьевых вентиляторах в диапазоне нагрузок 50-I00% номинальной составил 3-4°С.

2.2.6. Температура питательной воды ($t_{пв}$) на номинальной нагрузке 243°С согласно "Типовой энергетической характеристике нетто турбоагрегата К-200-I30 ЛМЗ" (М.: СПО ОРГРЭС, I972).

При изменении нагрузки котла от I00 до 30% номинальной температура питательной воды понижается от 243 до I95°С.

2.3. Расчет типовой энергетической характеристики проведен в соответствии с указаниями "Теплового расчета котельных агрегатов (нормативный метод)" (М.: Энергия, I973). Объем расчетов и полученные данные приведены в табл.I,2 и 4,5 данной Типовой энергетической характеристики.

2.3.I. Коэффициент полезного действия брутто котла($\eta_к^{бр}$ %) и потери тепла с уходящими газами (q_2 %) подсчитаны в соответствии с методикой, изложенной в книге Я.Л.Пеккера "Тепломеханические расчеты по приведенным характеристикам топлива" (М.: Энергия, I977):

$$\eta_к^{бр} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5;$$

при сжигании мазута

$$q_2 = (3{,}5\alpha_{ух} + 0{,}45)\left(T_{ух} - \frac{\alpha_{ух}}{\alpha_{ух} + 0{,}13}\, t_{х.в}\right) A_t K_q 10^{-2};$$

при сжигании природного газа

$$q_2 = (3{,}53\alpha_{ух} + 0{,}6)\left(T_{ух} - \frac{\alpha_{ух}}{\alpha_{ух} + 0{,}18}\, t_{х.в}\right) A_t K_q 10^{-2},$$

где $\alpha_{ух} = \alpha''_{вэ} + \Delta\alpha$;

$\alpha_{ух}$ и $T_{ух}$ - коэффициент избытка воздуха в уходящих газах и температура уходящих газов за дымососом при работе с включенным дымососом и за РВП при работе котла под наддувом;

$\Delta\alpha$ - присосы, перетоки воздуха в газовом тракте;

$\alpha''_{вэ}$ - коэффициент избытка воздуха в рассечке экономайзера;

A_t - коэффициент, учитывающий влияние изменения теплоемкости продуктов сгорания при изменении температуры:

$$A_t = 1 + 0{,}013\left(\frac{T_{ух} - 150}{100}\right);$$

K_q - коэффициент, учитывающий влияние предварительного подогрева воздуха и топлива теплом извне.

2.3.2. Оптимальный коэффициент избытка воздуха в режимной точке $\alpha''_{вэ}$, определенный на основе испытаний, составил 1,05 в диапазоне нагрузок 50-100% номинальной при сжигании природного газа и мазута и возрастает до 1,33 при нагрузке 30% $D_{ном}$ при сжигании газа.

2.3.3. Присосы воздуха по тракту "режимное сечение - дымосос" ($\Delta\alpha$ %) при сжигании мазута и работе котла с уравновешенной тягой по результатам испытаний составили на номинальной нагрузке 20%. С изменением нагрузки котла значение присосов воздуха определялось по формуле

$$\Delta\alpha = \Delta\alpha_{ном}\sqrt{\frac{D_{ном}}{D_{факт}}}.$$

Перетоки воздуха в РВП при сжигании природного газа и работе котла под наддувом на номинальной нагрузке приняты равными 15% (согласно результатам испытаний).

2.3.4. Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива (q_3 %) приняты равными нулю, так как во время испытаний котла при избытках воздуха, принятых в Типовой энергетической характеристике, они отсутствовали.

2.3.5. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива (q_4 %) при проведении тепловых испытаний не определялись и приняты равными нулю согласно "Положению о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1975).

2.3.6. Потери тепла в окружающую среду (q_5 %) при испытаниях не определялись. Они рассчитаны согласно "Тепловому расчету котельных агрегатов" (нормативный метод) (М.: Энергия, 1973) по формуле

$$q_5 = q_5^{граф}\,\frac{D_{ном}}{D_{факт}}\,\frac{Q_н^р}{Q_р^р}.$$

2.3.7. В суммарную потребляемую мощность котельной установки включены мощности приводов: питательного электронасоса, дутьевых вентиляторов, осевого дымососа (при сжигании мазута), дымососа рециркуляции газов и регенеративного воздухоподогревателя.

Мощность (кВт), потребляемая электродвигателями дутьевых вентиляторов, приведена к параметрам воздуха на стороне всасывания $t_{х.в}$ = 15°С и $P_а$ = 730 мм рт.ст. по формуле

$$N_{дв}^{15} = N_{дв}^{факт}\,\frac{\rho_в^{факт}}{\rho_в^{15}},$$

где $N_{дв}^{15}$ - мощность дутьевого вентилятора при параметрах воздуха $t_{х.в}$ = 15°С и абсолютном давлении $P_а$ = 730 мм рт.ст;

$N_{дв}^{факт}$ - мощность дутьевого вентилятора, определенная в опытах;

$\rho_в^{факт}$ и $\rho_в^{15}$ – плотность воздуха при условиях эксплуатации и температуре 15°С соответственно, кг/м³.

2.3.8. Удельные расходы электроэнергии на собственные нужды котла рассчитаны по мощности, потребляемой тягодутьевыми механизмами.

Удельный расход электроэнергии на привод питательного электронасоса рассчитан согласно типовой энергетической характеристике питательного электронасоса ПЭ-580-200/185-2 (Типовые энергетические характеристики питательных электронасосов ПЭ-720-185-2, ПЭ-580-200/185-2, ПЭ-500-180-4, ПЭ-380-200/185-2 и ПЭ-270-150-3. М.: СПО Союзтехэнерго, 1981).

Мощность, потребляемая приводом РВП, взята из паспорта на привод РВП-98Н.

2.3.9. В удельный расход тепла на собственные нужды котла при сжигании мазута включены: потери тепла в калориферах, на паровую обдувку РВП, продувку котла с учетом возврата тепла из расширителя дренажей 0,8 МПа (8 кгс/см²). При сжигании газа в удельный расход тепла на собственные нужды включены только потери с продувкой. Потери тепла с продувкой котла [МВт (Гкал/ч)] подсчитаны с учетом использования продувочной воды в расширителе 0,8 МПа (8 кгс/см²) по формуле

$$Q_{прод} = (G_{прод} i_{к.в}' - G_{пара} i_{пара}) 10^{-3},$$

где $G_{прод} = p D_{ном} \cdot 10^2$ кг/ч (p = 0,5%);

$G_{пара}, i_{пара}$ – количество и теплосодержание пара, получаемого в расширителе при давлении 0,8 МПа;

$i_{к.в}$ – энтальпия котловой воды, ккал/кг.

Расход тепла на паровую обдувку РВП [МВт (Гкал/ч)] рассчитывался по формуле

$$Q_{обд} = G_{обд} i_{обд} \tau_{обд} 10^{-3},$$

где $G_{обд}$ = 100 кг/мин;
$i_{обд}$ = 703 ккал/кг (при $\rho_{пара}$ = 1,0 МПа, $t_{пара}$ = 250°С);
$\tau_{обд}$ = 50 мин.

Режим обдувки – 3 аппарата с продолжительностью обдувку 50 мин с включением один раз в сутки.

Расход тепла на предварительный подогрев воздуха в калориферах (Гкал/ч) определялся по формуле

$$Q_{кф} = \alpha_{вп}' v^o C_в \Delta t_{кал} B \cdot 10^{-3},$$

где $\alpha_{вп}'$ – коэффициент избытка воздуха на входе в воздухоподогреватель;
v^o – теоретически необходимое количество воздуха, м³/кг топлива;
$C_в$ – средняя теплоемкость воздуха, ккал/(м³·°С);
$\Delta t_{кал}$ – подогрев воздуха в калорифере, °С;
B – расход топлива, т/ч.

Удельный расход тепла на калориферы (%) рассчитывался по формуле

$$q_{кф} = \frac{Q_{кф}}{Q_к^{бр}} 10^2.$$

2.3.10. В удельный расход тепла на собственные нужды котла не включены расходы тепла на обдувку поверхностей нагрева в горизонтальном газоходе. При зацействовании данных средств очистки в каждом конкретном случае необходимо вводить коррективы в значение $q_к^{сн}$. Расход тепла на обдувку поверхностей нагрева в горизонтальном газоходе рассчитывается в данном случае по формуле

$$Q_{обд} = G_{обд} i_{обд} \cdot 10^{-3} \text{ МВт(Гкал/ч)};$$
$$G_{обд} = Z d \tau 10^{-3} \text{ т},$$

где Z – количество обдувочных аппаратов, шт.;
d – расход пара на один обдувочный аппарат, кг/мин;
τ – продолжительность обдувки, мин.

2.3.11. В удельный расход тепла на собственные нужды котла на мазуте не включены потери тепла на мазутное хозяйство согласно "Нормам расхода тепла на мазутные хозяйства тепловых электростанций" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1984). Они подсчитываются для каждого конкретного случая, при этом учитываются такие факторы, как материал резервуаров (металл или железобетон), общая длина паропроводов, мазутопроводов, продолжительность доставки мазута на электростанцию и др.

3. ПОПРАВКИ К НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

3.1. Для приведения основных нормативных показателей работы котла к измененным условиям его эксплуатации в допустимых пределах отклонения значений параметров даны поправки в виде графиков и формул. Поправки к q_2 при сжигании мазута приведены на рис.5, а при сжигании природного газа - на рис.13. Поправки к температуре уходящих газов (°С) приведены соответственно на рис.6 и 14.

Поправки к q_2 на изменение температуры и влажности мазута, температуры холодного воздуха определены расчетным путем.

3.1.1. Поправка (%) на изменение влажности мазута

$$\Delta q_2 = \pm 0{,}015\ (W^p - 1{,}5).$$

3.1.2. Поправка (%) на изменение температуры мазута, подаваемого в котел, рассчитана по влиянию изменения K_q на q_2

$$\Delta q_2 = -0{,}44 \cdot 10^{-3} (\ t_{тл} - 120).$$

3.1.3. Поправка (%) на изменение температуры холодного воздуха:

- при сжигании мазута

$$\Delta q_2 = -0{,}043 (t_{х.в} - 15),$$

- при сжигании природного газа

$$\Delta q_2 = -0{,}009 (t_{х.в} - 15),$$

3.2. Поправки к q_2 и $T_{ух}$ на изменение температуры воздуха на входе в РВП, питательной воды, коэффициента избытка воздуха определены по данным тепловых испытаний.

3.2.1. Поправки к q_2 (%) и $T_{ух}$ (°С) на изменение температуры воздуха на входе в РВП при сжигании мазута:

$$\Delta q_2 = 0{,}03 (t'^{факт}_{вп} - t'^{норм}_{вп});$$
$$\Delta T_{ух} = 0{,}65 (t'^{факт}_{вп} - t'^{норм}_{вп}).$$

3.2.2. Поправки к q_2(%) и $T_{ух}$ (°С) на изменение температуры питательной воды при сжигании мазута и природного газа

$$\Delta q_2 = 0{,}0059 (t^{факт}_{п.в} - t^{норм}_{п.в}),$$
$$\Delta T_{ух} = 0{,}1 (t^{факт}_{п.в} - t^{норм}_{п.в}).$$

3.2.3. Поправка к $T_{ух}$ (°С) на изменение температуры холодного воздуха при сжигании природного газа

$$\Delta T_{ух} = 0{,}65 (t^{факт}_{х.в} - t^{норм}_{х.в}).$$

3.2.4. Поправки к q_2 (%) и $T_{ух}$ (°С) на изменение коэффициента избытка воздуха в режимном сечении:

- при сжигании мазута

$$\Delta q_2 = 5{,}4 (\alpha''^{факт}_{вэ} - \alpha''^{норм}_{вэ});$$
$$\Delta T_{ух} = 80 (\alpha''^{факт}_{вэ} - \alpha''^{норм}_{вэ});$$

- при сжигании природного газа

$$\Delta q_2 = 5{,}2 (\alpha''^{факт}_{вэ} - \alpha''^{норм}_{вэ});$$
$$\Delta T_{ух} = 28 (\alpha''^{факт}_{вэ} - \alpha''^{норм}_{вэ}).$$

3.3. Поправка к q_2(%) на отклонение температуры уходящих газов рассчитана по влиянию изменения температуры уходящих газов на q_2 :

- при сжигании мазута

$$\Delta q_2 = 0{,}047 (T^{факт}_{ух} - T^{норм}_{ух});$$

- при сжигании природного газа

$$\Delta q_2 = 0{,}048 (T^{факт}_{ух} - T^{норм}_{ух}).$$

3.4. Пользование системой поправок поясняется следующим примером.

Котел работает на мазуте при нагрузке 600 т/ч при измененных условиях эксплуатации:

- влажность мазута 2,3%;
- температура мазута 110°С;
- температура холодного воздуха +25°С;

- температура воздуха на входе в воздухоподогреватель 75°С;
- температура питательной воды 235°С.

Из значений параметров, указанных выше, вычитаются значения тех же параметров, указанные в Типовой энергетической характеристике. Знак разности указывает направление изменения значения каждого параметра. Поправки находятся по рис.5,6,I3 и I4 либо подсчитываются по формулам, указанным выше.

Для данного примера значения разностей и поправок будут составлять:

Разность	Поправки	
	к Δq_2	к $\Delta T_{ух}$
$\Delta W^{р}$ = 2,3-I,5 = 0,8%	+0,0I2	-
$\Delta t_{тл}$ = II0-I20 = -I0°С	+0,0044	-
$\Delta t_{х.в}$ = 25-I5 = I0°С	-0,43	-
$\Delta t_{бп}$ = 75-70 = 5°С	+0,I5	+3,5
$\Delta t_{п.в}$ = 235-238 = -3°С	-0,0I77	-0,3
В сумме	-0,28I3	+3,2

Нормативные значения q_2 и $T_{ух}$ для измененных условий эксплуатации составят:

$$q_2^{норм} = q_2 + \Delta q_2 = 6{,}65 - 0{,}28I3 = 6{,}36877;$$

$$T_{ух}^{норм} = T_{ух} + \Delta T_{ух} = I48{,}5 + 3{,}2 = I5I{,}7°С,$$

где q_2 = 6,65% и $T_{ух}$ = I48,5°С определены по Типовой энергетической характеристике котла.

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Литературный редактор З.И.Игнаткова
Технический редактор Е.Н.Бевза
Корректор Л.Ф.Петрухина

Подписано к печати 25.09.85 Формат 60x84 1/8
Печать офсетная Усл.печ.л. 2,79 Уч.-изд.л. 2,7 Тираж 1200 экз.
Заказ № 303/85 Издат. № 371/84 Цена 40 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru