МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления

Л.Л.ГАЛАРАКОВ
30.08.82 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА П-39 ПРИ СЖИГАНИИ ЭКИБАСТУЗСКОГО КАМЕННОГО УГЛЯ

ТХ 34-70-003-83

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

Р А З Р А Б О Т А Н О предприятием Уралтехэнерго ПО "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л И Ю.З.ЗАХАРОВ, Р.С.МИШУЛИН

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1983.

Ответственный редактор Т.П.Леонова
Литературный редактор З.И.Игнаткова
Технический редактор Е.Н.Бевза
Корректор К.И.Миронова

л 85216	Подписано к печати 14.03.83	Формат 60x84 1/16
Печ.л. 2,25	(усл.-печ.л. 2,09) Уч.-изд.л. 1,8	Тираж 50 экз.
Заказ № 68/83	Издат. № 206/82	Цена 27 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

УДК 621.I8-I88.5(083.75)

Типовая энергетическая характеристика котла П-39
при сжигании экибастузского каменного угля

ТХ 34-70-000-83

Срок действия установлен
с 0I.0I.I983 г.
до 0I.0I.I993 г.

Типовая энергетическая характеристика котла П-39 составлена на основании результатов испытаний, анализа проектных и фактических показателей работы этих котлов на Рефтинской и Ермаковской ГРЭС и отражает технически достижимую экономичность котла.

Типовая энергетическая характеристика может служить основой для составления нормативных характеристик котлов П-39 на отдельных электростанциях при сжигании экибастузского каменного угля.

Таблица I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Условия характеристики и основные показатели котла	Тип П-39

Топливо: экибастузский уголь (ГОСТ 8779-79)
Характеристика топлива на рабочую массу:

$Q_н^р$ = I6,4 МДж / кг (3900 $\frac{ккал}{кг}$); $A^р$ = 40,3%; $W^р$ = 5,8%

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)				
	570/60)	665(70)	760(80)	855(90)	950(I00)
I. Температура холодного воздуха на входе в дутьевой вентилятор до врезки рециркуляции $t_{х.в}$, °С	30				
2. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель $t'_{вп}$, °С	35				
	$\Delta I_{рец}$ = 0				
3. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	242	249	256,5	262	269
4. Коэффициент избытка воздуха в режимном сечении (за ВЗ) α	I,26	I,25	I,25	I,25	I,25
5. Присосы воздуха на тракте ВЗ – воздухоподогреватель $\Delta\alpha$	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25
6. Содержание горючих в уносе $Г_{ун}$, %	I,6				
7. Содержание горючих в шлаке $Г_{шл}$, %	3,5				
8. Температура уходящих газов за воздухоподогревателем $t_{ух}$, °С	I20,5	I23,5	I27	I3I	I35
9. Потери тепла с уходящими газами q_2, %	6,06	5,86	6,0I	6,2I	6,38
I0. Потери тепла с химической неполнотой сгорания q_3, %	0				
II. Потери тепла с механической неполнотой сгорания q_4, %	I,40				
I2. Потери тепла в окружающую среду q_5, %	0,67	0,58	0,5I	0,45	0,4
I3. Потери тепла с физическим теплом шлака q_6, %	0,07				
I4. Коэффициент полезного действия брутто $\eta_к^{бр}$, %	9I,80	92,0	92,0I	9I,88	9I,76

Таблица 2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА

Поправки и вспомогательные зависимости

Тип Т-3[illegible]

Показатель	Нагрузка котла, т/ч (%)				
	570(60)	665(70)	760(80)	855(90)	950(100)
I. Поправки к $\eta_к^{бр}$ (%) на отклонение:					
I.I. зольности на рабочую массу на ±I%	±0,067				
I.2. влажности топлива на рабочую массу на ±I%	± 0,0382				
I.3. температуры холодного воздуха на ±I0°С	±0,55	±0,54	±0,53	±0,52	±0,5I
I.4. температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель на ±I0°С	±0,3I5	±0,308	±0,302	±0,296	±0,29
I.5. подогрева воздуха рециркуляцией (включение рециркуляции) на +I0 С	+0,2I7	+0,2I4	+0,2I2	+0,209	+0,207
I.6. температуры питательной воды на±I0°С	±0,055				
2. Поправки к температуре уходящих газов (°С) на отклонение:					
2.I. температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель на ±I0°С	±5				
2.2. температуры подогрева воздуха рециркуляцией (включение рециркуляции) на ±I0°С	-3,5				
2.3. температуры питательной воды на ±I0°С	±I,2				
3. Поправка к q_2 на отклонение зольности на рабочую массу на ±I%	±0,007				
4. Поправка к q_4 на отклонение зольности на рабочую массу на ±I%	±0,06				
5. Вспомогательные зависимости					
5.I. Теплопроизводительность котла брутто $Q_к^{бр}$, МВт (Гкал/ч)	436(375)	506(435)	564(485)	634(545)	698(600)
5.2. Расход пара промперегрева $D_{пп}$, т/ч	488	567	643	720	800
5.3. Расход топлива B, т/ч	I04,2	I20	I36	I52,4	I69,6
5.4. Мощность, потребляемая мельницами $N_м$, кВт	I920	2040	2200	2430	2680
5.5. Мощность, потребляемая дымососами $N_д$, кВт	760	9I0	I000	I430	I860
5.6. Мощность, потребляемая дутьевыми вентиляторами $N_{дв}$, кВт	560	660	760	960	I240
5.7. Мощность, потребляемая вентиляторами горячего дутья $N_{вгд}$, кВт	540	560	600	620	660
5.8. Мощность, потребляемая бустерными насосами $N_{бн}$, кВт	470	520	560	580	620
5.9. Мощность, потребляемая мельничными вентиляторами $N_{мв}$, МВт	880	880	880	880	880
5.I0. Мощность привода питательного турбонасоса $N_{птн}$, МВт	6,5	7,5	8,7	I0,I	II,6
5.II. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутье $Э_{тд}$, кВт·ч/т	2,60	2,6I	2,7I	3,03	3,47
5.I2. Удельный расход электроэнергии на пылеприготовление $Э_{пп}$, кВт·ч/т	23,0	20,0	I9,26	I8,79	I8,53

Таблица 3

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА

Сравнение данных типовой характеристики с данными теплового расчета

Тип П-39

Показатель	Типовая характеристика	Заводской расчет	
		П-39-I	П-39-2
I. Производительность котла $D_к$, т/ч	950	950	950
2. Давление перегретого пара $p_{пе}$, МПа (кгс/см^2)	25,5(255)	25,5(255)	25,5(255)
3. Температура перегретого пара $t_{пе}$, °С	545	565	565
4. Расход пара промперегрева $D_{пп}$, т/ч	760	760	760
5. Давление пара до промперегрева $p'_{пп}$, МПа (кгс/см^2)	4I,0(4I0)	4I,0(4I0)	4I,5(4I5)
6. Давление пара после промперегрева $p''_{пп}$, МПа (кгс/см^2)	37,0(370)	39,5(395)	39,5(395)
7. Температура пара до промперегрева $t'_{пп}$, °С	330	330	330
8. Температура пара после промперегрева $t''_{пп}$, °С	545	570	570
9. Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	268	265	265
I0. Температура холодного воздуха $t_{х.в}$, °С	30	30	30
II. Температура воздуха перед воздухоподогревателем $t'_{вп}$, °С	35	30	30
I2. Коэффициент избытка воздуха в режимном сечении (за ПЗ) α	I,25	I,I9	I,24
I3. Коэффициент избытка воздуха в уходящих газах $\alpha_{ух}$	I,50	I,32	I,40
I4. Температура уходящих газов $t_{ух}$, °С	I35,0	I38,0	I30,5
I5. Потери тепла с уходящими газами q_2, %	6,38	5,80	5,60
I6. Потери тепла с химической неполнотой сгорания q_3, %	0	0,5	0,5
I7. Потери тепла с механической неполнотой сгорания, q_4, %	I,4	I,5	I,5
I8. Потери тепла в окружающую среду q_5, %	0,4	0,3	0,3
I9. Потери тепла с физическим теплом шлака q_6, %	0,07	0,2I	0,23
20. Коэффициент полезного действия брутто $\eta_к^{бр}$, %	9I,76	9I,69	9I,87

I. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

I.I. Котел П-39 - прямоточный двухкорпусный, предназначен для сжигания экибастузского каменного угля и для работы в дубль-блоке с турбиной К-300-240 ХТГЗ.

Номинальная паропроизводительность котла 950 т/ч, минимально допустимая нагрузка по условиям устойчивости горения без подсветки факела мазутом составляет, по данным завода, 60% номинальной.

Основные расчетные параметры котла приведены в табл.3.

I.2. Каждый корпус котла имеет Т-образную компоновку и состоит из топочной камеры и двух конвективных шахт, соединенных в верхней части горизонтальным газоходом. Топочная камера в плане представляет собой прямоугольник с размерами 7762x10760 мм. Объем топочной камеры - 2260 $м^3$. Тепловое напряжение топки на номинальной нагрузке составляет 167 кВт/$м^3$, или (145·10^3 ккал/($м^3$·ч).

I.3. Топочные камеры оборудованы 24 (по 12 на корпус) вихревыми горелками, расположенными в два яруса на боковых стенах. Для растопки котла горелки укомплектованы паровыми мазутными форсунками производительностью 1,8 т/ч при давлении мазута 0,5 МПа (5,0 кгс/$см^2$) и давлении пара 0,8-1,3 МПа (8-13 кгс/$см^2$). Расход пара на форсунку составляет 200 кг/ч.

I.4. Заводом выпущено две модификации котлов этого типа:

- П-39-I - I котел, установленный на Ермаковской ГРЭС;
- П-39-П - 13 котлов, установленных на Ермаковской и Рефтинской ГРЭС.

Характеристика основного и вспомогательного оборудования этих котлов представлена в табл.4.

Котлы П-39, установленные на Ермаковской и Рефтинской ГРЭС, оборудованы системами пылеприготовления прямого вдувания с молотковыми мельницами (по 8 на котел) и вентиляторами горячего дутья (по одному на каждые две мельницы на котлах № I и 2 Рефтинской ГРЭС, по одному на каждую мельницу - на всех остальных котлах).

Котлы П-39-I и П-39-П различаются между собой конвективными поверхностями нагрева (экономайзер и переходная зона).

Паровая обдувка и дробеочистка поверхностей нагрева на всех котлах отсутствуют.

Таблица 4

Техническая характеристика основного и вспомогательного оборудования

Наименование	Ермаковская ГРЭС		Рефтинская ГРЭС
Модификация котла	П-39-I		П-39-П
Количество	I	7	6
Станционный номер	№ I	№ 2-8	№ I-6
Дымососы	2хД0-3I,5 Q = 843·I0^{3}м^3/ч; $H_п$ = 304 кгс/м^2; $N_{дв}$ = I700 кВт; n = 496 об/мин		
Дутьевые вентиляторы	2хВДН-24х2-П(двухскоростной) Q = 750·I0^3/600·I0^3 м^3/ч; $H_п$ = 380/300 кгс/м^2; $N_{дв}$ = 800/400 кВт; n=735/590об/мин		
Система пылеприготовления	Индивидуальная с прямым вдуванием 8хММТ-2000/2600/590		
Мельницы	$B_м$ = 24 т/ч, $N_{дв}$ = 630 кВт, n = 590 об/мин		
Вентиляторы горячего дутья	На котлах № I,2,3 4хВГД-20у Q = I34·I0^{3}м^3/ч $H_п$ = 254 кгс/м^2 $N_{дв}$= 250 кВт n = 740 об/мин На котлах № 4-8 8хВГД-I5,5у	4хВГД-I5,5у Q = 85·I0^{3}м^3/ч $H_п$ = 340 кгс/м^2 $N_{дв}$= I60 кВт n = I000 об/мин	На котлах № I и 2 4хЗГДН-26 Q = I45·I0^{3}м^3/ч; $H_п$ = 300 кгс/м^2, $N_{дв}$= 250 кВт, n = 740 об/мин На котлах № 3,4,5, 8хВГДН-I8,75 Q = 85·I0^{3}м^3/ч, $H_п$ = 3I5 кгс/м^2, $N_{дв}$ = I60 кВт, n = I000 об/мин На котле № 6 8хВГД-I5,5у Q = 85·I0^3 м^3/ч, $H_п$= 340 кгс/м^2, $N_{дв}$ = I60 кВт, n = I000 об/мин
Питатели топлива	Скребковые 4хСПУ-7000/700 $N_{дв}$= 4 кВт	4хСПУ-9800/700 n = 300÷I500 об/мин	Шнековые 5хШПСУ-600/4000 $N_{дв}$= 4÷I0 кВт, n = 300÷I500 об/мин
Горелки	24 вихревые горелки, расположенные в два яруса на боковых стенах топки		
Воздухоподогреватели	На котле № I 4 х ВПР-2, H = 24200 м^2 На котлах № 2-8 4 х ВПР-4, H =28680 м^2		4 х ВПР-9-I, H = 3I200 м^2
Золоуловители	На котлах № I и 2 трубы Вентури, электрофильтры На котлах № 3-8 - электрофильтры		На котлах № I и 2 трубы Вентури, электрофильтры На котлах № 3-8 - электрофильтры
Пусторные насосы	3хI2 ПД-8 Q = 650 м^3/ч, P = I58 м вод. ст.,		$N_{дв}$ = 500 кВт, n = 2970 об/мин

Окончание таблицы 4

Наименование	Ермаковская ГРЭС	Рефтинская ГРЭС
Питательные насосы	ОСПТ - 1150 м Q = 1030 м^3/ч, P = 340 кгс/см^2 $N_{пр}$ = 12500 кВт, n = 5150 об/мин	На турбине № 1-4 - ОСПТ-1150 М Q = 1030 м^3/ч, P = 340 кгс/см^2, $N_{пр}$ = 12500 кВт, n = 5150 об/мин На турбине № 5 - ПТН-1150-340 Q = 1030 м^3/ч, P = 340 кгс/см^2, $N_{пр}$ = 1150 кВт, n = 6000 об/мин На турбине № 6 - ПН-1135-340 Q = 950 м^3/ч, P = 324 кгс/см^2, $N_{пр}$ = 11500 кВт, n = 4900 об/мин

Примечание. Q - производительность тягодутьевых машин, насосов;
$H_п$ - полный напор тягодутьевых машин;
$N_{дв}$ - мощность привода механизмов;
n - частота вращения механизмов;
p - напор насосов;
H - поверхность нагрева.

2. ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА П-39

2.1. При составлении характеристики использовались материалы испытаний, проведенных в разное время УралВТИ, Уралтехэнерго и Сибтехэнерго на Рефтинской и Ермаковской ГРЭС, а также фактические показатели работы котлов П-39 в 1980-1981 гг.

За основу при составлении характеристики взяты показатели работы Рефтинской ГРЭС, являющиеся наилучшими для котлов данного типа.

Характеристика составлена для котельной установки со следующими механизмами собственных нужд:

- дымососами Д0-31,5 с электродвигателями мощностью 1200 кВт при сухом одноступенчатом золоулавливании электрофильтрами;
- дутьевыми вентиляторами ВДН-24х2-II с двухскоростными электродвигателями мощностью 800/400 кВт;
- мельницами ММТ-2000/2600/590 с электродвигателями мощностью 630 кВт;
- модернизированными вентиляторами горячего дутья ВГДН-18,75 с электродвигателями мощностью 160 кВт;
- бустерными насосами ГЗ ПД-8 с электродвигателями мощностью 500 кВт;
- питательными насосами ОСПТ-1150 М с турбоприводом мощностью 12500 кВт.

Характеристика соответствует руководящим документам и методическим указаниям по формированию технико-экономических

показателей котлов и отражает среднюю экономичность котла при нижеприведенных условиях, принятых за исходные.

2.1.1. ГОСТ 8779-79 на экибастузский каменный уголь, введенный с 01.01.80 г., устанавливает для электростанций, работающих на этом топливе, предельные значения низшей теплоты сгорания $Q_н^р$ = 16,1 МДж/кг (3850 ккал/кг) и зольности $A^с$ = 43% ($A^р$ = 40,5% при $W^р$ = 5,8%).

Качество экибастузского угля, принятое при расчете Типовой энергетической характеристики, следующее:

$Q_н^р$ = 16,4 МДж/кг (3900 ккал/кг), $A^р$ = 40,3%, $W^р$ = 5,8%.

2.1.2. Качество готовой пыли принято по результатам испытаний, проведенных на котлах данного типа, и характеризуется остатком на сите R_{90} = 15%.

2.1.3. Температура холодного воздуха ($t_{х.в}$) на входе в дутьевой вентилятор принята равной 30°С, что соответствует средним эксплуатационным данным.

2.1.4. Температура воздуха на входе в воздухоподогреватель $t'_{вп}$ принята постоянной по всем диапазонам нагрузок и равной 35°С с учетом того, что температура нагрева воздуха в вентиляторах составляет 5°С, $\Delta t_{рец}$ = 0.

2.1.5. Температура питательной воды ($t_{п.в.}$) принята в зависимости от паропроизводительности котла по данным "Типовой энергетической характеристики турбоагрегата К-300-240 ХТГЗ второй модификации" (М.:СПО ОРГРЭС, 1976) и составляет 268°С при номинальной нагрузке.

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

2.2.1. 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 "Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива" (М.: Энергия, 1977).

$$\eta_к^{бр} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6,$$

где $$q_2 = (3{,}53\alpha_{ух} + 0{,}46)\left(T_{ух} - \frac{\alpha_{ух}}{\alpha_{ух} + 0{,}16} t_{х.в}\right)\left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \times$$

$$\times \left[1 + 0{,}13\left(\frac{t_{ух} - 150}{100}\right)\right] 10^{-2} + 0{,}2\, a_{ун} A^п T_{ух}\, 10^{-3},$$

здесь $\alpha_{ух}$ - коэффициент избытка воздуха за воздухоподогревателем;

$T_{ух}$ - температура уходящих газов за воздухоподогревателем;

$t_{х.в}$ - температура холодного воздуха на стороне всасывания дутьевого вентилятора до врезки рециркуляции горячего воздуха;

q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания;

$a_{ун}$ - доля золы в уносе;

$A^п = \frac{A^р \cdot 10^3}{Q_н^р}$ - приведенная зольность топлива.

2.2.2. Коэффициент избытка воздуха в режимном сечении (за переходной зоной) α принят равным 1,25 при номинальной нагрузке и постоянным в диапазоне нагрузок 70-100% $D_{ном}$. При нагрузке ниже 70% $D_{ном}$ избыток воздуха определяется в соответствии с Тепловым расчетом котельных агрегатов (нормативный метод) по формуле

$$\alpha = \alpha_{ном} + \left(0{,}7 - \frac{D}{D_{ном}}\right).$$

2.2.3. Присосы воздуха (%) на участке переходная зона - воздухоподогреватель приняты равными 25% (§17.30 ПТЭ). С изменением нагрузки котла значение присосов (%) определялось по формуле

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

2.2.4. Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива (q_3) приняты равными нулю на основании результатов испытаний, а также согласно методическим указаниям по нормированию.

2.2.5. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива (q_4 , %) определялись по формуле

$$q_4 = \left[a_{шл} \frac{\Gamma_{шл}}{100 - \Gamma_{шл}} + a_{ун} \frac{\Gamma_{ун}}{100 - \Gamma_{ун}} \right] \frac{7830\, A^p}{Q_н^p} ,$$

где $a_{шл}$, $a_{ун}$ – доля золы в шлаке и уносе, принятые равными 0,05 и 0,95 в соответствии с Тепловым расчетом котельных агрегатов (нормативный метод);

$\Gamma_{шл}$, $\Gamma_{ун}$ – содержание горючих в шлаке и уносе.

2.2.6. Потери тепла в окружающую среду (q_5 %) рассчитаны согласно "Методике испытаний котельных установок" (М.: Энергия, 1970) по формуле

$$q_5 = q_5^{граф} \frac{D_{ном}}{D_{факт}} .$$

2.2.7. Потери тепла с физическим теплом шлака (q_6 %) подсчитаны по формуле

$$q_6 = \frac{A^p a_{шл} C_{шл} t_{шл}}{Q_н^p (100 - \Gamma_{шл})} 100\% ,$$

где $C_{шл}$ – теплоемкость шлака (золы), ккал/(кг·град),

$t_{шл}$ – температура шлака, принятая равной 600°С.

2.2.8. Удельный расход электроэнергии на собственные нужды котельной установки рассчитан по мощности электродвигателей механизмов (рис.3).

В потребляемую мощность механизмов котельной установки включена мощность электроприводов мельниц, дымососов, дутьевых вентиляторов, вентиляторов горячего дутья.

Затраты мощности на привод вентиляторов горячего дутья ($Э_{вгд}$) делятся на две составляющие:

– первая, связанная с транспортированием пыли по тракту системы пылеприготовления до сепаратора, отнесена к расходу электроэнергии на пылеприготовление (расход электроэнергии на пневмотранспорт);

– вторая, связанная с транспортированием пыли от сепаратора к горелкам – к расходу на дутье.

Доля расхода электроэнергии на ВГД, относимая к тяге и дутью, определяется по формуле, кВт·ч/т:

$$Э_{вгд}^{тд} = Э_{вгд} \frac{H_д}{H_{вгд}} ,$$

где $H_д$ – среднее сопротивление пылепроводов на участке сепаратор-горелки, кгс/м^2;

$H_{вгд}$ – полный напор вентилятора горячего дутья, кгс/м^2.

На основании результатов испытаний принято, что

$$Э_{вгд}^{тд} = 0{,}3\, Э_{вгд} .$$

2.2.9. При работе котла в режиме скользящего давления в каждом конкретном случае необходимо учитывать поправки к показателям экономичности котла (имеет место изменение $Q_к^{бр}$, $N_{тпн}$, $Э_{т.д}$).

2.2.10. Характеристика построена при работе котла в двухкорпусном режиме. При переводе энергоблока в однокорпусной режим меняются в основном показатели турбины, экономичность котла остается практически неизменной. В этом случае можно пользоваться основными графиками Типовой энергетической характеристики (рис.I-6).

3. ПОПРАВКИ К НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

3.I. Для приведения основных нормативных показателей работы котла к изменённым условиям его эксплуатации даны поправки в виде графиков (рис.7-I2) и цифровых значений (табл.2).

Поправки рассчитаны в соответствии с методикой, изложенной в "Положении о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, I975).

Поправками к КПД котла на отклонение влажности и зольности от принятых в расчете учитывается изменение потерь тепла с уходящими газами и механической неполнотой сгорания. При расчете этих поправок содержание горючих в уносе и шлаке и температура уходящих газов принимались постоянными в связи с отсутствием экспериментальных данных о характере изменения этих параметров.

Типовая характеристика построена при условии, что $t_{х.в}$ = 30°С, $t'_{в.п}$ = 35°С и $\Delta t_{рец}$ = 0.

Влияние изменения этих параметров на показатели работы котла учитывается тремя отдельными поправками:

- поправкой на отклонение температуры холодного воздуха учитывается изменение q_2 и $\eta_к^{бр}$ независимо от изменения $t'_{в.п}$;
- поправкой на отклонение температуры воздуха перед воздухоподогревателем учитывается изменение $t_{ух}$, q_2 и $\eta_к^{бр}$ независимо от изменения $t_{х.в}$;
- поправкой на включение рециркуляции учитывается влияние включения рециркуляции на теплообмен в воздухоподогревателе и на характер изменения температуры уходящих газов, поправка вводится к $t_{ух}$, q_2 и $\eta_к^{бр}$.

3.I.I. Поправка (%) на отклонение зольности топлива рассчитывается по формулам:

$$\Delta q_2 = 0{,}007\ (A^р = 40{,}3);$$
$$\Delta q_4 = 0{,}06\ (A^р - 40{,}3);$$
$$\Delta\eta_к^{бр} = -0{,}067\ (A^р - 40{,}3).$$

3.I.2. Поправка (%) на отклонение влажности топлива рассчитана по формуле

$$\Delta\eta_к^{бр} = -0{,}038\ (W^р - 5{,}8).$$

3.I.3. Поправка (%) на отклонение температуры холодного воздуха рассчитана по формулам

$$\Delta\eta_к^{бр} = (-0{,}0643+22{,}2\cdot10^{-6} Q_к^{бр})\ (t_{х.в} - 30);$$
$$\Delta\eta_к^{бр} = -\Delta q_2.$$

3.I.4. Поправка (%) на отклонение температуры воздуха (°С) перед воздухоподогревателем рассчитана по формулам

$$\Delta t_{ух} = 0{,}5\ (t'_{в.п} - 35);$$
$$\Delta q_2 = (0{,}0373-I3;89\cdot10^{-6} Q_к^{бр})\ (t'_{в.п} - 35);$$
$$\Delta\eta_к^{бр} = -\Delta q_2.$$

3.I.5. Поправка (%) на включение рециркуляции рассчитана по формулам

$$\Delta t_{ух} = -0{,}35\Delta t_{рец};$$
$$\Delta q_2 = (0{,}0234-5{,}56\cdot10^{-6} Q_к^{бр})\Delta t_{рец};$$
$$\Delta\eta_к^{бр} = -\Delta q_2.$$

3.I.6. Поправка (%) на отклонение температуры питательной воды (°С) рассчитана по формулам.

$$\Delta t_{ух} = 0{,}I2\ (t_{п.в} - t_{п.в}^{расч});$$
$$\Delta q_2 = 0{,}065\ (t_{п.в} - t_{п.в}^{расч});$$
$$\Delta\eta_к^{бр} = -\Delta q_2.$$

3.2. Пользование системой поправок поясняется следующим примером.

Котел работает при нагрузке 785 т/ч и следующих изменённых условиях эксплуатации:

- рабочая зольность топлива $A^р$ = 40,8%;
- рабочая влажность топлива $W^р$ = 5,3%;
- температура холодного воздуха $t_{х.в}$ = 20°С;
- температура воздуха перед воздухоподогревателем $t'_{в.п}$ = 42°С;
- температура подогрева воздуха рециркуляцией $\Delta t_{рец}$ = I7°С;
- температура питательной воды $t_{п.в}$ = 258°С.

Из значений параметров, указанных выше, вычитают значения тех же параметров, приведенных в настоящей Типовой энергетической характеристике, и подсчитывают их разность. Знак разности указывает направление изменения значения каждого параметра. Поправки находятся по графикам рис.7-12. Результаты расчета поправок для данного примера приведены в табл.5.

Таблица 5

Показатель	Значение показателя		Разность значений	Поправка		
	Фактическое	Из типовой энергетической характеристики		$\Delta t_{ух}$ °С	Δq_2 %	$\Delta \eta_к^{бр}$ %
Зольность $A^р$, %	40,8	40,3	+0,5	-	+0,004	-0,034
Влажность $W^р$, %	5,3	5,8	-0,5	-	-	+0,019
Температура холодного воздуха $t_{хв}$, °С	20	30	-10	-	+0,527	-0,527
Температура воздуха перед воздухоподогревателем $t'_{вп}$, °С	42	35	+7	+3,5	+0,21	-0,21
Подогрев воздуха рециркуляцией $\Delta t_{рец}$, °С	17	0	+17	-5,95	-0,359	+0,359
Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	258	260	-2	-0,24	-0,011	+0,011
		Суммарное значение		-2,69	+0,371	-0,382

Нормативное значение $t_{ух}$, q_2, $\eta_к^{бр}$ для измененных условий эксплуатации составит:

$$t_{ух}^н = t_{ух}^х \pm \Delta t_{ух};$$

$$q_2^н = q_2^х \pm \Delta q_2;$$

$$\eta_к^{бр(н)} = \eta_к^{бр(х)} \pm \Delta \eta_к^{бр},$$

где $t_{ух}^х$, $q_2^х$, $\eta_к^{бр(х)}$ - значения величин при условиях Типовой энергетической характеристики.

$$t_{ух}^н = 128,5 - 2,69 = 125,81°С;$$

$$q_2^н = 6,15 + 0,371 = 6,521\%;$$

$$\eta_к^{бр(н)} = 91,92 - 0,382 = 91,538\%.$$

Рис.3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Приложение к характеристике котла	Тип П-39

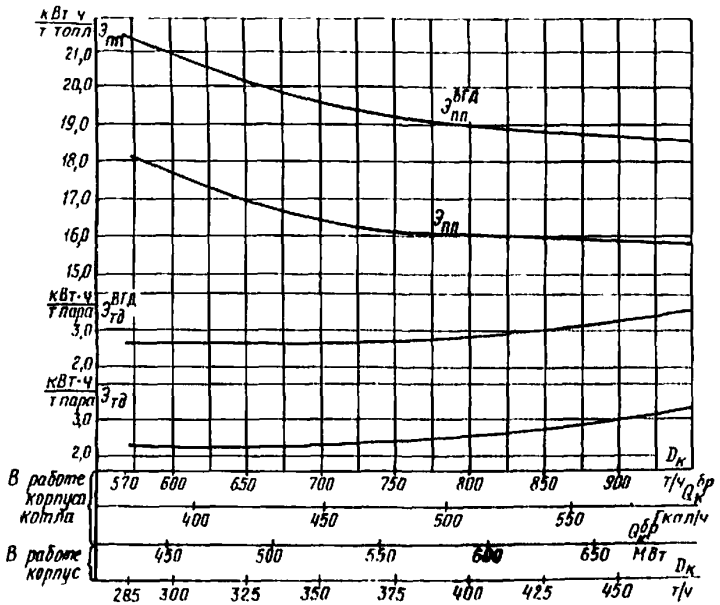


Рис.4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Вспомогательные зависимости	Тип П-39

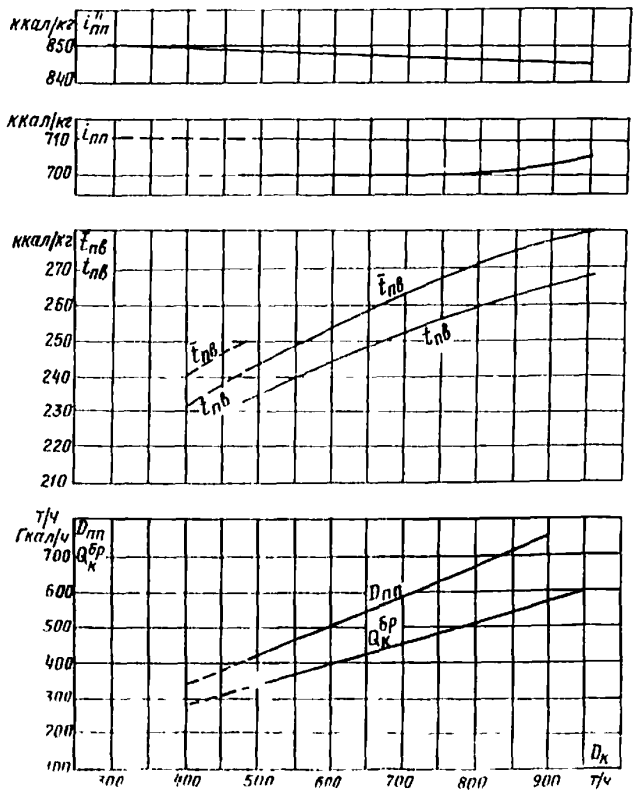


Рис. I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА	Тип П-39

Условия построения характеристики

Топливо. экибастузский уголь			$t_{пв}$ °C	$t_{хв}$ °C	$t'_{вп}$ °C	$\Delta t_{рец}$ °C
$Q^р_н$ ккал/кг	$A^р$ %	$W^р$ %				
3900	40,3	5,8	рис. 6	30	35	0

Поправки к $\eta_к^{бр}$, %

на +1% $A^р$	на ± 1% $W^р$	на ± 10°C $t_{хв}$	на ± 10°C $t'_{вп}$	на $\Delta t_{рец}$	на ± 10°C $t_{пв}$
∓ 0,067	∓ 0,0382	рис. 9	рис. 9	рис. 10	рис. 8

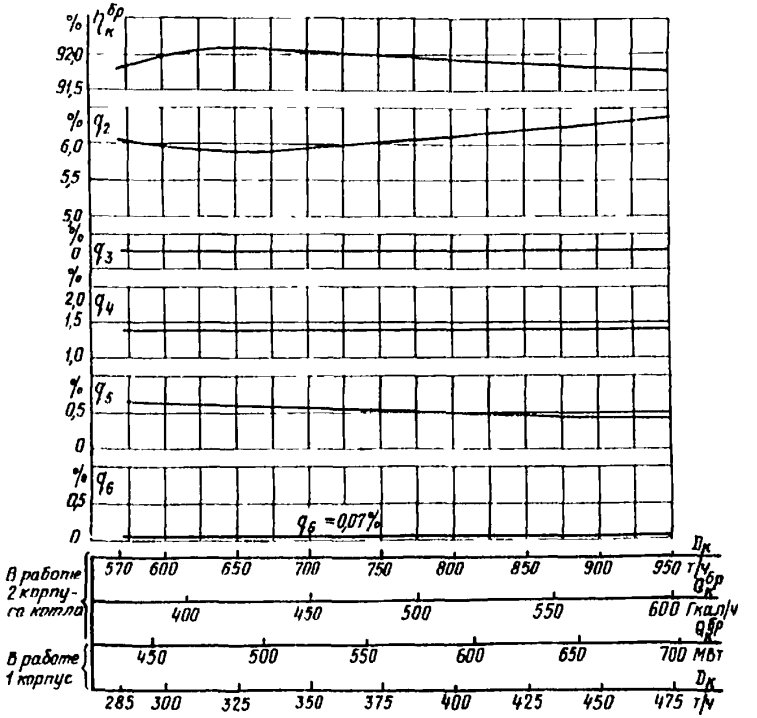


Рис. 2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Приложение к характеристике котла	Тип П-39

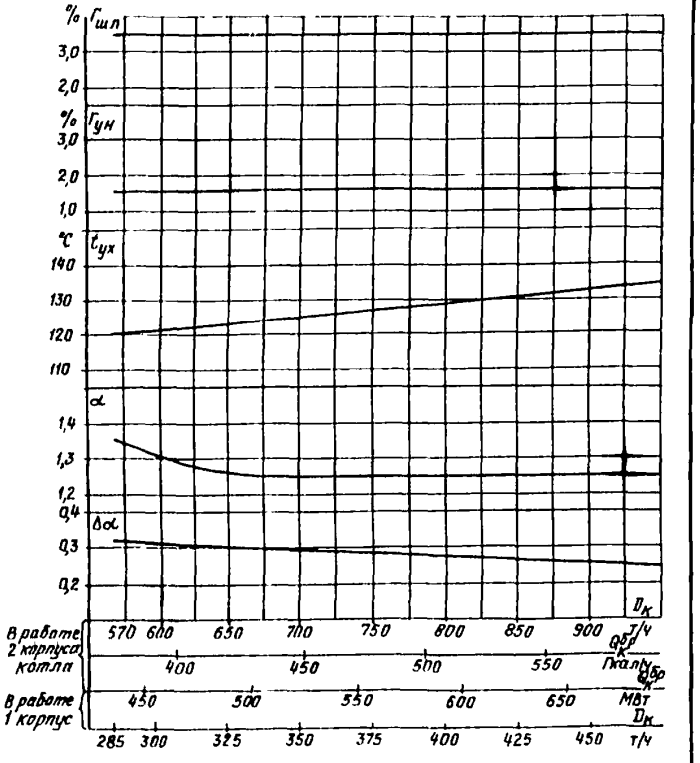


Рис.5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Мощность приводов механизмов котельной установки	Тип П-39

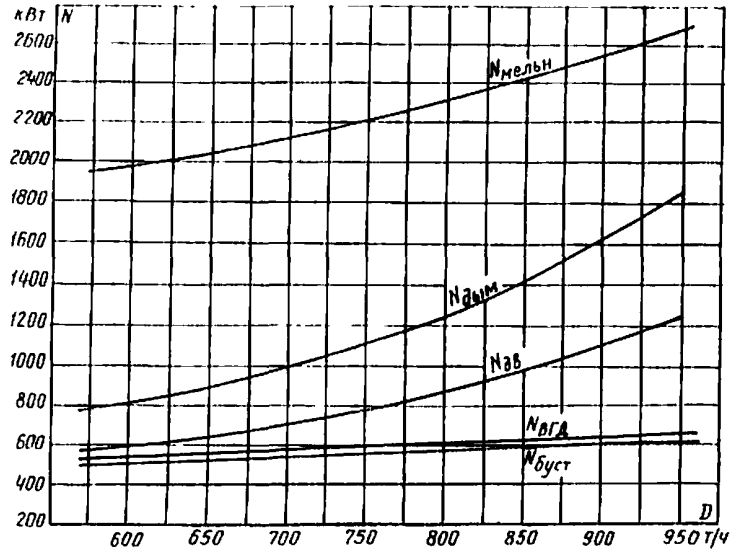
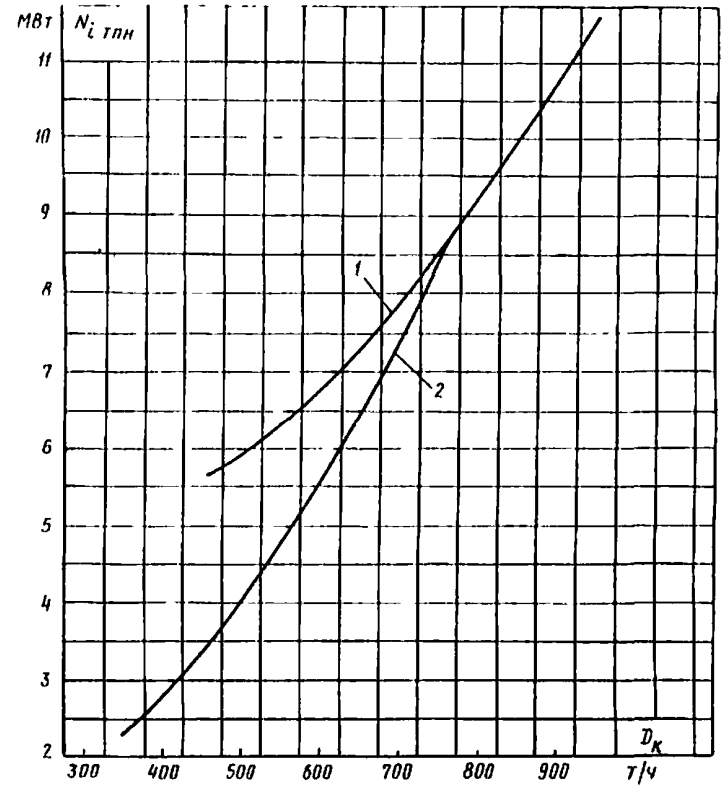


Рис.6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Внутренняя мощность привода питательного турбонасоса ОСПТ-II50 М	Тип П-39

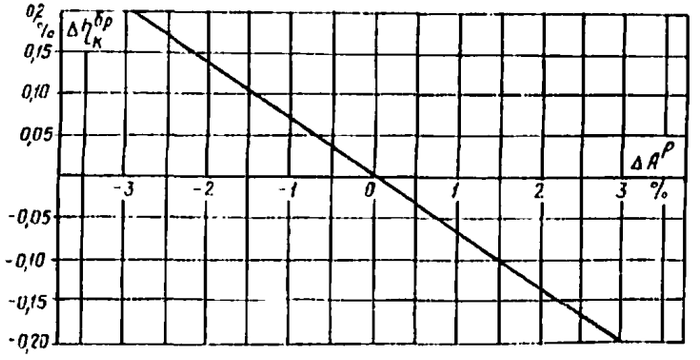


I. Внутренняя мощность турбопривода питательного насоса при номинальном давлении перегретого пара

2. Внутренняя мощность турбопривода питательного насоса при скользящем давлении перегретого пара

Рис.7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к КПД брутто	Тип П-39

на отклонение зольности топлива на рабочую массу от A^p = 40,3%



на отклонение влажности топлива на рабочую массу от W^p = 5,8%

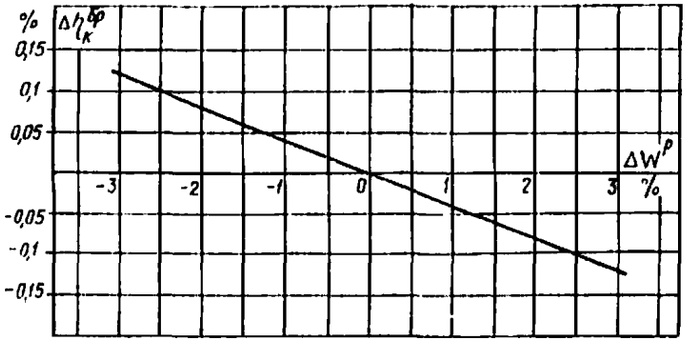
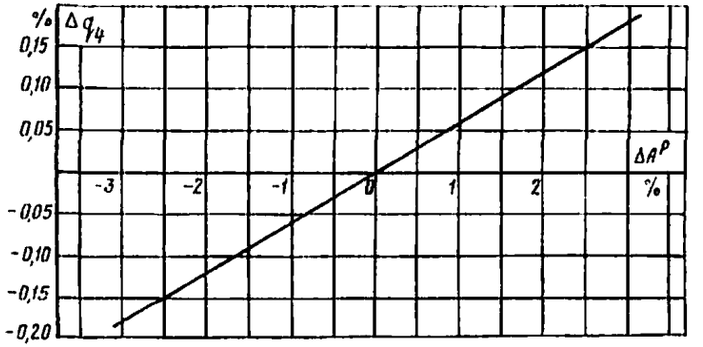


Рис.8.	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к q_4 , q_2 , %	Тип П-39

на отклонение зольности топлива на рабочую массу от A^p = 40,3%



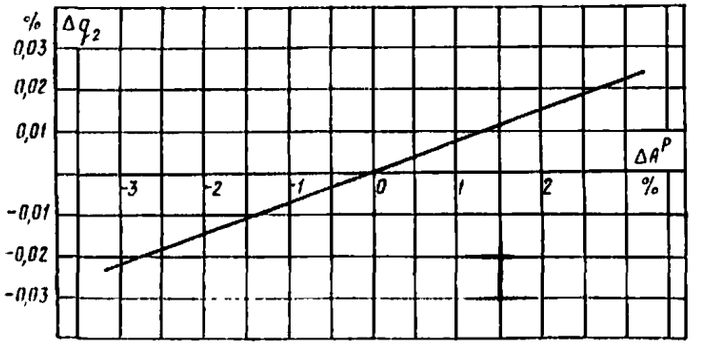
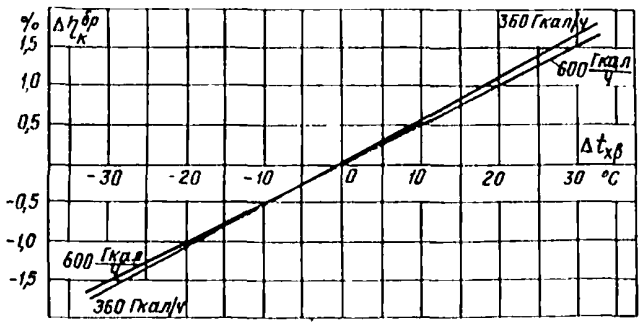


Рис. 9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к КПД брутто	Тип П-39

на отклонение температуры холодного воздуха от $t_{х.в} = 30^{\circ}C$



на отклонение температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель от $t'_{вп} = 35^{\circ}C$

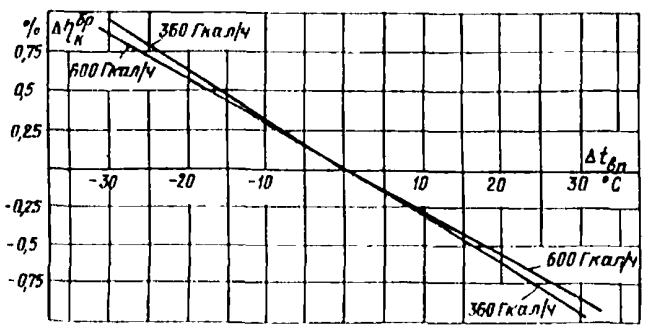
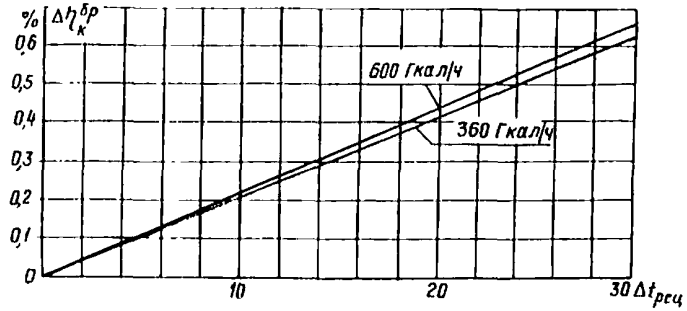


Рис. 10	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к КПД брутто	Тип П-39

на отклонение подогрева воздуха рециркуляцией (включение рециркуляции)



на отклонение температуры питательной воды от принятой в расчете

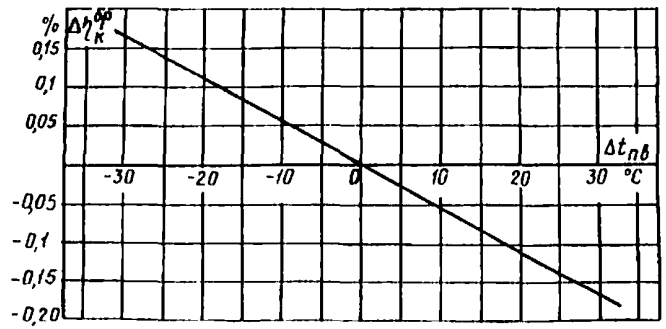
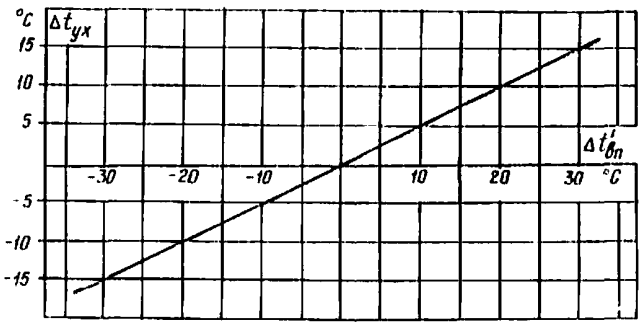


Рис. II	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к температуре уходящих газов	Тип П-39

на отклонение температуры воздуха на входе в воздухоподогреватель от $t'_{вп}$ = 35°С



на отклонение подогрева воздуха рециркуляции (включение рециркуляции)

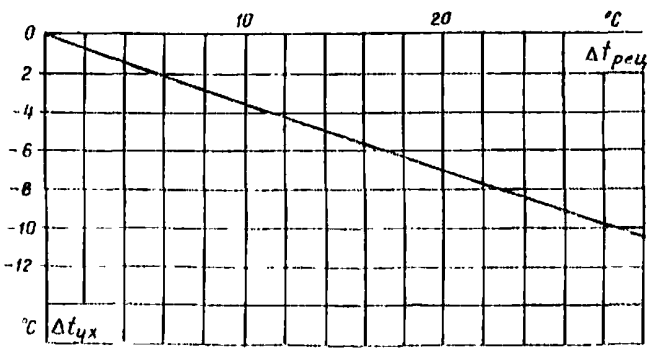
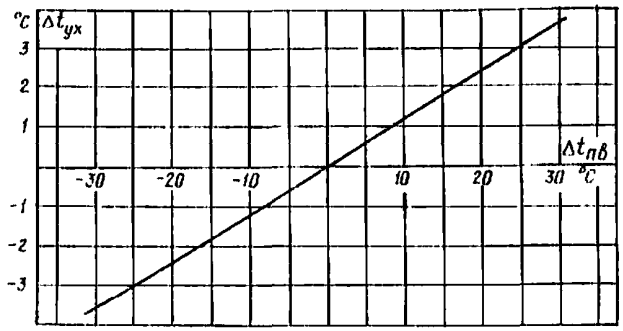


Рис. I2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Поправки к температуре уходящих газов	Тип П-39

на отклонение температуры питательной воды от принятой в расчете



gost.e-ecolog.ru