

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ТГМП-114
ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА

ТХ 34-70-002-83



СОЮЗТЕХЭНЕРГО

Москва 1983

СОСТАВЛЕНО Московским головным предприятием ПО "Союзтехэнерго"
ИСПОЛНИТЕЛЬ Г.И.ГУЦАЛО
УТВЕРЖДЕНО Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1983.

Ответственный редактор Т.П.Леонова
Литературный редактор Э.И.Игнаткова
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор В.Д.Алексеева

Л 85193	Подписано к печати 28.01.83	Формат 60x84 1/8
Печ.л. 1,75	(усл.-печ.л. 1,62) Уч.-изд.л. 1,4	Тираж 75 экз.
Заказ № 24/83	Издат. № 197/82	Цена 21 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15
Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул.Ивана Бабушкина, д.23, корп.2

Срок действия установлен
с 01.01.1983 г.
до 01.01.1993 г.

Типовая энергетическая характеристика котла ТММ-114 при сжигании мазута составлена на базе тепловых испытаний, проведенных МТИ Совзтехэнерго на Костромской и Киришской ГРЭС, Кжтехэнерго - на Лукомльской и Литовской ГРЭС, Уралтехэнерго - на Средне-Уральской ГРЭС, и отражает технически достижимую экономичность котла.

Данная Типовая энергетическая характеристика является основой для составления на электростанциях нормативных характеристик котлов ТММ-114 при сжигании мазута.

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)					
	475(50)	570(60)	665(70)	760(80)	855(90)	950(100)
Таблица I ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Условия построения характеристики и основные показатели котла Тип ТТМІ-ІІ4						
Топливо: высокосернистый мазут марки М100 (ГОСТ 10585-75) Характеристика топлива на рабочую массу: $Q_H^D = 39,18$ МДж/кг (9358 ккал/кг); $S^D = 3,5\%$; $A^D = 0,14\%$; $W^D = 1,5\%$						
1. Теплопроизводительность котла брутто Q_K^{OP} , МВт (Гкал/ч)	373(320)	435(375)	508(437)	569(489)	627(540)	700(602)
2. Температура топлива на входе в котел t_{TL} , °С	120	120	120	120	120	120
3. Температура холодного воздуха на входе в дутьевой вентилятор до врезки линии рециркуляции $t_{x.v.}$, °С	10	10	10	10	10	10
4. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель $t_{вп.}$, °С	80	78	76	74	72	70
5. Температура питательной воды $t_{п.в.}$, °С	238	247	256	264	269	272
6. Температура уходящих газов за дымососом $T_{ух.}$, °С	151	153	155	157	159	161
7. Коэффициент избытка воздуха в рассечке водяного экономайзера $\alpha_{вэ}$	1,064	1,053	1,045	1,03	1,03	1,03
8. Присосы воздуха на тракте: водяной экономайзер-дымосос $\Delta\alpha$	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25
9. Коэффициент избытка воздуха за дымососом $\alpha_{ух}$	1,41	1,37	1,34	1,31	1,29	1,28
10. Потери тепла с уходящими газами q_2 , %	7,36	7,28	7,25	7,21	7,22	7,28
11. Потери тепла с химической неполнотой сгорания топлива q_3 , %	0	0	0	0	0	0
12. Потери тепла с механической неполнотой сгорания топлива q_4 , %	0	0	0	0	0	0
13. Потери тепла в окружающую среду q_5 , %	0,67	0,56	0,48	0,42	0,38	0,34
14. Коэффициент полезного действия брутто $\eta_K^{бр.}$, %	91,97	92,16	92,27	92,37	92,40	92,38

Т а б л и ц а 2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки и вспомогательные зависимости					Тип ТГМП-114
	Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)				
		475(50)	570(60)	665(70)	760(80)	855(90)
2. Поправка к q_2 (%) на изменение:						
2.1. содержания влаги в топливе на $\pm 1\%$				$\pm 0,015$		
2.2. температуры топлива на $\pm 10^\circ\text{C}$				$\mp 0,44 \cdot 10^{-2}$		
2.3. температуры холодного воздуха на $\pm 10^\circ\text{C}$				$\mp 0,42$		
2.4. температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель на $\pm 10^\circ\text{C}$				$\pm 0,31$		
2.5. температуры питательной воды на $\pm 10^\circ\text{C}$				$\pm 0,042$		
2.6. коэффициента избытка воздуха за водяным экономайзером от значения, принятого в типовой характеристике, на $\pm 0,10 \alpha$ вэ				$\pm 0,50$		
3. Поправки к температуре уходящих газов ($^\circ\text{C}$) на изменение:						
3.1. температуры воздуха на входе в РВШ на $\pm 10^\circ\text{C}$				± 6		
3.2. температуры питательной воды на $\pm 10^\circ\text{C}$				$\pm 0,9$		

Т а б л и ц а 3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА			Тип
	Сравнение данных типовой характеристики с данными заводского расчета			ТММ-114
	Показатель	Типовая характеристика		Заводской расчет
Нагрузка, %				
	70	100	70	100
1. Паропроизводительность D_k , т/ч	665	950	665	950
2. Температура перегретого пара $t_{пе}$, °C	545	545	565	565
3. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °C	256	272	245	260
4. Температура холодного воздуха $t_{х.в}$, °C	10	10	15	15
5. Температура воздуха на входе в РВП $t'_{вп}$, °C	76	70	70	70
6. Температура уходящих газов $T_{ух}$, °C	155	161	152	160
7. Коэффициент избытка воздуха за водяным экономайзером $\alpha''_{вэ}$	1,045	1,03	1,04	1,03
8. Присосы воздуха в тракте водяной экономайзер-дымосос $\Delta\alpha$	0,30	0,25	0,30	0,25
9. Потери тепла с уходящими газами q_2 , %	7,25	7,28	6,75	7,10
10. Потери тепла с химической неполнотой сгорания топлива q_3 , %	0	0	0,5	0,5
11. Потери тепла с механической неполнотой сгорания топлива q_4 , %	0	0	0,3	0,3
12. Потери тепла в окружающую среду q_5 , %	0,48	0,34	0,5	0,35
13. Коэффициент полезного действия котла брутто $\eta_k^{бр}$, %	92,27	92,38	91,95	91,75
14. Коэффициент полезного действия котла брутто, приведенный к $t_{х.в} = 15^\circ\text{C}$ и $t'_{в.п} = 70^\circ\text{C}$, $\eta_{к.пр}^{бр}$, %	92,36	92,60	-	-

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

1.1. Прямоточный газомазутный котел ТММ-114 по "Красный котельщик" двухкорпусный симметричный предназначен для работы в блоке с турбиной К-300-240.

Основные расчетные параметры котла при сжигании сернистого мазута приведены в табл.3.

1.2. Корпус котла имеет П-образную компоновку и включает в себя топочную камеру, конвективную шахту и соединяющий их горизонтальный газоход.

Топка открытого типа размером в плане 10620x6130 мм. Объем топочного пространства $V_T = 1320 \text{ м}^3$. Видимые тепловые напряжения: для объема топки - $290 \cdot 10^3 \text{ кВт/м}^3$, или $250 \cdot 10^3 \text{ ккал/(м}^3 \cdot \text{ч)}$, для площади сечения - $5,75 \cdot 10^6 \text{ МВт/м}^2$, или $(5 \cdot 10^6 \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч)})$.

1.3. Топочная камера оборудована шестью вихревыми газомазутными горелками типа ВТИ-ТКЗ, расположенными встречно по три горелки на фронтальной и задней стенах. Горелка двухпоточная. Периферийный поток воздуха закручивается с помощью тангенциальных поворотных лопаток, центральный поток - с помощью неподвижных аксиальных лопаток. Производительность горелки по мазуту - 6000 кг/ч. Горелки укомплектованы паромеханическими форсунками ТКЗ производительностью 6000 кг/ч при давлении мазута 3,5 МПа (35 кгс/см^2) и рабочем давлении пара 0,2-0,3 МПа ($2-3 \text{ кгс/см}^2$). Расход пара на форсунку составляет не более 140-150 кг/ч при номинальной производительности форсунки по мазуту.

1.4. Для регулирования температуры свежего пара предусмотрены два впрыска питательной водой: I впрыск - на входе в средние ширмы, II впрыск - перед выходным пакетом КПШ. Для регулирования температуры вторично перегретого пара предусмотрена рециркуляция газов.

1.5. Вне здания котельной установлено на каждый корпус котла по два регенеративных воздухоподогревателя РВП-68Г, обеспечивающих подогрев воздуха до 331°C на номинальной нагрузке. Для предварительного подогрева воздуха проектом предусмотрены калориферы КФБ-11, установленные на напорном тракте дутьевого вентилятора.

1.6. Каждый корпус котла укомплектован:
- одним дутьевым вентилятором ВДН-28,6-П;

- одним осевым дымососом ДОД-31,5;
- одним дымососом рециркуляции газов ВГД-20У.

1.7. Поверхности нагрева в конвективной шахте очищаются от золы отложений периодическим включением в работу дробеструйной установки. Набивка РВП очищается периодической обдувкой паром, подаваемым через обдувочные аппараты, или газоипульсной очисткой.

1.8. Технически возможный минимум нагрузки котла составляет 40% номинальной исходя из условия обеспечения надежности гидродинамики и безопасного температурного режима поверхностей нагрева котла.

2. ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ТММ-114

2.1. Типовая энергетическая характеристика (рис.1-4) составлена на основании результатов тепловых испытаний, проведенных МП "Совзтехэнерго" на Костромской и Кирилловской ГРЭС, Кжтехэнерго на Лукомльской и Литовской ГРЭС, Уралтехэнерго на Средне-Уральской ГРЭС с использованием руководящих документов и методических указаний по нормированию технико-экономических показателей котлов. Характеристика отражает среднюю экономичность котла, работающего в блоке с турбоагрегатом К-300-240 ЛМЗ при нижеприведенных условиях, принятых за исходные.

2.2. Исходные условия составления характеристики приняты следующие.

2.2.1. В топливном балансе электростанций, сжигающих жидкое топливо, большую часть составляют высокосернистые мазуты М100. Поэтому типовая характеристика составлена на мазут М100 (ГОСТ 10585-75) с характеристиками:

$$A^P=0,14\%; W^P=1,5\%; S^P=3,5\%; Q_H^C=39,78 \text{ МДж/кг (9500 ккал/кг)}.$$

Все необходимые расчеты выполнены на рабочую массу мазута:

$$Q_H^P = Q_H^C \cdot \frac{100 - W^P}{100} = 39,18 \text{ МДж/кг (9358 ккал/кг)}.$$

2.2.2. Температура мазута ($t_{ТЛ}$) перед форсунками принята равной 120°C исходя из условий обеспечения вязкости мазута М100, равной $2,5^\circ \text{ ВУ}$, согласно § 15.41 ПТЭ.

2.2.3. Среднегодовая температура холодного воздуха ($t_{Х,В}$)

на входе в дутьевой вентилятор принята равной 10°C, так как в основном котлы ТГМ1-114 находятся в климатических районах (пос. Волгореченск, Кирина, пос. Электреная, Лукомль, Средно-Уральск) со среднегодовой температурой, близкой к этой температуре.

2.2.4. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель ($t'_{вп}$) принята равной 70°C на номинальной нагрузке (§ 17.25 ПТЭ). При изменении нагрузки котла от 100 до 50% номинальной температура воздуха повышается от 70 до 80°C для улучшения условий работы "холодной" набивки РВП.

2.2.5. Температура питательной воды ($t_{п.в}$) на номинальной нагрузке принята равной 272°C, что имеет место в эксплуатации. При изменении нагрузки котла от 100 до 50% номинальной температура питательной воды понижается от 272 до 238°C.

2.3. Расчет Типовой энергетической характеристики проведен в соответствии с указаниями "Теплового расчета котельных агрегатов (нормативный метод)" (М.: Энергия, 1973).

2.3.1. Коэффициент полезного действия брутто котла ($\eta_k^{бр}$, %) и потери тепла с уходящими газами (q_2 %) подсчитаны в соответствии с методикой, изложенной в книге Я.Л. Пеккера "Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива" (М.: Энергия, 1977).

$$\eta_k^{бр} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 \%$$

$$\text{где } q_2 = (3,5\alpha_{yx} + 0,45) \left(T_{yx} - \frac{\alpha_{yx}}{\alpha_{yx} + 0,13} t_{x.в} \right) \times \\ \times (0,9805 + 0,00013 \cdot T_{yx}) \cdot K_Q \cdot 10^{-2} \%$$

здесь $\alpha_{yx} = \alpha_{вр}^н + \Delta\alpha$,

α_{yx} - коэффициент избытка воздуха за дымососом;

T_{yx} - температура уходящих газов за дымососом.

В расчет заложены значения температур уходящих газов, измеренные в опытах тепловых испытаний котла ТГМ1-114 и приведенные к условиям построения нормативной характеристики (входные параметры $t_{x.в}$, $t'_{вп}$, $t_{п.в}$);

$\Delta\alpha$ - присосы воздуха на тракте водяной экономайзер - дымосос.

2.3.2. Коэффициент избытка воздуха в режимной точке (за во-

дьяным экономайзером $\alpha_{вр}^н$) принят равным 1,03 на номинальной нагрузке и увеличивающимся до 1,064 на 50%-ной нагрузке, что имеет место в эксплуатации. Поддержание коэффициента избытка воздуха в диапазоне нагрузок 50-100% номинальной достигается правильным ведением топочного режима согласно режимной карте котла, соблюдением требований ПТЭ в отношении присосов воздуха по тракту и подбором комплекта форсунок (§ 17.24, 17.27 ПТЭ).

2.3.3. Присосы воздуха по тракту режимное сечение - дымосос ($\Delta\alpha$, %) на номинальной нагрузке приняты равными 25% (§ 17.30 ПТЭ). С изменением нагрузки котла значение присосов воздуха определялось по формуле

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

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 настоящей Типовой энергетической характеристике, они отсутствовали.

2.3.5. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива (q_4) приняты также равными нулю согласно "Положению о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (М.: СЦНТИ ОРГЭС, 1975).

2.3.6. Потери тепла в окружающую среду (q_5 %) при испытаниях не определялись. Они рассчитаны согласно "Методике испытаний котельных установок" (М.: Энергия, 1970) по формуле

$$q_5 = q_5^{граф} \cdot \frac{D_{ном}}{D_{факт}} \cdot \frac{Q_p^p}{Q_p^н}$$

2.3.7. Мощность электроприводов дутьевых вентиляторов, осевых дымососов, дымососов рециркуляции газов, бустерных насосов определялась во время тепловых испытаний котлов, мощность электропривода РВП-68Г определена по паспорту (рис.5).

Внутренняя мощность турбопитательных насосов СВПТ-340-1000 ЛМЗ (рис.6) принята по "Типовой энергетической характеристике турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ" (М.: СПО ОРГЭС, 1976).

2.3.8. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутье определяется делением мощности механизмов на теплопроизводительность котла.

2.3.9. Расход тепла на калориферную установку ($Q_{кф}$) подсчитан с учетом подогрева воздуха в дутьевых вентиляторах.

Удельный расход тепла на привод питательных насосов рассчитан по значениям внутренней мощности турбонасоса и удельного расхода тепла брутто турбиной на выработку электроэнергии, приведенным в Типовой энергетической характеристике турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ.

2.3.10. При работе котла в режиме скользящего давления в каждом конкретном случае необходимо учитывать поправки к показателям экономичности котла (имеет место изменение $q_{к}^{ор}, N_{тпн}, \varepsilon_{т+д}$).

2.3.11. При работе котла одним корпусом тепловые потери, удельные расходы тепла и электроэнергии останутся неизменными.

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 цифровых значений. Поправки к q_2 в виде графиков приведены на рис.7 и 8, поправки к температуре уходящих газов приведены на рис.9.

3.1.1. Поправка (%) на изменение влажности мазута рассчитана по формуле

$$\Delta q_2 = \pm 0,015 \cdot (W^P - 1,5).$$

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

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

3.1.3. Поправка (%) на изменение температуры холодного воздуха рассчитана по формуле

$$\Delta q_2 = -0,044 (t_{х.в} - 10).$$

3.1.4. Поправки на изменение температуры воздуха на входе в РВП, питательной воды, коэффициента избытка воздуха определены по данным тепловых испытаний.

3.1.5. Поправка (%) на изменение температуры воздуха на входе в РВП определена по формуле

$$\Delta q_2 = 0,027 (t_{вп}^I - 70).$$

3.1.6. Поправка (%) на изменение температуры питательной воды определена по формуле

$$\Delta q_2 = 0,0042 (t_{п.в} - t_{п.в}^{расч}).$$

3.1.7. Поправка (%) на изменение коэффициента избытка воздуха в режимной точке определена по формуле

$$\Delta q_2 = 0,5 (\alpha_{вв}^H - \alpha_{вв}^{расч}).$$

3.2. Пользование системой поправок поясняется следующим примером:

- котел работает на нагрузке 950 т/ч при следующих измененных условиях:

- влажность мазута 0,5%;
- температура мазута 100°C;
- температура холодного воздуха 20°C;
- температура воздуха на входе в воздухоподогреватель 72°C.

Из значений параметров, указанных выше, вычитают значения тех же параметров, приведенных в Типовой энергетической характеристике, и подсчитывают их разность. Знак разности указывает направление изменения значения каждого параметра. Поправки находят по рис.7-9.

Результаты расчета поправок для данного примера приводятся в табл.4.

Таблица 4

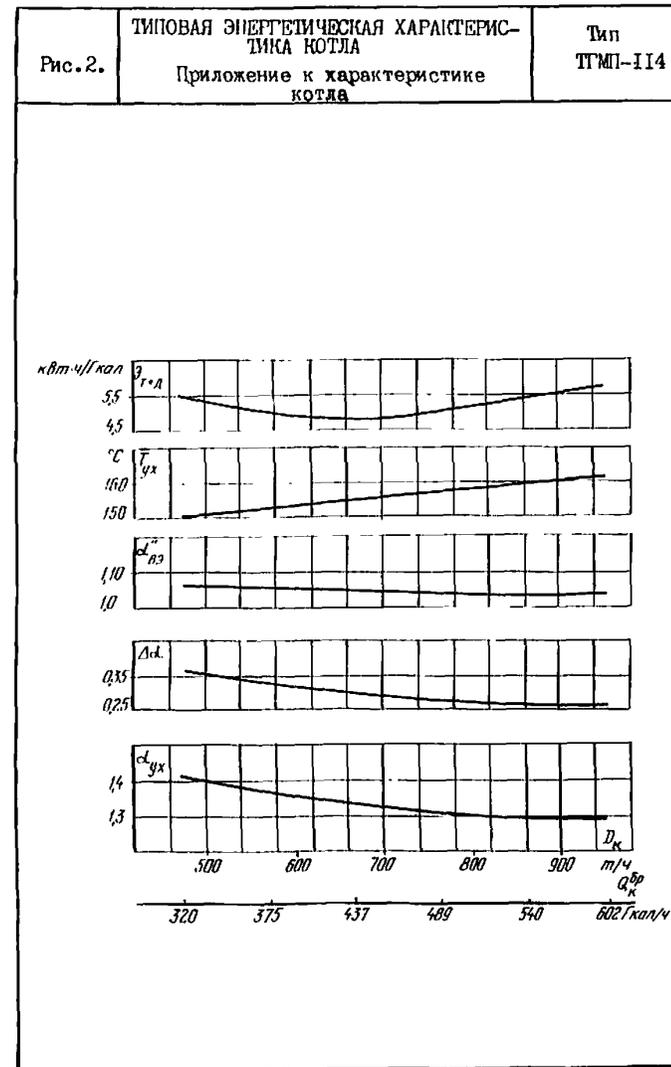
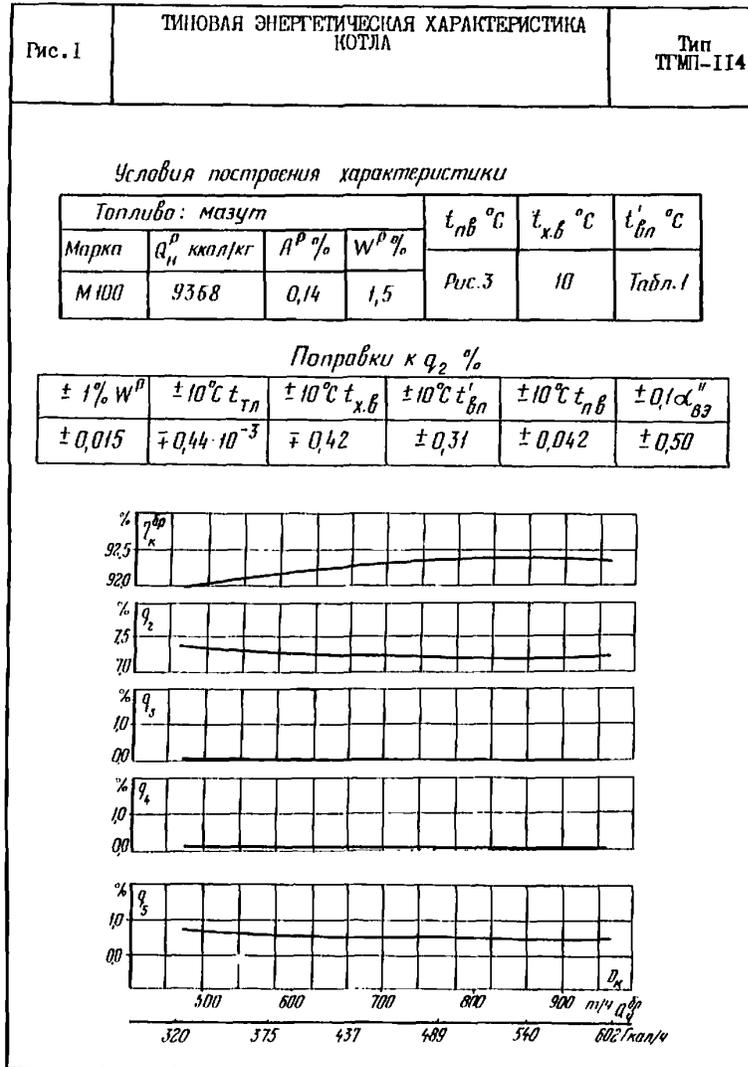
Показатель	Значения показателя		Разность значений	Поправка	
	Фактически	По характеристике		Δq_2	$\Delta T_{ух}$
Влажность мазута $W^P, \%$	1,5	0,5	- 1	-0,015	-
Температура мазута $t_{тл}, ^\circ C$	100	120	-20	+0,009	-
Температура холодного воздуха $t_{х.в}, ^\circ C$	20	10	+10	-0,42	-
Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель $t_{вп}, ^\circ C$	72	70	+ 2	+0,062	+1,2
Суммарное значение				-0,364	+1,2

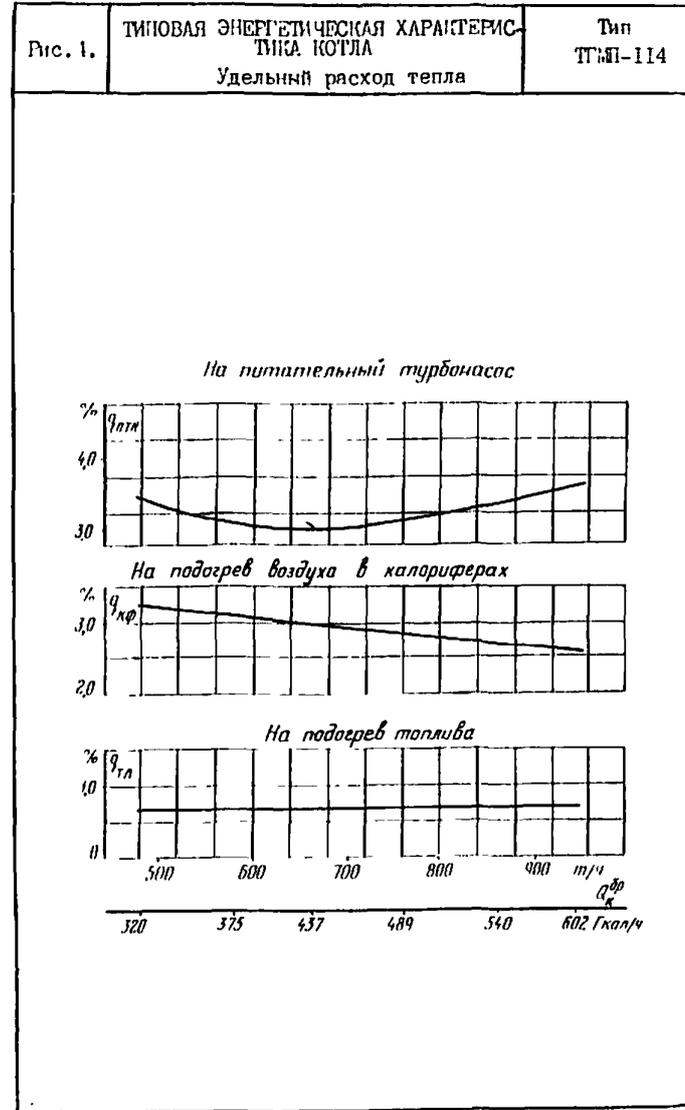
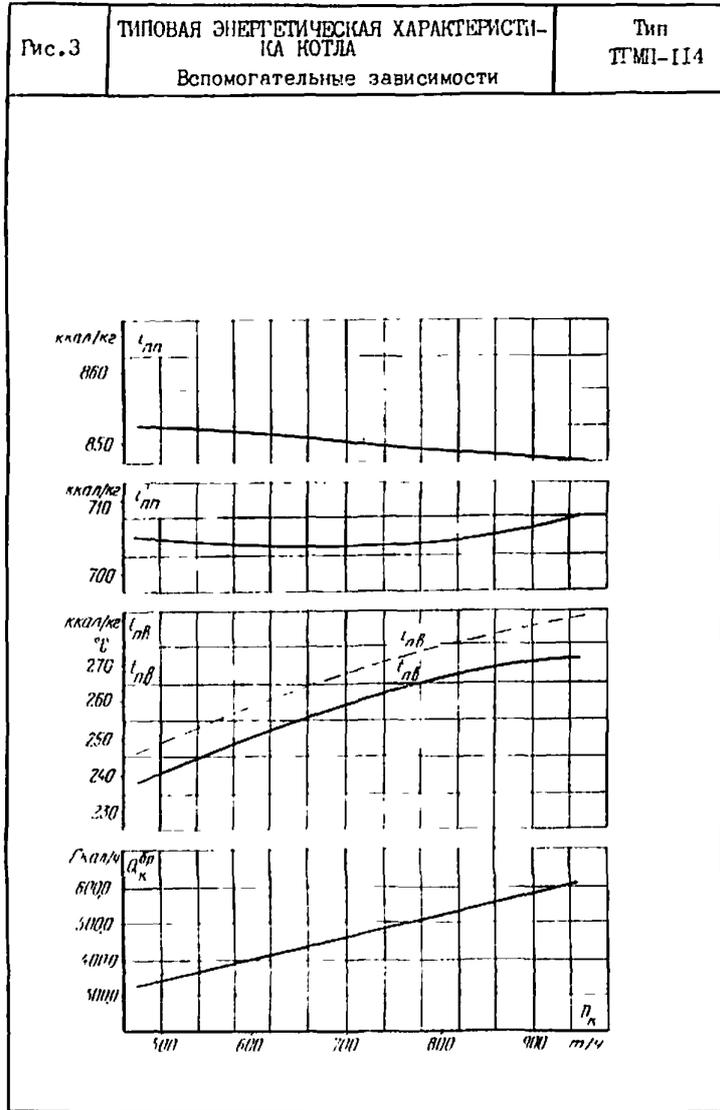
Нормативное значение потерь тепла с уходящими газами и температуры уходящих газов для измененных условий составит:

$$q_2^H = q_2 + \Delta q_2 = 7,28 + (-0,364) = 6,916\%;$$

$$t_{ух}^H = T_{ух} + \Delta T_{ух} = 161 + 1,2 = 162,2^\circ C,$$

где q_2^H и $T_{ух}^H$ - нормативные значения потерь тепла с уходящими газами и температуры уходящих газов при условиях построения нормативной характеристики.





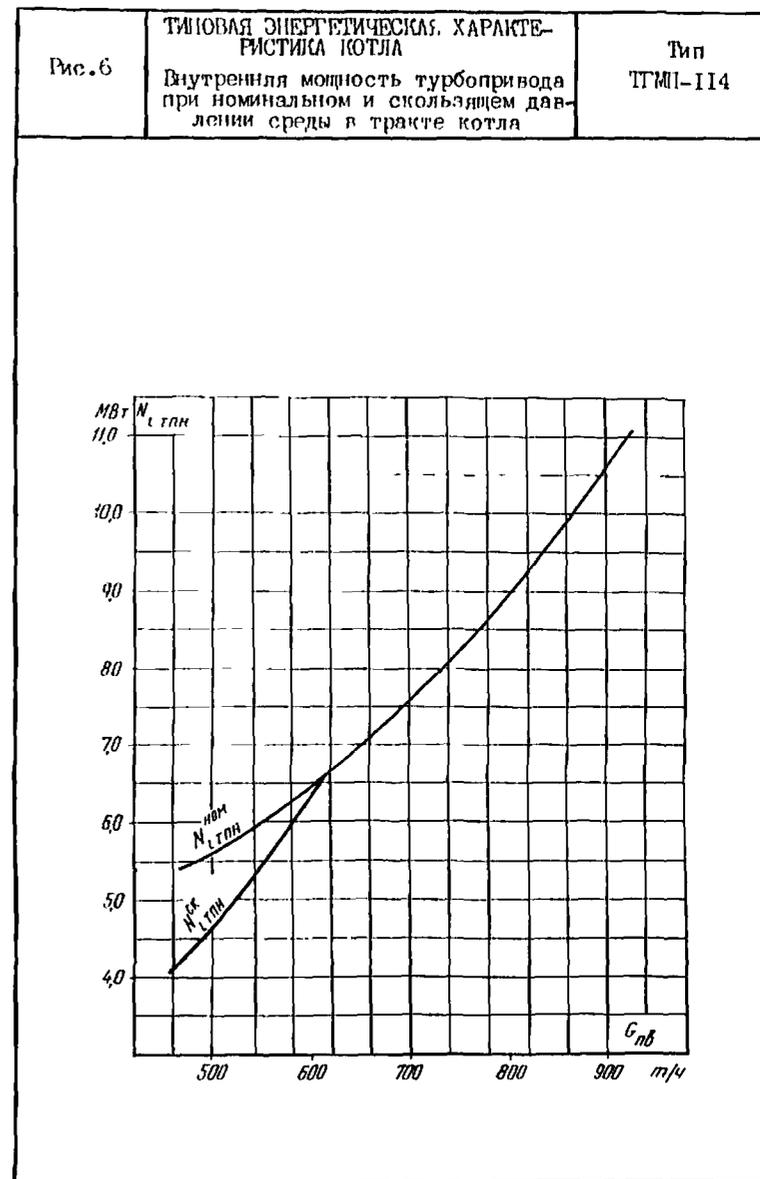
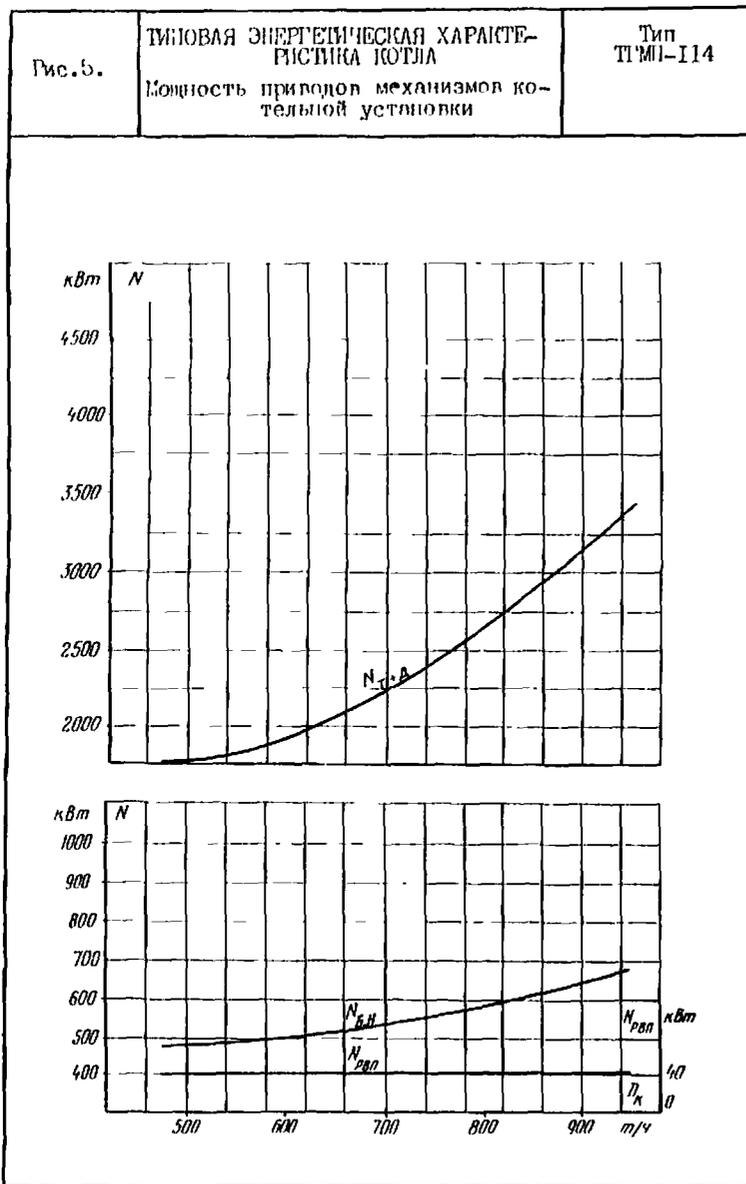
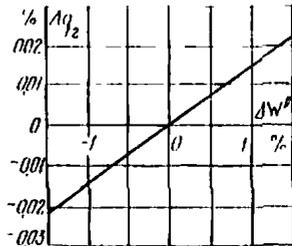
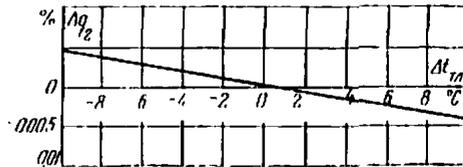


Рис. 7
ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
Поправки к q_2 , %
Тип ТГМ1-114

На изменение содержания влаги в топливе



На изменение температуры топлива



На изменение температуры холодного воздуха

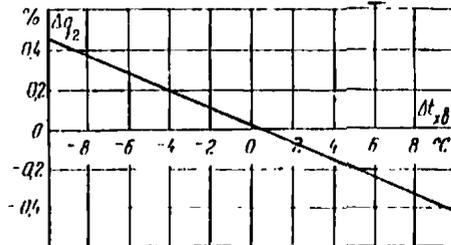
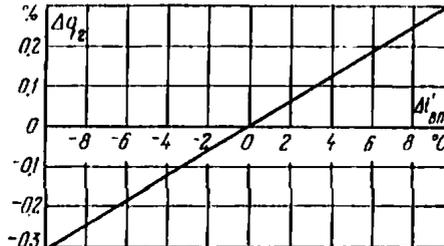
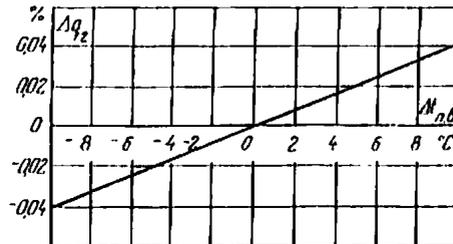


Рис. 8
ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
Поправки к q_2 , %
Тип ТГМ1-114

На изменение температуры воздуха на входе в РВП



На изменение температуры питательной воды



На отклонение коэффициента избытка воздуха в режимной точке от нормативного значения

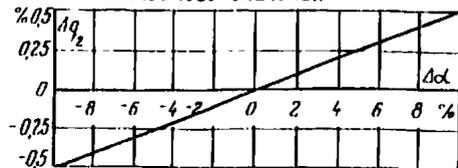
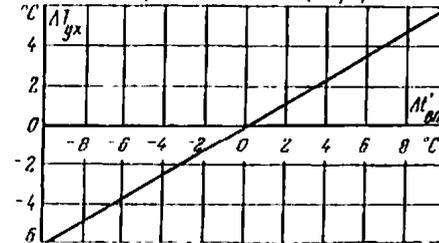


Рис. 9
ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
Поправки к температуре уходящих газов
Тип ТГМ1-114

На изменение температуры воздуха, подогретого в калориферах



На изменение температуры питательной воды

