

**Служба эксплуатации и наладки теплотехнического оборудования**

## **О Т Ч Е Т**

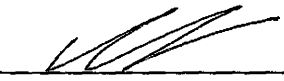
**о теплотехнических испытаниях котла**

**БКЗ-320-140 ст. № 6 ТЭЦ-3 после капитального ремонта**

**при сжигании смеси природного и попутного газа.**

Наработка: с начала эксплуатации 230647 часов  
с предыдущего среднего ремонта 15179 часов.

**Руководитель работы - ведущий инженер Ю.Б. Антошин**

**Начальник СЭНТКО**  **А.И. Филюхин**

Разослано: ТЭЦ-3 - 2 экз., СЭНТКО.

**2011 г.  
г. Саратов.**

## 1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ.

- 1.1. Определение технического состояния и экономических показателей котлоагрегата после капитального ремонта.
- 1.2. Оценка качества отремонтированного оборудования.
- 1.3. Корректировка режимной карты.

## 2. ВВЕДЕНИЕ.

Во время капитального ремонта, кроме типового объема, выполнено:

- 2.1. Замена пакетов набивки горячего и холодного слоев РВП 6А и 6Б 100% (на интенсифицированную теплообменную набивку СМК «Альтернатива»).
- 2.2. Замена обмуровки топки (стены, под, потолок).
- 2.3. Замена трёх труб потолочного пароперегревателя.
- 2.4. Замена регулятора сниженного узла питания  $du$  250.
- 2.5. Ремонт амбразур горелок, очистка от отложений и опрессовка газовых насадков.

Испытания котла проведены в сентябре-октябре 2011 г. на нагрузках 259 и 310 т/ч.

## 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОТЛА.

3.1. Присосы воздуха в топку и газовый тракт до выхода из п/п, определенные при  $D_k^н=303$  т/ч, составили слева 7,25 %.

3.2. Присосы воздуха в газовый тракт от выхода из п/п до выхода из ДС, определенные при  $D_k=303$  т/ч, составили 46 % слева и 44% справа. Распределение присосов по ступеням приводится в таблице, прилагаемой к отчету (Приложение 1).

3.3. Аэродинамическое сопротивление газового тракта, измеренное при  $D_k=259$  т/ч, составило  $146 \text{ кгс/м}^2$  и по сравнению с данными испытаний до ремонта уменьшилось на  $10 \text{ кгс/м}^2$ .

3.4. Аэродинамическое сопротивление воздушного тракта, измеренное при  $D_k=259$  т/ч, составило  $121 \text{ кгс/м}^2$  и по сравнению с данными испытаний до ремонта увеличилось на  $25 \text{ кгс/м}^2$ .

3.5. После проведенной очистки газовых насадков от отложений давление газа перед горелками, по сравнению с данными испытаний перед ремонтом при паровой нагрузке 259 т/ч, снизилось на  $0,1 \text{ кг/см}^2$  ( $0,13$  вместо  $0,23 \text{ кг/см}^2$ ).

3.8. Замечания по состоянию обмуровки и тепловой изоляции котлоагрегата в отдельном отчёте.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ.

Испытания проведены при паровых нагрузках 259 и 310 т/ч, с параметрами перегретого пара  $P_{пе}=129$  кгс/см<sup>2</sup>,  $t_{пе}=550^{\circ}\text{C}$  и температуре питательной воды 231 - 239<sup>o</sup>C при сжигании смеси природного газа и попутного газа от НПО ОАО Саратовнефтегаз. Ограничение нагрузки по режиму работы станции.

В работе шесть горелок.

Давление природного газа за регулирующим клапаном 0,49 – 0,58 кгс/см<sup>2</sup>, на горелки (среднее) 0,13 - 0,17 кгс/см<sup>2</sup>.

Шибера по воздуху на горелки открыты полностью.

Давление воздуха на горелки (среднее) составило 53 – 80 кгс/м<sup>2</sup>.

Коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем 1,09 – 1,06.

Горение топлива удовлетворительное, заноса факела в пароперегреватель не наблюдается, химнедожога нет.

В работе пароохладители 1 ступени и 2 ступени, 3 ступени отключены регулирующими клапанами.

Калориферы отключены, температура воздуха на всасе ДВ 23 - 16<sup>o</sup>C, перед РВП 31-25<sup>o</sup>C.

В работе дымососы ДС-А и Б и дутьевые вентиляторы ДВ-А и Б, электродвигатели которых на 1 скорости при паровых нагрузках до 250 т/ч, а при нагрузке 310 т/ч электродвигатель ДВ-Б на 2 скорости, ДВ-А на 1 скорости.

Концентрация NO<sub>x</sub>, измеренная газоанализатором TESTO-343-3, составила 335 - 361 мг/м<sup>3</sup>, при нагрузке 310 т/ч для снижения NO<sub>x</sub> включен ВГД-Б, ВГД-А отключен.

#### 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕМОНТА.

**5.1. По сравнению с данными испытаний до ремонта при истинной паровой нагрузке 253 т/ч (тепловая нагрузка 150 Гкал/ч):**

5.1.1. Присосы воздуха в топку и газовый тракт до выхода из пароперегревателя, приведенные к  $D_k=320$  т/ч, меньше на 10% ( 7 вместо 17%).

5.1.2. Присосы воздуха в газовый тракт от выхода из пароперегревателя до выхода из дымососов, приведенные к  $D_k=320$  т/ч, меньше на 7% (44% вместо 51%),

5.1.3. Температура уходящих газов, приведенная к  $t_{\text{РВП}}^{\text{до}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , меньше на  $42^{\circ}\text{C}$  (137 вместо  $179^{\circ}\text{C}$ ).

5.1.4. Коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем меньше на 0,04 (1,09 вместо 1,13).

5.1.5. К.П.Д. котла брутто, приведенный к  $t_{\text{хв}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , больше на 2,4% (92,61 вместо 90,21%) – за счёт снижения температуры уходящих газов, присосов воздуха в топку и газовый тракт котла.

5.1.6. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутьё меньше на 0,03 кВт-ч/Гкал (5,74 вместо 5,77 кВт-ч/Гкал).

## **5.2. По сравнению с данными предыдущего среднего ремонта 2006г при истинной паровой нагрузке 253 т/ч (тепловая нагрузка 150 Гкал/ч):**

5.2.1. Присосы воздуха в топку и газовый тракт до выхода из пароперегревателя, приведенные к  $D_{\text{к}}=320$  т/ч, меньше на 9% (7 вместо 16%).

5.2.2. Присосы воздуха в газовый тракт от выхода из пароперегревателя до выхода из дымососов, приведенные к  $D_{\text{к}}=320$  т/ч, больше на 8% (44 вместо 36%).

5.2.3. Температура уходящих газов, приведенная к  $t_{\text{РВП}}^{\text{до}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , меньше на  $35^{\circ}\text{C}$  (137 вместо  $172^{\circ}\text{C}$ ).

5.2.4. Коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем меньше на 0,02 (1,09 вместо 1,11).

5.2.5. К.П.Д. котла брутто, приведенный к  $t_{\text{хв}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , больше на 1,3% (92,61 вместо 91,31%) – за счёт снижения температуры уходящих газов и присосов воздуха в топку.

5.2.6. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутьё больше на 0,34 кВт-ч/Гкал (5,74 вместо 5,4 кВт-ч/Гкал).

## **5.3. По сравнению с данными нормативных характеристик при паровой нагрузке 253 т/ч (тепловая нагрузка 150 Гкал/ч):**

5.3.1. Температура уходящих газов, приведенная к  $t_{\text{РВП}}^{\text{до}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , меньше на  $37^{\circ}\text{C}$  ( $137^{\circ}\text{C}$  вместо  $174^{\circ}\text{C}$ ).

5.3.2. Коэффициент избытка воздуха за пароперегревателем меньше на 0,02 (1,09 вместо 1,11).

5.3.3. Присосы воздуха в газовый тракт от выхода из пароперегревателя до выхода из дымососов больше на 11% (49% вместо 38%).

5.3.4. К.П.Д. котла брутто, приведенный к  $t_{\text{хв}}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пв}}=230^{\circ}\text{C}$ , больше на 1,71% (92,61 % вместо 90,9%).

5.3.5. Удельный расход электроэнергии на тягу и дутьё меньше нормативного на 1,65 кВт-ч/Гкал (5,74 и 7,39 кВт-ч/Гкал соответственно).

## 6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОЙ НАБИВКИ РВП.

Замена пакетов набивки горячего и холодного слоев РВП 6А и 6Б (100%) на интенсифицированную теплообменную набивку СМК «Альтернатива» привела к снижению температуры уходящих газов на 42°С по сравнению с данными испытаний до ремонта, на 35-42°С по сравнению с данными предыдущих испытаний и на 36-34°С по сравнению с нормативом (при  $D_k=259-310$  т/ч).

За счёт снижения температуры уходящих газов К.П.Д. котла брутто, приведенный к  $t_{хв}=30^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{пв}=230^{\circ}\text{C}$ , выше на 2,4% чем до ремонта, на 1,2 – 1,7% в сравнении с данными предыдущих испытаний и на 1,71 – 1,99% по сравнению с нормативом (при  $D_k=259-310$  т/ч).

Нагрев воздуха в РВП стал выше на 55°С чем до ремонта, на 60 - 62°С в сравнении с данными предыдущих испытаний при  $D_k=259-310$  т/ч и составляет 252 - 262°С.

## 7. ВЫВОДЫ.

7.1. Котёл надёжно работает при паровых нагрузках 259 - 310 т/ч с параметрами перегретого пара  $P_{пе}=129$  кгс/см<sup>2</sup>,  $t_{пе}=550^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{пв}=231-239^{\circ}\text{C}$  при сжигании смеси природного газа и попутного газа от НПО ОАО Саратов-нефтегаз.

7.2. Нагрузка котла 310 т/ч ограничена только режимом станции.

7.3. Запас по тяге, дутью и пароохладителям имеется.

7.4. Практически полная замена обмуровки топки позволила снизить присосы воздуха и обеспечить величину присосов в топку и газовый тракт до выхода из пароперегревателя на уровне нормативного значения - 7% при норме ПТЭ 5%. Появилась возможность эксплуатации котла с низкими коэффициентами избытка воздуха за пароперегревателем 1,09 – 1,06.

7.5. Применение интенсифицированной теплообменной набивки СМК «Альтернатива» в РВП котлоагрегата БКЗ-320-140 ГМ ст. №6 позволило значительно улучшить его технико-экономические показатели – снизить температуру уходящих газов во всём проверенном диапазоне паровых нагрузок (259 – 310 т/ч) на 35-42°С и соответственно повысить КПД на 1,71 – 1,99%.

7.6. Присосы воздуха в газовый тракт от выхода из пароперегревателя до выхода из ДС, приведенные к номинальной нагрузке, больше нормы ПТЭ на 19% (44% вместо 25%).

7.7. Температура металла по тракту пароперегревателя не превышает предельно - допустимых величин (Приложение 3).

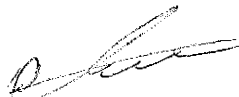
7.8. Концентрация  $\text{NO}_x$  в дымовых газах составила 335 - 361 мг/м<sup>3</sup> и не превышает норму ПДВ (362 мг/м<sup>3</sup>), при нагрузке 310 т/ч для снижения  $\text{NO}_x$  включен ВГД-Б, ВГД-А отключен.

## 8. РЕКОМЕНДАЦИИ.

8.1. Уплотнить газовый тракт котла от выхода из пароперегревателя до выхода из дымососов, довести присосы воздуха до нормативных значений.

8.2. Выполнить испытания в полном диапазоне нагрузок для корректировки режимной карты.

Руководитель испытаний  
ведущий инженер



Ю.Б.Антошин

### Приложение:

1. Сводная таблица результатов испытаний котлоагрегата типа БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3 после капитального ремонта при сжигании природного газа: 1-5 страницы.

Таблица присосов воздуха в газовый тракт к/а БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3 - 6 страница.

Ведомость технико-экономических показателей котлоагрегата БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3 - 7 страница.

2. Присосы воздуха в топку котла БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3 после капитального ремонта

3. Температуры металла по тракту пароперегревателя котла ст.№6 ТЭЦ-3.

### Литература:

1. Методические указания по проведению эксплуатационных испытаний котельных установок для оценки качества ремонта. РД 153-34.1-26.303-98, Москва, ОРГРЭС, 2000 г.

2. Методика оценки технического состояния котельных установок до и после ремонта РД 34.26.617-97, Москва, ОРГРЭС, 1998 г.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, М., ОРГРЭС, 2003 г.

## СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

результатов испытаний котлоагрегата БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3  
после капитального ремонта при сжигании смеси природного и попутного газа.

№ пп	Наименование величин	Обозначения	Способ определения	Номера опытов					
				1	2	3	4	5	6
1	Дата проведения опытов			08.09.11 г.		20.10.11 г.			
2	Продолжительность, час	t	Замер	2		2			
3	Барометрическое давл., мм.рт.ст.	B	барометр	755		765			
3	Паровая нагрузка, т/час	Dпе	Щитовой прибор	259		310			

### ТОПЛИВО

1	Марка			природный + попутный газ					
2	Теплотворная способн., ккал/м <sup>3</sup>	Q <sub>p</sub> <sup>H</sup>	По анализам хим.цеха	8166		8166			
3	Располагаемое тепло, ккал/м <sup>3</sup>	Q <sub>рас</sub>	Q <sub>p</sub> <sup>H</sup> +Q <sub>в.вн</sub>	8193		8194			
4	Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	g	По анализам хим.цеха	0,756		0,756			
5	Расход газа	по прибору	G <sub>r</sub>	ПК на БЩУ	18900		21800		
6		расчётный	G <sub>r</sub> <sup>p</sup>	Q <sub>к</sub> *10000000/Q <sub>рас</sub> *η <sup>бp</sup>	19935		23545		
7	Давление газа за клап., кгс/см <sup>2</sup>	P'' <sub>кл</sub>	Щитовой прибор	0,49		0,58			
8	Колич.горелок в работе, шт.	n		6		6			
9	Давление на горелку №1, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r1</sub>	ПК на БЩУ	0,14		0,18			
10	Давление на горелку №2, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r2</sub>	ПК на БЩУ	0,14		0,18			
11	Давление на горелку №3, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r3</sub>	ПК на БЩУ	0,14		0,18			
12	Давление на горелку №4, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r4</sub>	ПК на БЩУ	0,11		0,16			
13	Давление на горелку №5, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r5</sub>	ПК на БЩУ	0,11		0,16			
14	Давление на горелку №6, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>r6</sub>	ПК на БЩУ	0,11		0,16			
15	Давл. газа на гор., среднее, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>ср</sub>	(P <sub>r1</sub> +...+P <sub>rn</sub> )/n	0,13		0,17			

### ВОЗДУХ

1	Температура на всасе ДВ, лев, °С	t <sup>лев</sup> <sub>хв</sub>	ПК на БЩУ	23		17			
2	Температура на всасе ДВ, прав, °С	t <sup>прав</sup> <sub>хв</sub>	ПК на БЩУ	22		14			
3	Температура за калориф., лев, °С	t <sup>л</sup> <sub>кал</sub>	ПК на БЩУ	31		25			
4	Температура за калориф., справ, °С	t <sup>сп</sup> <sub>кал</sub>	ПК на БЩУ	31		24			
5	Температура за в/п, слева, °С	t <sup>л</sup> <sub>г.в.</sub>	Щитовой прибор	245		256			
6	Температура за в/п, справа, °С	t <sup>сп</sup> <sub>г.в.</sub>	Щитовой прибор	259		268			
7	Давление в общем коробе, кгс/м <sup>2</sup>	P <sub>в</sub>	Щитовой прибор	66		102			
8	Сопротивление РВП-А, кгс/м <sup>2</sup>	ΔP <sup>рвп</sup> <sub>А</sub>	Щитовой прибор	56		74			
9	Сопротивление РВП-Б, кгс/м <sup>2</sup>	ΔP <sup>рвп</sup> <sub>Б</sub>	Щитовой прибор	57		70			
10	Давление до РВП-А, кгс/м <sup>2</sup>	P <sup>А</sup> <sub>рвп</sub>	Щитовой прибор	122		176			
11	Давление до РВП-Б, кгс/м <sup>2</sup>	P <sup>Б</sup> <sub>рвп</sub>	Щитовой прибор	123		172			

№ пп	Наименование величин	Обозначения	Способ определения	Номера опытов					
				1	2	3	4	5	6
12	Давление на горелку № 1, кгс/м <sup>2</sup>	Pв1	ПК на БЩУ	52		80			
13	Давление на горелку № 2, кгс/м <sup>2</sup>	Pв2	ПК на БЩУ	55		80			
14	Давление на горелку № 3, кгс/м <sup>2</sup>	Pв3	ПК на БЩУ	51		80			
15	Давление на горелку № 4, кгс/м <sup>2</sup>	Pв4	ПК на БЩУ	54		79			
16	Давление на горелку № 5, кгс/м <sup>2</sup>	Pв5	ПК на БЩУ	53		80			
17	Давление на горелку № 6, кгс/м <sup>2</sup>	Pв6	ПК на БЩУ	52		80			
18	Давление на горелки , среднее	Pв ср.	(Pв1+...+Pвn)/n	53		80			
19	Сопротивл. воздушного тракта (вкл. гор.),кгс/м <sup>2</sup>	А	$\Delta P^A_A$	$P^A_{до в/п} - S^B_T$	121		174		
20		Б	$\Delta P^B_B$	$P^B_{до в/п} - S^B_T$	122		170		
21	Теоретич. объём воздуха, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	V <sub>о</sub>	1,11*Q <sub>р</sub> <sup>H</sup> /1000	9,06		9,06			
22	Расход воздуха на котёл,тыс. м <sup>3</sup> /ч	Q <sub>в</sub>	$\alpha^A_{п/п} * G_r^{P^A} * V_o / 1000$	197,0		226,2			

### ДЫМОВЫЕ ГАЗЫ

1	Температура за п/п 1 ст., нитка А, °С	$t^A_{п/п}$	Щитовой прибор	490		508			
2	Температура за п/п 1 ст., нитка Б, °С	$t^B_{п/п}$	Щитовой прибор	493		519			
3	Температура перед РВП, нитка А, °С	$t^A_{до РВП}$	Щитовой прибор	299		309			
4	Температура перед РВП, нитка Б, °С	$t^B_{до РВП}$	Щитовой прибор	286		315			
	Температура после РВП, нитка А, °С	$t^A_{за РВП}$	Щитовой прибор	134		135			
	Температура после РВП, нитка Б, °С	$t^B_{за РВП}$	Щитовой прибор	149		156			
5	Температура уход. газов , нитка А, °С	$t^A_{ух}$	ПК на БЩУ	137		137			
6	Температура уход. газов , нитка Б, °С	$t^B_{ух}$	ПК на БЩУ	136		140			
7	Темпер. ух. газов привед. к нормат $t^{до}_{РВП}$ и $t_{пв}$ , °С	А	$t^{Апр}_{ух}$	$t_{ух} + (t^{до(н)}_{РВП} - t^{до}_{РВП}) * 0,5 + (t_{пв} - t_{пв}) * 0,15$	138		140		
8		Б	$t^{Бпр}_{ух}$		137		143		
9	Разрежение в топке,слева,кгс/м <sup>2</sup>	S <sup>л</sup> <sub>т</sub>	Щитовой прибор	1,5		2			
10	Разрежение в топке,справа,кгс/м <sup>2</sup>	S <sup>сп</sup> <sub>т</sub>	Щитовой прибор	1,5		2			
11	Разрежение перед ДС-А , кгс/м <sup>2</sup>	S <sup>л</sup> <sub>ДС-А</sub>	Щитовой прибор	150		180			
12	Разрежение перед ДС-Б , кгс/м <sup>2</sup>	S <sup>л</sup> <sub>ДС-Б</sub>	Щитовой прибор	145		170			
13	Сопротивл. газового тракта, кгс/м <sup>2</sup>	А	$\Delta S_A$	$S^l_{ДС-А} - S^B_T$	149		178		
14		Б	$\Delta S_B$	$S^l_{ДС-Б} - S^B_T$	144		168		
15	Содержание RO <sub>2</sub> за п/п , %	RO <sub>2</sub>	TESTO 350	10,6		11,0			
16	Содержание O <sub>2</sub> за п/п , %	O <sub>2</sub>	TESTO 350	2,0		1,2			
17	Содержание СО за п/п , мг/м <sup>3</sup>	СО	TESTO 350	0		0			
18	Содерж. NOx прив. к $\alpha=1,4$ , мг/м <sup>3</sup>	NOx	TESTO 350	335		361			
19	Козэф. изб. воздуха за п/п,слева	$\alpha^l_{п/п}$	по таблице Раввича	1,09		1,06			
20	Козэф. изб. воздуха за п/п,справа	$\alpha^{сп}_{п/п}$	по таблице Раввича	1,09		1,06			
21	Присосы воздуха на участке " за п/п - за ДС "	лев.	$\Delta \alpha^l$	$\alpha^l_{ух} - \alpha^l_{п/п}$	0,51		0,46		
22		прав.	$\Delta \alpha^{сп}$	$\alpha^{сп}_{ух} - \alpha^{сп}_{п/п}$	0,48		0,44		
23	Козэф. изб. воздуха за ДС , лев.	$\alpha^l_{ух}$	TESTO 350	1,60		1,52			
24	Козэф. изб. воздуха за ДС , прав.	$\alpha^{сп}_{ух}$	TESTO 350	1,57		1,50			
25	Присосы в топку, %	$\Delta \alpha_T$	Приложение 2	8,7		7,3			
26	Объём сухих газов, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	V <sub>сг</sub>	$(1,11 * (\alpha_{ух} - 0,104)) * Q_p^{H} * 0,001$	13,42		12,74			



№ пп	Наименование величин	Обоз- наче- ния	Способ определения	Номера опытов						
				1	2	3	4	5	6	
27	Объём водяных паров, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	V <sub>вп</sub>	$12+0,104*1,11+0,016*1,11*\alpha_{пп}*\alpha_{г}$	2,08		2,08				
28	Полный объём газов, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	V <sub>г</sub>	V <sub>сг</sub> +V <sub>вп</sub>	15,50		14,82				
29	Расход уходящих газов, тыс. м <sup>3</sup> /ч	G <sub>ух</sub>	$V_r * G_p^r * (273+t_{ух}) / 273 * 760 / B - P^r_{рвг}$	474,5		535,2				
30	Валовый выброс NOx, г/с	G <sub>NOx</sub>	G <sub>г</sub> <sup>p</sup> *V <sub>сг</sub> *NOx*k	24,9		30,4				

### ПИТАТЕЛЬНАЯ ВОДА

1	Расход, т/час	D <sub>пв</sub>	Щитовой прибор	254		305				
2	Давление, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>пв</sub>	Щитовой прибор	214		204				
3	Температура, °С	t <sub>пв</sub>	Щитовой прибор	231		239				
4	Энтальпия, ккал/кг	i <sub>пв</sub>	По параметрам воды	238,67		247,3				
5	Удельный вес расчетный, кг/м <sup>3</sup>	φ <sub>р</sub>	Паспортные данные	840,6		840,6				
6	Удельный вес фактический, кг/м <sup>3</sup>	φ <sub>ф</sub>	По параметрам воды	842,6		831,4				
7	Истинный расход, т/час	D <sub>пв</sub> <sup>и</sup>	D <sub>пв</sub> / (φ <sub>ф</sub> /φ <sub>р</sub> )	254,3		303,3				

### ПЕРЕГРЕТЫЙ ПАР

1	Расход, т/час	D <sub>пе</sub>	ПК на БЩУ	259		310				
2	Давление, кг/см <sup>2</sup>	P <sub>пе</sub>	Щитовой прибор	129		129				
3	Температура, °С	t <sub>пе</sub>	Щитовой прибор	550		550				
4	Энтальпия перегрет. пара, ккал/кг	i <sub>пе</sub>	По параметрам пара	829,3		829,3				
5	Удельный вес расчетный, кг/м <sup>3</sup>	φ <sub>р</sub>	Паспортные данные	38,27		38,27				
6	Удельный вес фактический, кг/м <sup>3</sup>	φ <sub>ф</sub>	По параметрам пара	36,56		36,56				
7	Истинный расход, т/час	D <sub>пе</sub> <sup>и</sup>	D <sub>пе</sub> / (φ <sub>ф</sub> /φ <sub>р</sub> )	253,1		303,0				
8	Небаланс относит. расхода п.в., т/ч	ΔD	D <sub>пв</sub> -D <sub>пе</sub> -D <sub>н.пр</sub>	-5,7		-8,8				
9	Давление в барабане, кгс/см <sup>2</sup>	P <sub>б</sub>	Щитовой прибор	146		151				
10	Энтальпия насыщ. пара, ккал/кг	i <sub>б</sub>	По параметрам пара	379,6		384,2				
11	Расход непрерывной продувки, т/ч	D <sub>н.пр.</sub>	Щитовой прибор	6,9		9,2				

### ПАРООХЛАДИТЕЛЬ

1	УП регулир. клапана 1 ст., А, %	УП <sub>1А</sub>	Щитовой прибор	40		65				
2	УП регулир. клапана 1 ст., Б, %	УП <sub>1Б</sub>	Щитовой прибор	59		75				
3	УП регулир. клапана 2 ст., А, %	УП <sub>2А</sub>	Щитовой прибор	0		20				
4	УП регулир. клапана 2 ст., Б, %	УП <sub>2Б</sub>	Щитовой прибор	0		40				
5	УП регулир. клапана 3 ст., А, %	УП <sub>3А</sub>	Щитовой прибор	0		0				
6	УП регулир. клапана 3 ст., Б, %	УП <sub>3Б</sub>	Щитовой прибор	0		0				
7	Расход конденсата на 1 ст, А, т/ч	G <sub>1А</sub> <sup>к</sup>	Щитовой прибор	7,3		11,2				
8	Расход конденсата на 1 ст, Б, т/ч	G <sub>1Б</sub> <sup>к</sup>	Щитовой прибор	7,9		10				
9	Расход конденсата на 2 ст, А, т/ч	G <sub>2А</sub> <sup>к</sup>	Щитовой прибор	0		2,2				
10	Расход конденсата на 2 ст, Б, т/ч	G <sub>2Б</sub> <sup>к</sup>	Щитовой прибор	0		7,7				
11	Расход конденсата на 3 ст, А, т/ч	G <sub>3А</sub> <sup>к</sup>	Щитовой прибор	0		0				

№ пп	Наименование величин	Обоз- наче- ния	Способ определения	Номера опытов					
				1	2	3	4	5	6
12	Расход конденсата на 3 ст., Б, т/ч	$G_{3Б}^k$	Щитовой прибор	0		0			
13	Температура до 1 ст., нитка А, °С	$t_{1А}^{до}$	Щитовой прибор	376		380			
14	Температура за 1 ст., нитка А, °С	$t_{1А}^{за}$	Щитовой прибор	352		354			
15	Температура до 2 ст., нитка А, °С	$t_{2А}^{до}$	Щитовой прибор	396		396			
16	Температура за 2 ст., нитка А, °С	$t_{2А}^{за}$	Щитовой прибор	381		377			
17	Температура до 3 ст., нитка А, °С	$t_{3А}^{до}$	Щитовой прибор	527		529			
18	Температура за 3 ст., нитка А, °С	$t_{3А}^{за}$	Щитовой прибор	526		523			
19	Температура до 1 ст., нитка Б, °С	$t_{1Б}^{до}$	Щитовой прибор	373		379			
20	Температура за 1 ст., нитка Б, °С	$t_{1Б}^{за}$	Щитовой прибор	352		356			
21	Температура до 2 ст., нитка Б, °С	$t_{2Б}^{до}$	Щитовой прибор	392		402			
22	Температура за 2 ст., нитка Б, °С	$t_{2Б}^{за}$	Щитовой прибор	388		380			
23	Температура до 3 ст., нитка Б, °С	$t_{3Б}^{до}$	Щитовой прибор	527		524			
24	Температура за 3 ст., нитка Б, °С	$t_{3Б}^{за}$	Щитовой прибор	526		523			

### ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

1	Потери тепла с уходящими газами, %	$g_2$	$[(3,53 \alpha_{ух} + 0,6)(t_{ух} - (\alpha_{ух} \cdot t_{хв} / \alpha_{ух} + 0,18))] \cdot 0,01$	7,20	7,39			
2	Потери тепла с хим. недожогом, %	$g_3$	TESTO-350	0,00	0,00			
3	Потери тепла в окруж. среду, %	$g_5$	Нормативные данные	0,65	0,55			
4	Общие потери тепла	$\Sigma g$	$g_2 + g_3 + g_5$	7,85	7,94			
5	КПД котла брутто, %	$\eta^{бр}$	$100 - \Sigma g$	92,15	92,06			
6	Температ. лит. воды нормативн., °С	$t_{пв}^H$	Нормативные данные	230	230			
7	Температ. хол. возд. нормативн., °С	$t_{хв}^H$	Нормативные данные	30	30			
8	Потери тепла с ух. газами прив., %	$g_2^{пр}$	$g_2 + (t_{хв}^H - t_{пв}^H) \cdot 0,0645 + (t_{пв}^H - t_{пв}^H) \cdot 0,0108$	6,74	6,46			
9	КПД котла брутто приведенный, %	$\eta^{бр пр.}$	$100 - g_2^{пр} - g_3 - g_5$	92,61	92,99			
10	Теплопроизводительность, Гкал/ч	$Q_k$	$D_{пе}^H (i_{пе} - i_{пв}) + D_{н.пр} (i_5 - i_{пв}) \cdot 10^{-3}$	150,5	177,6			

### СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

1	УП направляющ. аппарата ДВ-А, %	$УП_{двА}$	Щитовой прибор	84	70			
2	УП направляющ. аппарата ДВ-Б, %	$УП_{двБ}$	Щитовой прибор	95	65			
3	Нагрузка эл. двигателя ДВ-А, А	$I_{двА}$	Щитовой прибор	21	20			
4	Нагрузка эл. двигателя ДВ-Б, А	$I_{двБ}$	Щитовой прибор	22	34			
5	Скорость вращ. эл. двиг. ДВ-А/Б		Щитовой прибор	111	112			
6	Потребл. мощн. эл. двиг. ДВ-А, кВт	$N_{двА}$	$(k_{тт} \cdot k_{тн} \cdot 3600 \cdot n) / A \cdot \tau_{двА}$	115,7	120,0			
7	Потребл. мощн. эл. двиг. ДВ-Б, кВт	$N_{двБ}$	$(k_{тт} \cdot k_{тн} \cdot 3600 \cdot n) / A \cdot \tau_{двБ}$	129,6	249,2			
8	Коэффициент трансформации тока	ктт	Данные эл. лаб.	30	30			
9	Коэф. трансформации напряжения	ктн	Данные эл. лаб.	60	60			
10	Постоянная счетчика ДВ миг./кВт	A	Паспортные данные	10000	10000			
12	Время 5 мигания счетч. ДВ-А, сек.	$\tau_{двА}$	Показания секундомера	28	27			

№ пп	Наименование величин	Обоз- наче- ния	Способ определения	Номера опытов					
				1	2	3	4	5	6
13	Время 5 мигания счетч.ДВ-Б, сек.	$\tau_{ДВАБ}$	Показания секундомера	25		13			
14	УП направляющ.аппарата ДС-А,%	$УП_{ДСА}$	Щитовой прибор	54		70			
15	УП направляющ.аппарата ДС-Б,%	$УП_{ДСБ}$	Щитовой прибор	29		30			
16	Нагрузка эл.двигателя ДС-А , А	$I_{ДСА}$	Щитовой прибор	35		46			
17	Нагрузка эл.двигателя ДС-Б , А	$I_{ДСБ}$	Щитовой прибор	46		48			
18	Потребл.мощн. эл. двиг. ДС-А,кВт	$N_{ДСА}$	$(k_{тт} * k_{тн} * 3600 * n) / A * \tau_{ДСА}$	259,2		360,0			
19	Потребл.мощн. эл. двиг. ДС-Б,кВт	$N_{ДСБ}$	$(k_{тт} * k_{тн} * 3600 * n) / A * \tau_{ДСБ}$	360,0		360,0			
20	Коэффициент трансформации тока	$k_{тт}$	Данные эл.лаб.	30		30			
21	Коэф.трансформации напряжения	$k_{тн}$	Данные эл.лаб.	60		60			
22	Постоянная счетчика ДС, миг./кВт		Паспортные данные	10000		10000			
24	Время 10 мигания счетч.ДС-А, сек.	$\tau_{ДСА}$	Показания секундомера	25		18			
25	Время 10 мигания счетч.ДС-Б, сек.	$\tau_{ДСБ}$	Показания секундомера	18		18			
26	УП направл. аппарата ВГД-А, %	$УП_{ВГДА}$	Щитовой прибор	0		0			
27	УП направл. аппарата ВГД-Б, %	$УП_{ВГДБ}$	Щитовой прибор	0		20			
28	Нагрузка эл.двигателя ВГД-А , А	$I_{ВГДА}$	Щитовой прибор	0		0			
29	Нагрузка эл.двигателя ВГД-Б, А	$I_{ВГДБ}$	Щитовой прибор	0		49			
30	Потребл.мощн. эл. дв. ВГД-А,кВт	$N_{ВГДА}$	$U_{ВГДА} \cdot I_{ВГДА} \cdot \cos \varphi$	0		0			
31	Потребл.мощн. эл. дв. ВГД-Б,кВт	$N_{ВГДБ}$	$U_{ВГДБ} \cdot I_{ВГДБ} \cdot \cos \varphi$	0		29			
32	Уд.расх. эл.эн. на дутьё,кВтч/Гкал	Эд	$(N_{ДВА} + N_{ДВЕ}) / Q_K$	1,63		2,08			
33	Уд.расх. эл.эн. на тягу,кВтч/Гкал	Эт	$(N_{ДСА} + N_{ДСБ}) / Q_K$	4,11		4,05			
34	Уд.расх. эл.эн.на рец.дым.газ,кВт/Гкал	Эвгд	$(N_{ВГДА} + N_{ВГДБ}) / Q_K$	0,00		0,16			
35	Суммарный расход	кВтч/Гкал	Эд+Эт+Эвгд	5,74		6,29			
36	электроэнегии	кВтч/т.п.	$(N_{ДВ} + N_{ДС} + N_{ДРГ}) / D_{не}$	3,42		3,60			

**ТАБЛИЦА**  
присосов воздуха в газовый тракт к/а № 6 ТЭЦ - 3.

Топливо - природный + попутный газ

Истинная паровая нагрузка 303 т/ч.

№	Место отбора проб дымовых газов	Коэффициент избытка возд.		Присосы %	
		слева	справа	слева	справа
1.	За пароперегревателем	1,06	1,06	} 0	} 0
2.	За в/экономайзером 2 ст.	1,06	1,06		
2.	За в/экономайзером 1 ст.	1,16	1,17	} 10	} 11
4.	До РВП	1,22	1,27		
5.	До ДС	1,52	1,50	} 6	} 10
6.	За ДС	1,52	1,50		
<b>ВСЕГО:</b>				<b>46</b>	<b>44</b>

1. Присосы воздуха , приведенные к номинальной нагрузке , в

газовый тракт топка - выход из п/п: 7 %

газовый тракт от выхода из п/п слева 45 %  
до выхода из ДС: справа 43 %

2. Присосы в газовый тракт, приведенные к Дк=320 т/ч,  
превышают норму ПТЭ:

топка - выход из п/п на: 2 %

от выхода из п/п до выхода из ДС: слева на 20 %  
справа на 18 %

ТЭЦ-3

Котлоагрегат типа БКЗ-320-140 ГМ ст.№6

### ВЕДОМОСТЬ техничко - экономических показателей

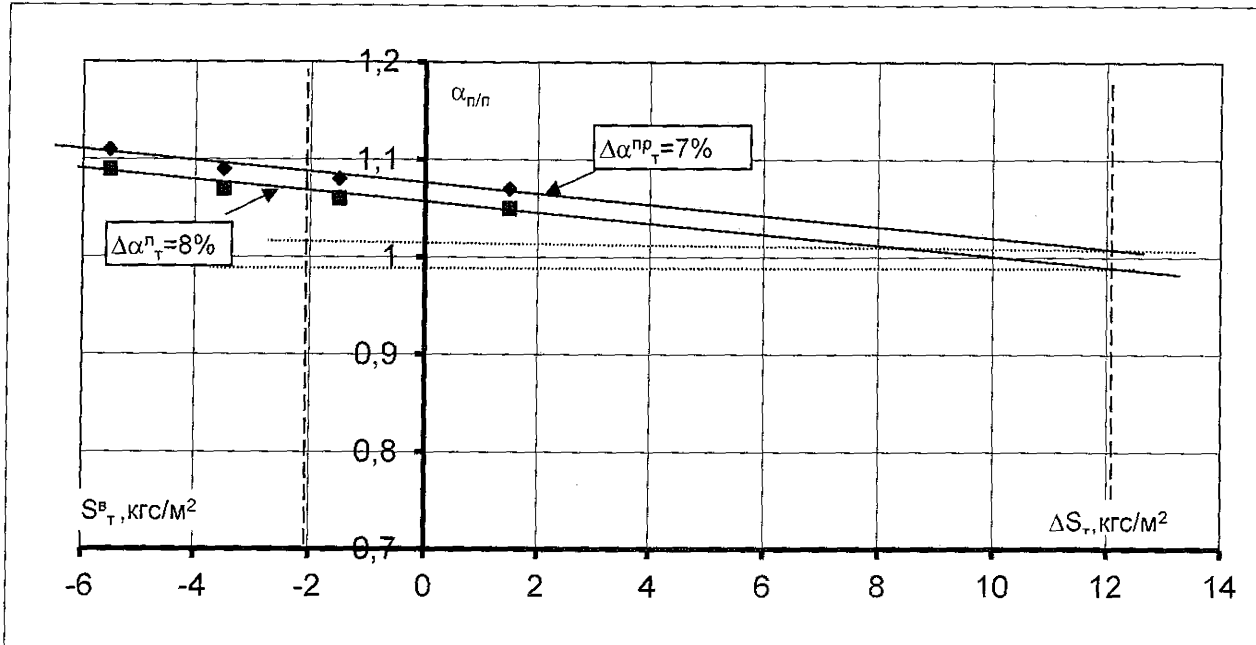
№ п/п	Показатель	Размер- ность	Данные испытаний			Данные норма- тивных харак- теристик
			до ремон- та	после ремонта		
				преды- щего с.р.	прошед- шего к.р.	
1	Дата испытаний		10.03.11 г.	28.12.06 г.	08.09.11 г.	
2	Вид топлива		газ природн. + попутный	газ природн. + попутный		газ природный
3	Истинная паропроизводительность	т/ч	248	245	253	251
4	Тепловая нагрузка	Гкал/ч	150	145	150	150
5	Давление перегретого пара	кгс/см <sup>2</sup>	127	128	129	135
6	Температура перегретого пара	°С	550	550	550	555
7	Температура питательной воды	°С	221	234	231	230
8	Температура холодного воздуха	°С	-1	14	23	30
9	Температура воздуха за калориф.	°С	5	17	31	33
10	Температура воздуха за РВП	°С	197	192	252	
11	Температура уходящих газов	°С	179	172	137	174
12	приведенная к нормат $t_{\text{РВП}}^{\text{до}}$ и $t_{\text{пв}}$ , °С					
13	Кoeff. избытка воздуха за п/п		1,13	1,11	1,09	1,11
14	Кoeff. избытка воздуха за ДС		1,70	1,52	1,585	1,49
15	Присосы воздуха на уч-ке "п/п-ДС"	%	57	41	49,5	38
16	Присосы в топку (320 т/ч)	%	17	16	7	
17	Потери тепла с ух. газами, привед.	%	9,14	7,99	6,74	8,45
18	Потери тепла с хим. недожогом	%	0,00	0	0,00	0
19	К.П.Д. котла брутто, приведенный	%	90,21	91,31	92,61	90,9
20	Общее сопрот. воздушн. тракта	кгс/м <sup>2</sup>	96	104	121	
21	Общее сопрот. газового тракта	кгс/м <sup>2</sup>	136	117	146	
22	Уд. расх. эл. эн. на тягу и дутьё	кВтч/Гкал	5,77	5,40	5,74	7,39
23	Удельн. расход эл. эн. на рец. д.г.	кВтч/Гкал	0,00	0,00	0,00	
24	Суммарный уд. расход эл. эн.	кВтч/Гкал	5,77	5,40	5,74	7,39

Присосы воздуха в топку котла БКЗ-320-140 ГМ ст.№6 ТЭЦ-3  
после капитального ремонта.

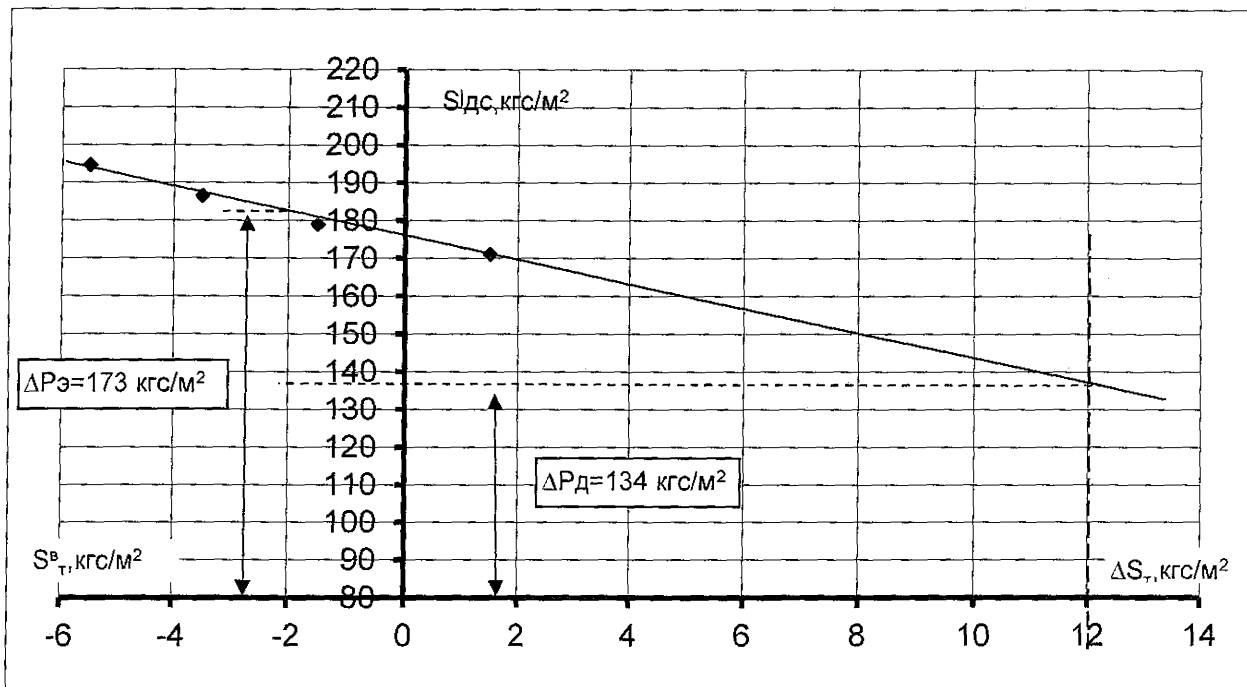
Топливо - природный + попутный газ.

$$D_{\text{ле}}^{\text{н}}=303 \text{ т/ч} \quad S_{\text{т}}^{\text{в}}= - 2 \text{ кгс/м}^2 \quad S_{\text{т}}^{\text{н}}= - 14 \text{ кгс/м}^2 \quad \Delta S_{\text{т}}^{\text{н}}= 12 \text{ кгс/м}^2$$

1 способ:  $\Delta\alpha_{\text{т}}^{\text{лев}}= 8 \%$   $\Delta\alpha_{\text{т}}^{\text{пр}}= 7 \%$   $\Delta\alpha_{\text{т}}^{\text{сп}}= 7,5 \%$



2 способ:  $\Delta\alpha_{\text{т}} = \alpha_{\text{пн}}/2 * (1 - \sqrt{\Delta P_{\text{д}}/\Delta P_{\text{э}}}) = 1,07/2 * (1 - \sqrt{137/183}) = 7\%$



Среднее значение топочных присосов по 1 и 2 способу - 7,25%.

**Топочные присосы приведенные к Дк=320 т/ч - 7%.**

## Температура металла по тракту пароперегревателя.

Д <sub>к</sub> , т/ч	Нитка А										
	Вход во 2 ст. до ширм			Средние ширмы					Вход во 3 ст. после ширм		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
259	374	387	389	434	434	462	440	467	493	492	495
310	375	388	390	429	428	458	434	467	491	487	482

Д <sub>к</sub> , т/ч	Нитка Б										
	Вход во 2 ст. до ширм			Средние ширмы					Вход во 3 ст. после ширм		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
259	388	389	390	455	465	443	448	438	496	486	493
310	390	391	394	442	455	433	440	430	488	480	486

Д <sub>к</sub> , т/ч	Выход с 3 ст.						Выход с 4 ст.					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
259	523	525	529	527	521	524	544	545	547	545	546	547
310	521	522	528	524	519	522	546	544	545	545	547	546