МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

СОЮЗТЕХЭНЕРГО

МОСКВА 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главтехуправления
В.ГОРИН
6 июля 1977 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА
1978

УДК 621.165

Настоящая Типовая энергетическая характеристика разработана Средазтехэнерго
(инженеры Г.В.РУПАКОВ, С.В.РЫБАЧКОВ)

Ответственный редактор М.Г.Полоновская
Технический редактор Е.И.Сапожникова
Корректор Л.Ф.Петрухина

Л 79432	Подписано к печати 3/III 1978 г.	Формат 60x84 1/8
Печ.л. 3,0 (усл.печ.л. 2,8)	Уч.-изд.л. 1,9	Тираж 1500 экз.
Заказ № 99/78	Издат. № 220/77	Цена 29 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
109432,Москва,Ж-432,2-й Кожуховский проезд,д.29,корп.6

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292,Москва,В-292,ул.Ивана Бабушкина,д.23,корп.2

Даты:	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕТТО ТУРБОАГРЕГАТА	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ
изготовления ...		
установки ...		
характеристики...		

УСЛОВИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

1. Параметры и тепловая схема - график Т-2
2. Напор циркуляционных насосов 15 м вод.ст.

Мощность на выводах генератора, МВт	30	40	50	60	70	75,14	80	90	100	110
Мощность, затрачиваемая на собственные нужды турбоагрегата, МВт	1,124	1,13	1,14	1,147	1,155	1,16	1,17	1,19	1,215	1,235
В том числе на циркуляционные насосы, МВт	0,945									
Расход тепла на выработку электроэнергии, Гкал/ч	77,55	96,80	116,05	135,30	154,55	164,44	174,58	195,44	216,30	237,16
Мощность нетто турбоагрегата, МВт	28,876	38,87	48,86	58,853	68,845	73,98	78,83	88,81	98,785	108,765
Расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	0,43									
Расход тепла на выработку электроэнергии, включая расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	77,98	97,23	116,48	135,73	154,98	164,87	175,01	195,87	216,73	237,59
Уравнение расхода тепла по мощности нетто	$Q_э' = 22,35 + 1,9265\, N_т^н + 0,164\, (N_т^н - 73,98)$									

ПОПРАВКИ (%) К ПОЛНОМУ И УДЕЛЬНОМУ РАСХОДАМ ТЕПЛА НЕТТО НА ИЗМЕНЕНИЕ НАПОРА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ НАСОСОВ

Напор насосов, м вод.ст.	Мощность нетто, МВт								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
5	-1,51	-1,22	-1,02	-0,88	-0,77	-0,74	-0,66	-0,60	-0,55
10	-0,76	-0,61	-0,51	-0,44	-0,39	-0,37	-0,33	-0,30	-0,28
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	+0,76	+0,61	+0,51	+0,44	+0,39	+0,37	+0,33	+0,30	+0,28
25	+1,51	+1,22	+1,02	+0,88	+0,77	+0,74	+0,66	+0,60	+0,55

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА. СВОДКА НОРМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ								Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ
Наименование норм		Типовой график	По расходу пара			По расходу тепла		
			Единица измерения	До излома	После излома	Единица измерения	До излома	После излома
I. Характеристика при постоянном давлении (вакууме) в конденсаторе		Т-2						
1. Часовой расход холостого хода (условный)			т/ч	15,6	-	Гкал/ч	19,80	-
2. Дополнительный удельный расход (прирост)			т/(МВт·ч)	3,385	3,771	Гкал/(МВт·ч)	1,925	2,086
3. Излом характеристики			т/ч	270,0		Гкал/ч	164,44	
			МВт	75,14		МВт	75,14	
4. Условия характеристики: а) Давление свежего пара и по ступеням		Т-4а, Т-4б	кгс/см^2	90		кгс/см^2	90	
б) Температура свежего пара			^{0}С	535		^{0}С	535	
в) Давление отработавшего пара в конденсаторе			кгс/см^2	0,035		кгс/см^2	0,035	
г) Температура питательной воды и конденсата		Т-5						
д) Расход питательной воды				$G_{п.в} = D_0$			$G_{п.в} = D_0$	
II. Характеристика при постоянном расходе и температуре охлаждающей воды (для конденсатора типа 100-КЦС-4ЛМЗ; W = 16000 м^3/ч; $t_1^в$ = 10 ^{0}С) и параметрах п.4,а,б,г,д		Т-1						
1. Часовой расход холостого хода (условный)			т/ч	7,79	-	Гкал/ч	15,2	-
2. Дополнительный удельный расход (прирост)			т/(МВт·ч)	3,465	3,854	Гкал/(МВт·ч)	1,971	2,131
3. Излом характеристики			т/ч	270		Гкал/ч	164,44	
			МВт	75,66		МВт	75,66	
4. Давление отработавшего пара в конденсаторе		Т-7а						
III. Поправки к расходу пара и тепла на отклонение параметров от номинальных значений								
а) Давления свежего пара	Увеличение		%	График Т-9б, п.а		%	График Т-9а, п.а	
	Уменьшение							
б) Температуры свежего пара	Увеличение		%	График Т-9б, п.б		%	График Т-9а, п.б	
	Уменьшение							
в) Расхода питательной воды	Увеличение		%	График Т-9б, п.з		%	График Т-9а, п.з	
	Уменьшение							
г) На недогрев основного конденсата и питательной воды			%	График Т-9б, п.д,е		%	График Т-9а, п.д,е	
д) На изменение давления в конденсаторе			%	График Т-9б, п.в		%	График Т-9а, п.в	
е) На изменение температуры охлаждающей воды			%	График Т-9б, п.г		%	График Т-9а, п.г	

Даты: изготовления... установки ... характеристики	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

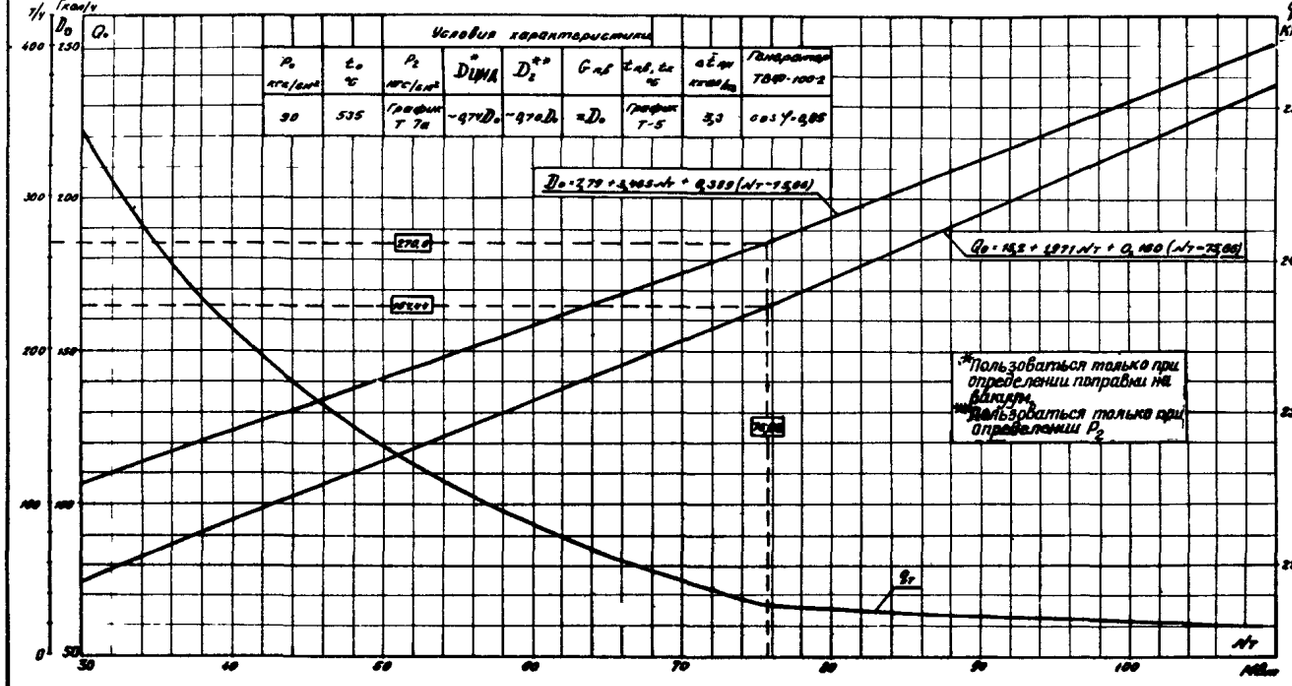
Основные заводские данные турбоагрегата

$N_T^{ном}$ МВт	$N_T^{макс}$ МВт	$D_0^{ном}$ т/ч	$D_0^{макс}$ т/ч	P_0 кгс/см^2	t_0 °С	$t_1^в$ °С	W м^3/ч	Поверхность конденсатора F, м^2
100	110	363	400	90	535	10	16000	2x3000

Сравнение результатов испытаний
с гарантийными данными
(при номинальных значениях $P_0, t_0, t_1^в, W, F$)

Показатель		Нагрузка, МВт			
		110	100	80	60
Расход свежего пара D_0, т/ч	По гарантиям	400	363	284	212
	По испытаниям	402,3	363,8	286,7	215,7
Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	По гарантиям	227	222	209	193
	По испытаниям	233	229,4	219,4	205
Удельный расход пара d, кг/(кВт·ч)	По гарантиям	3,636	3,630	3,550	3,533
	По испытаниям	3,657	3,638	3,584	3,595
Удельный расход тепла брутто на выработку электроэнергии $q_т$, ккал/(кВт·ч)	По гарантиям	2170	2170	2190	2255
	По испытаниям	2159	2162	2170	2224
Отклонение удельного расхода тепла от гарантийного $\alpha_{q_т}$, %		-0,51	-0,37	-0,91	-1,37
		Среднее -0,79			

Т 1	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Расход пара и тепла при W=16000 м³/ч и t_1^0 = 10 °С	Тип К-100 90-6 (ВК 100 6) ЛМЗ

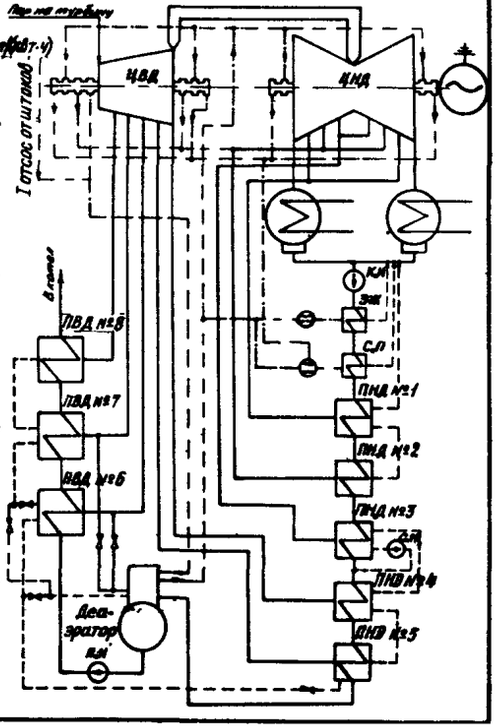


Условия характеристики

P_0 кгс/см²	t_0 °С	P_2 кгс/см²	$D_{ЦНД}$*	D_2**	$G_{пв}$	$t_{пв}$, $t_к$ °С	$\Delta\bar{t}_{пр}$ ккал/кг	Генератор ТВФ-100-2
90	535	График Т 7а	~0,74 D_0	~0,70 D_0	= D_0	График Т-5	5,3	cos φ = 0,85

*Пользоваться только при определении поправки на вакуум.
**Пользоваться только при определении P_2

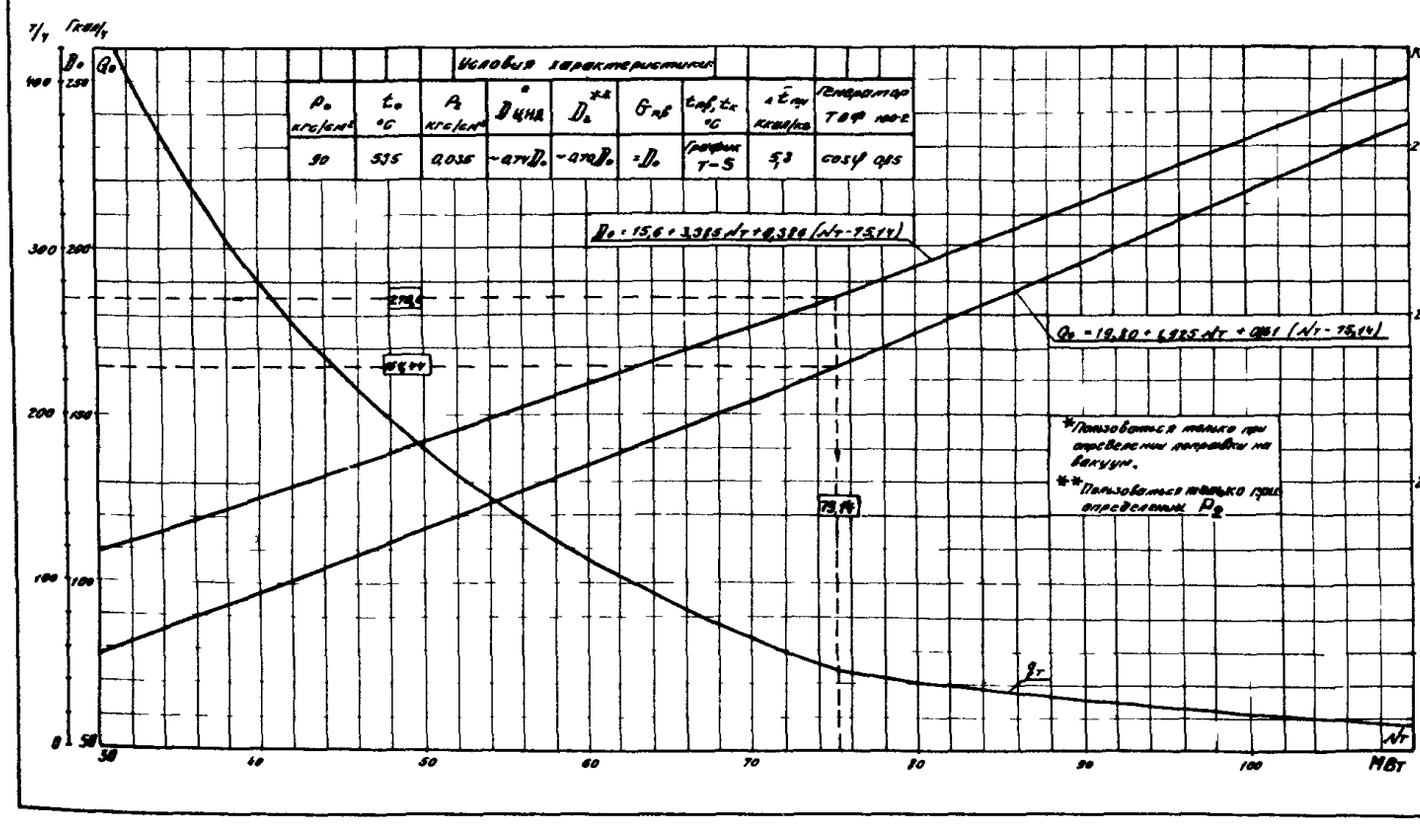
Принципиальная тепловая схема



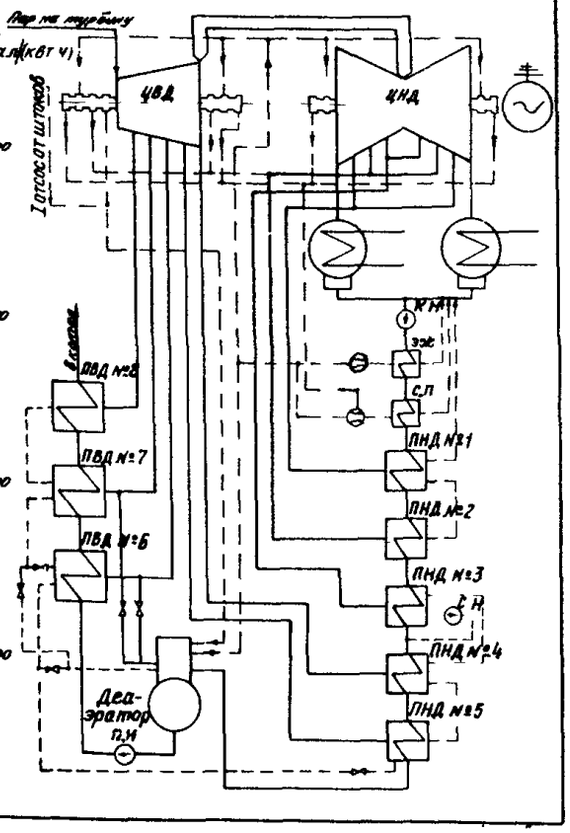
Т 2

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара и тепла при $P_2 = 0{,}035$ кгс/см²

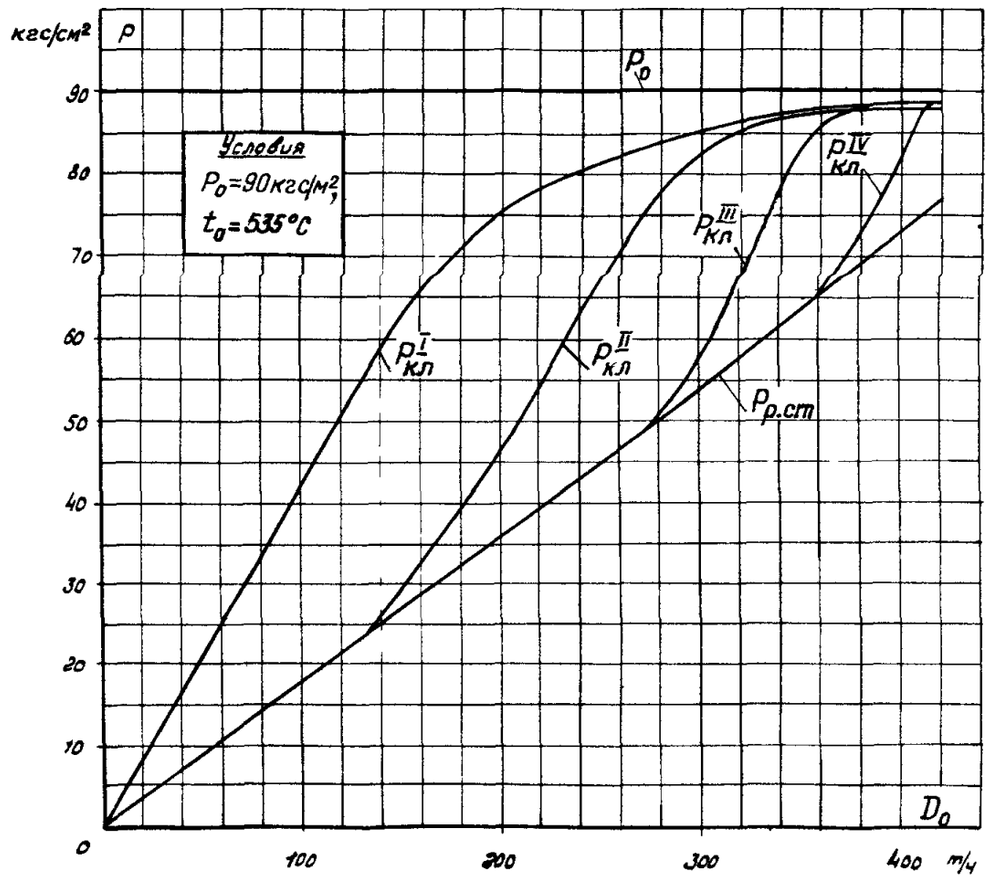
Тип К 100 90-6 (ВК 100-6) ЛМЗ



Принципиальная тепловая схема



Т-3	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Диаграмма пораспределения ЦВД	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

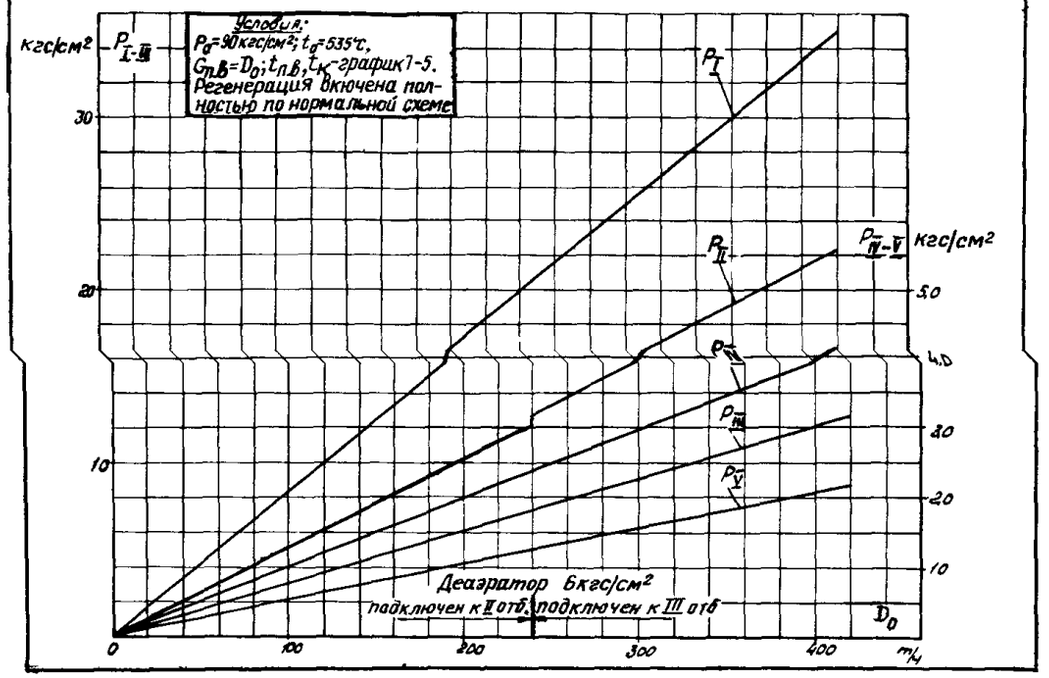


Т-4а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата

Давление пара в камерах отборов

Тип К-100-90-6 /ВК-100-6/ ЛМЗ

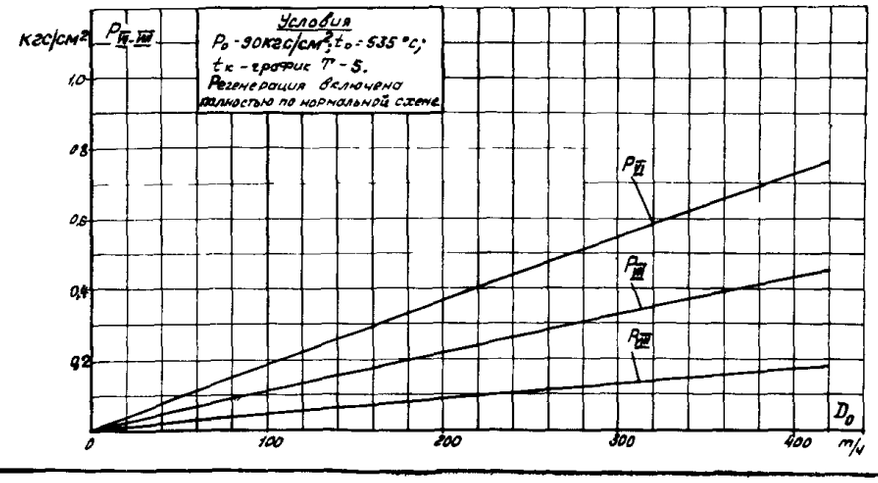


Т-4б

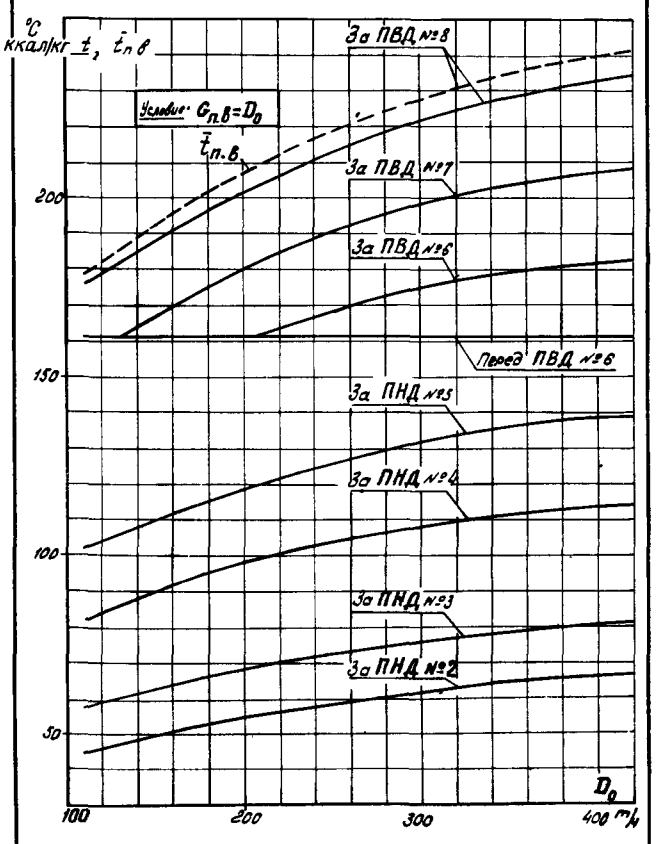
Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата

Давление пара в камерах отборов

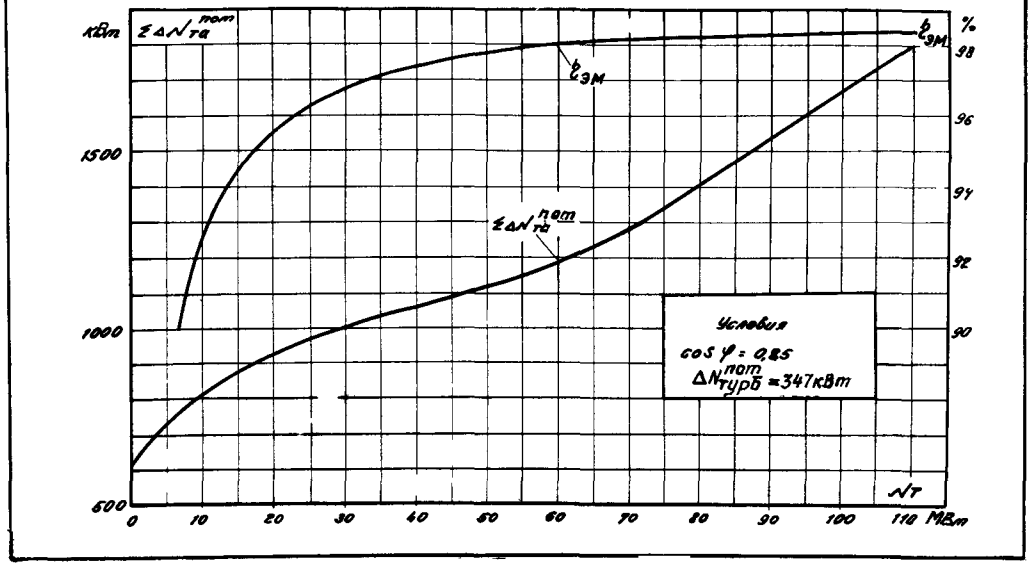
Тип К-100-90-6 /ВК-100-6/ ЛМЗ



Т-5 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Температура конденсата и питательной воды | Тип К-100-90-8 (ВК-100-6) ЛМЗ



Т 6 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Потери мощности и электромеханический КПД турбоагрегата | Тип К 100 90-6 (ВК 100 6) ЛМЗ



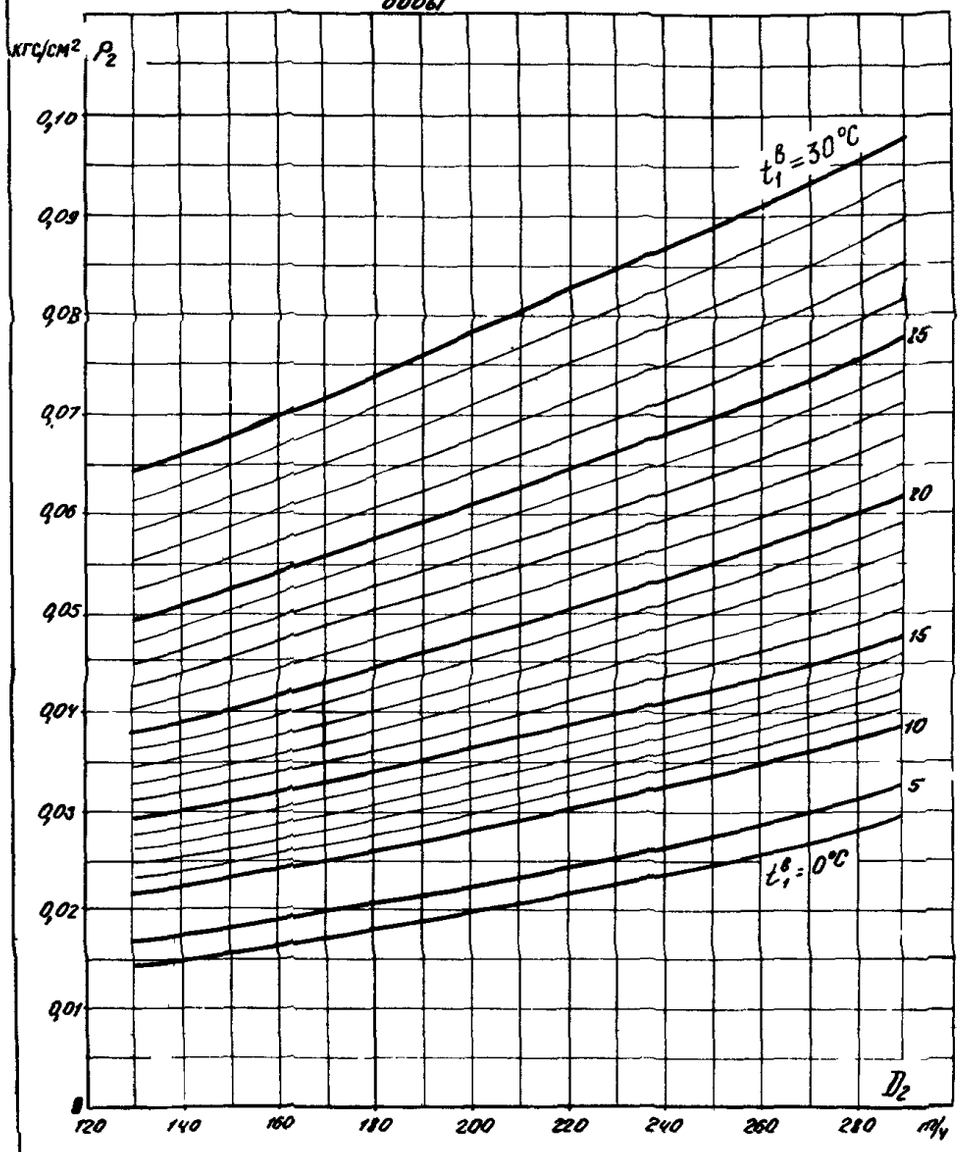
Т-7а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата

Характеристика конденсатора 100КЦС-4 ЛМЗ. W = 16000 м³/ч

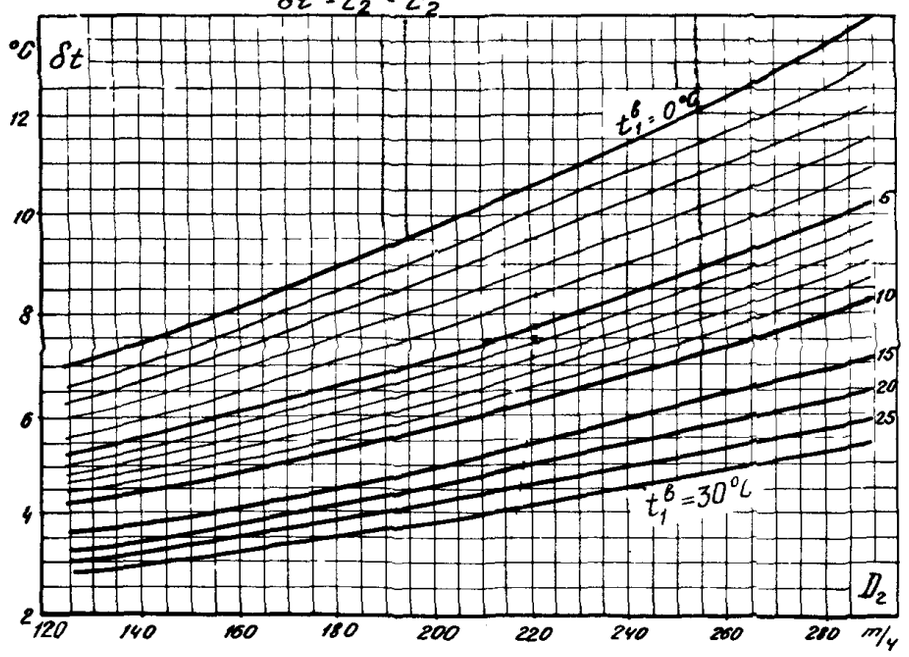
Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

Абсолютное давление в конденсаторе в зависимости от расхода отработавшего пара и температуры охлаждающей воды

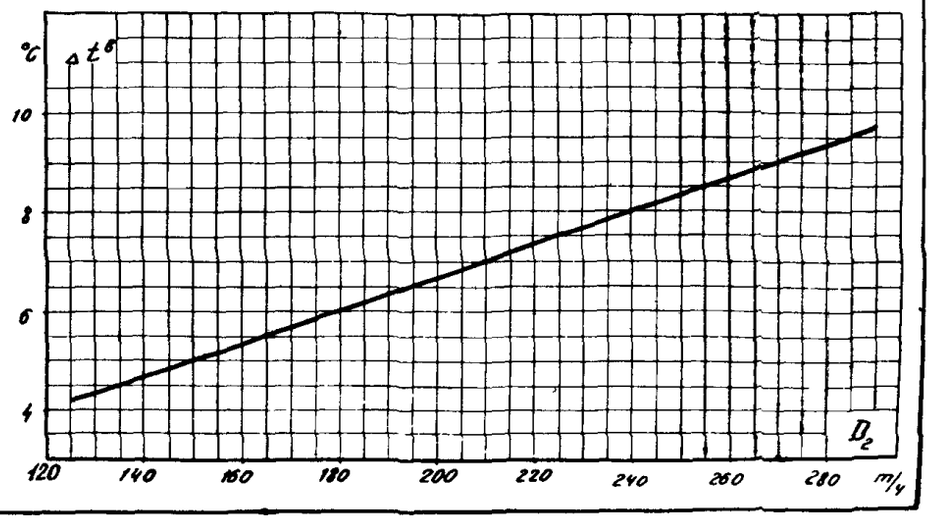


Температурный напор

$\delta t = t_2'' - t_2^в$

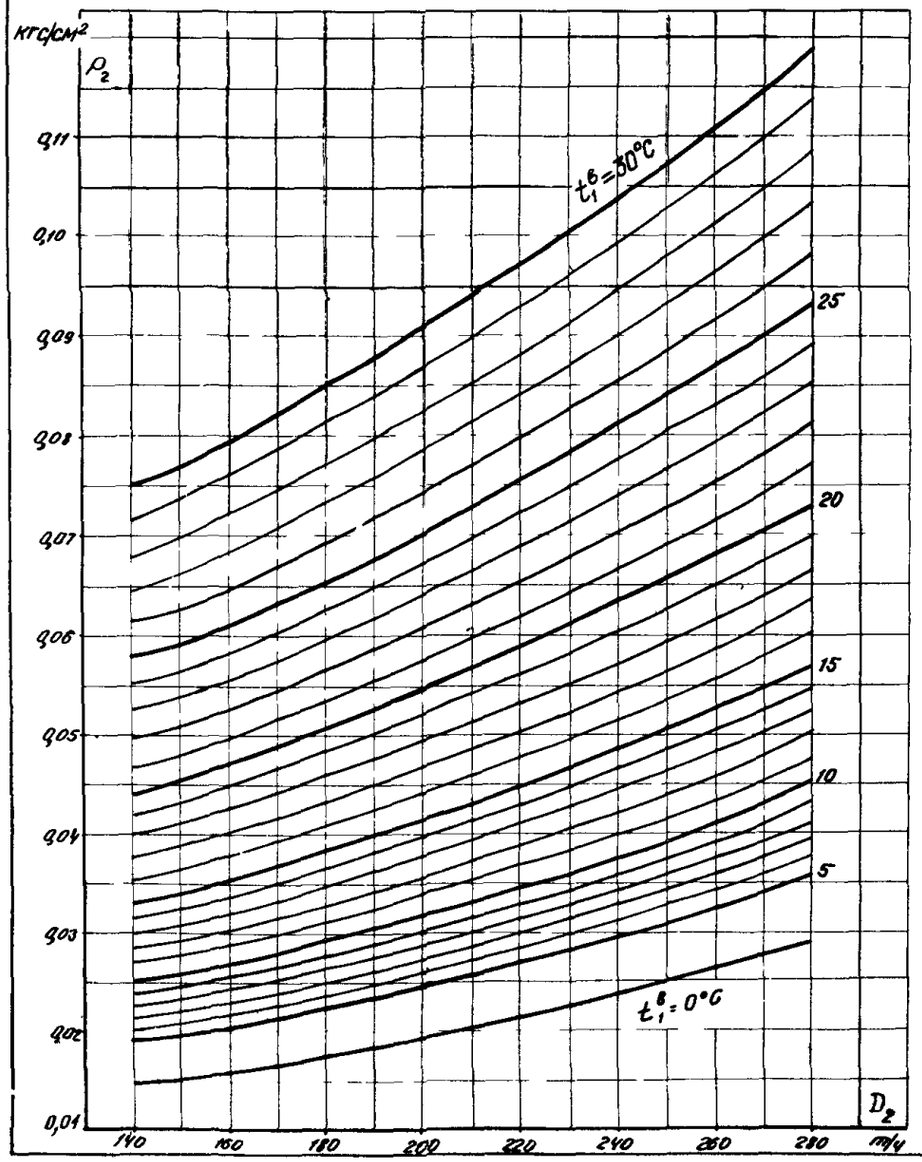


Нагрев воды в конденсаторе



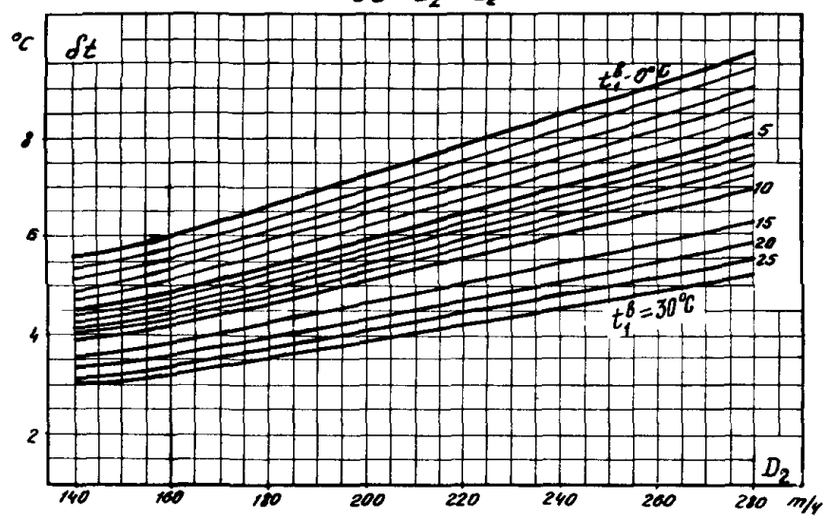
Т 7б	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Характеристика конденсатора 100-КЦС-4 ЛМЗ W=11200 м³/ч	Тип К-100 90-6 (ВК-100 6) ЛМЗ

Абсолютное давление в конденсаторе в зависимости от расхода отработавшего пара и температуры охлаждающей воды

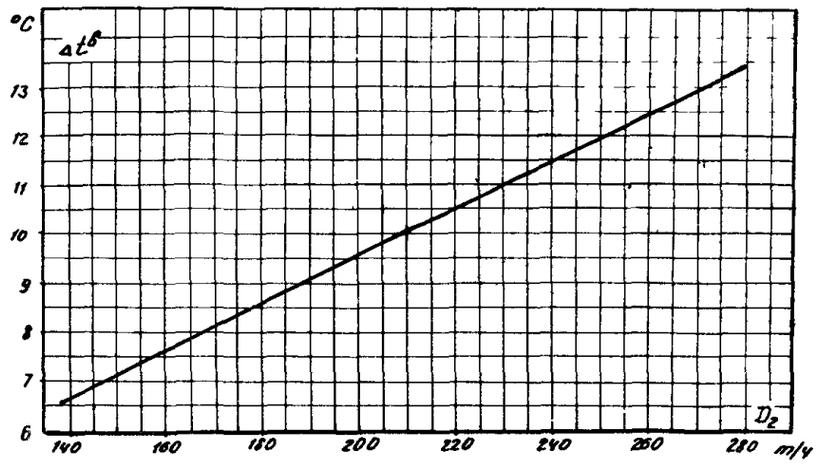


Температурный напор

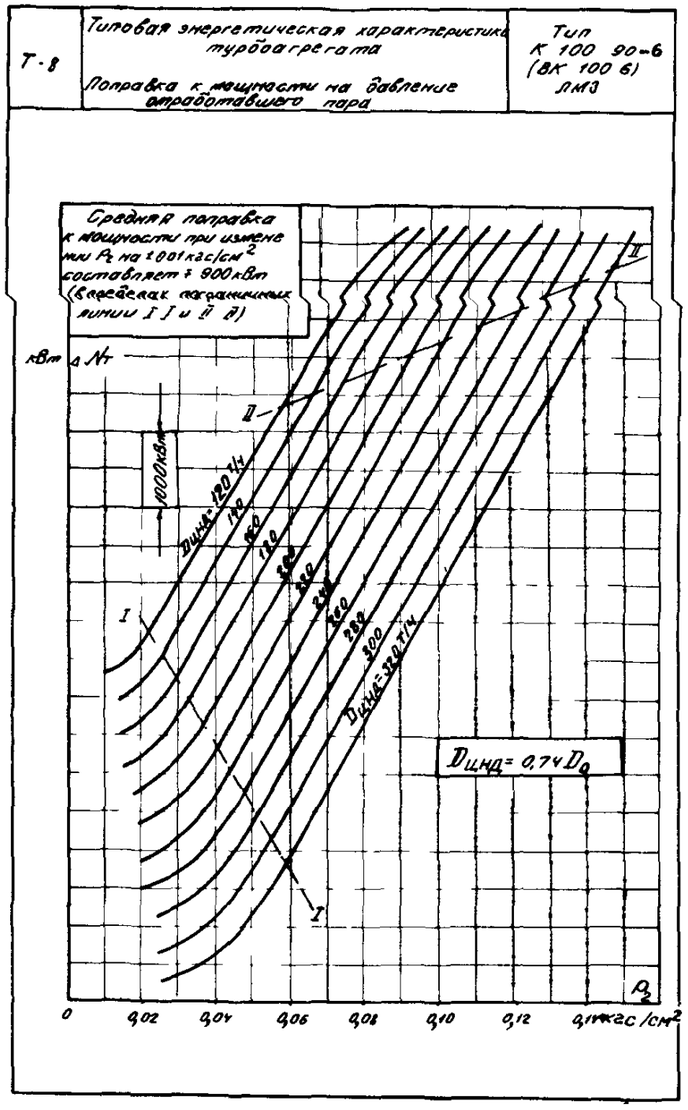
$\delta t = t_2'' - t_2^в$



Нагрев воды в конденсаторе

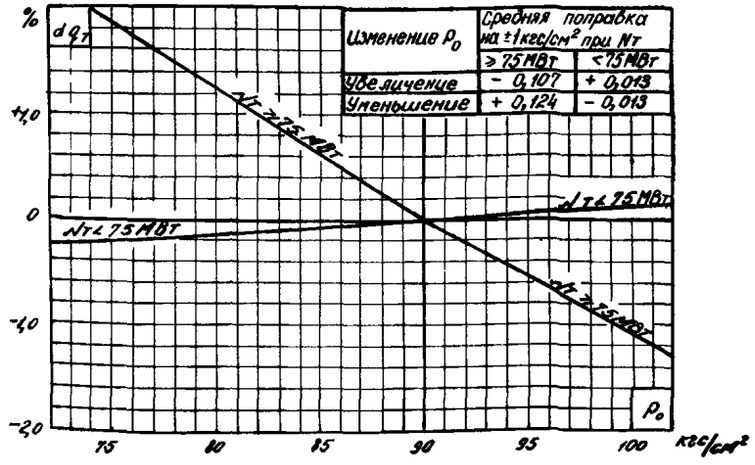


Т-8	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправка к мощности на давление отработавшего пара	Тип К 100 90-6 (ВК 100 6) ЛМЗ



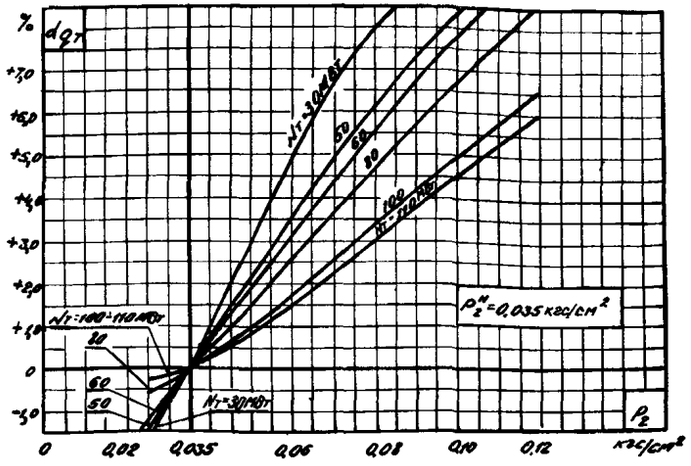
Т-9а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-100-90 б (ВК-100-6) ЛМЗ

а) На отклонение давления свежего пара от номинального

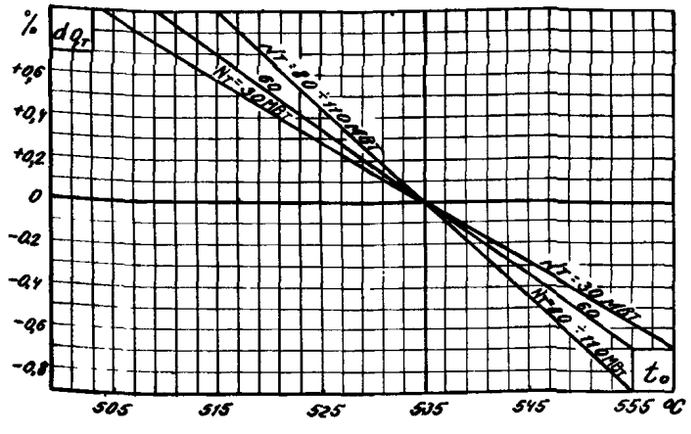


Изменение P_0	Средняя поправка на ±1 кгс/см² при Nт	
	≥ 75 МВт	< 75 МВт
Увеличение	− 0,107	+ 0,013
Уменьшение	+ 0,124	− 0,013

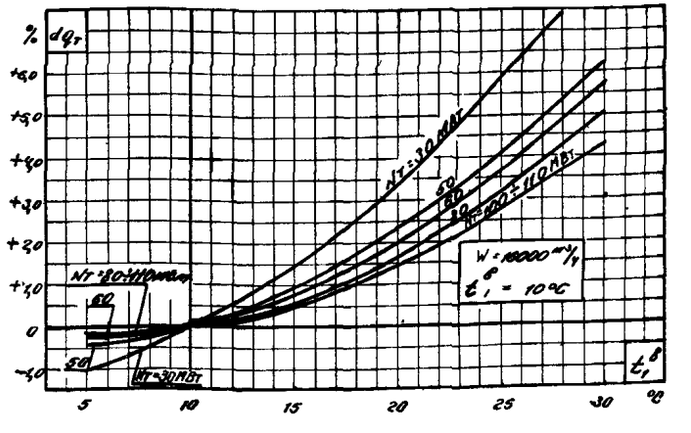
в) На отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального



б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной

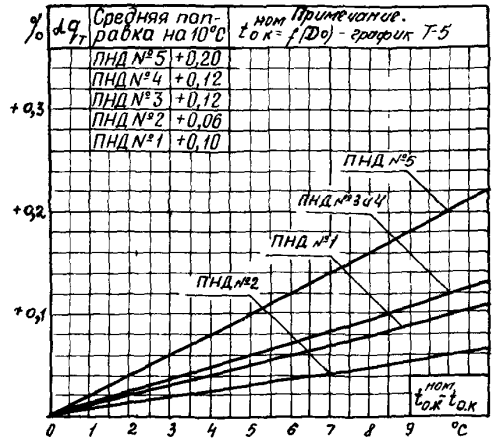


г) На отклонение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор турбины от номинальной

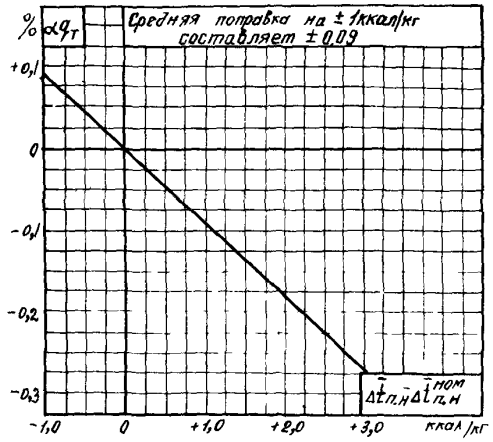


Т-9а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

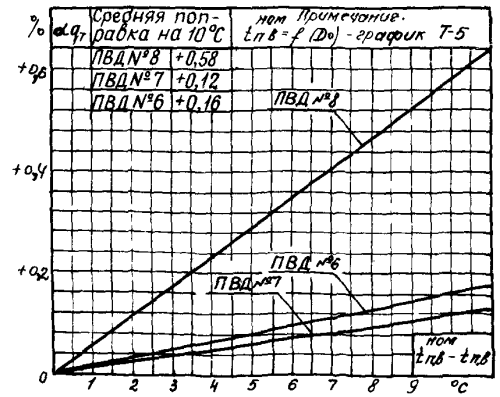
д) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



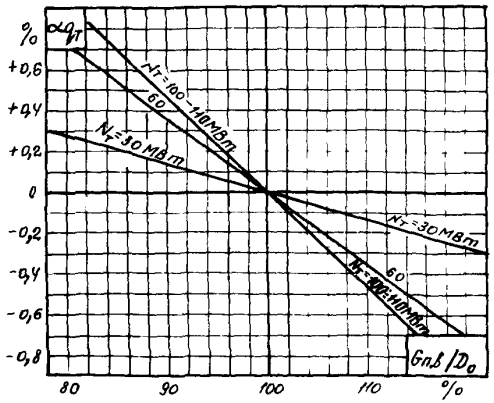
ж) На изменение нагрева воды в питательном насосе



е) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления

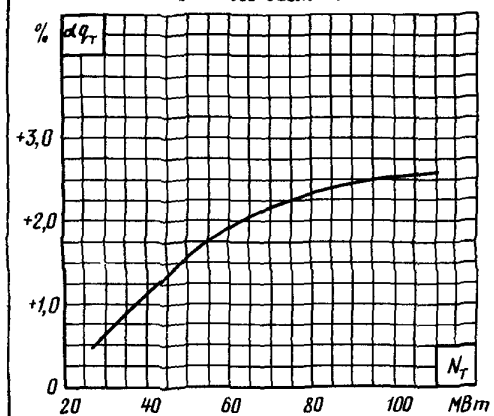


з) На отклонение расхода питательной воды от расхода свежего пара

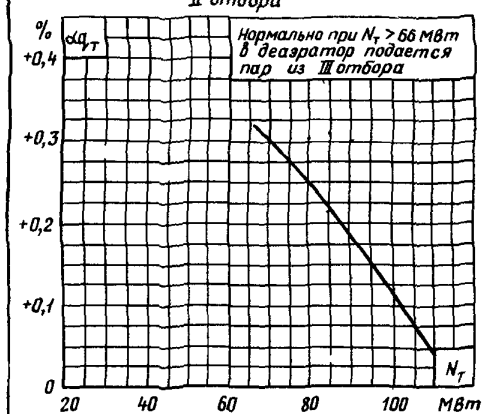


Т-9а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

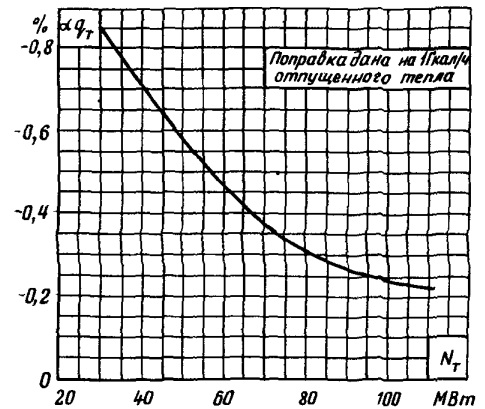
и) На отключение группы подогревателей высокого давления



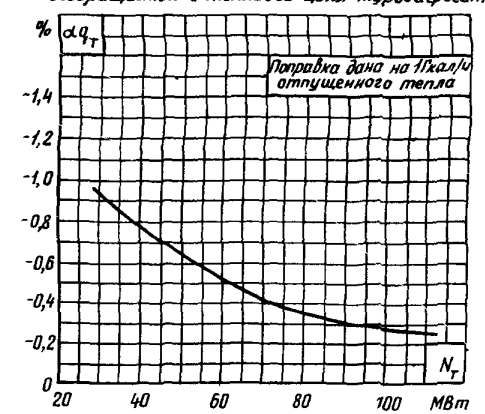
к) На подачу пара в деаэратор из II отбора



л) На отпуск тепла из IV отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



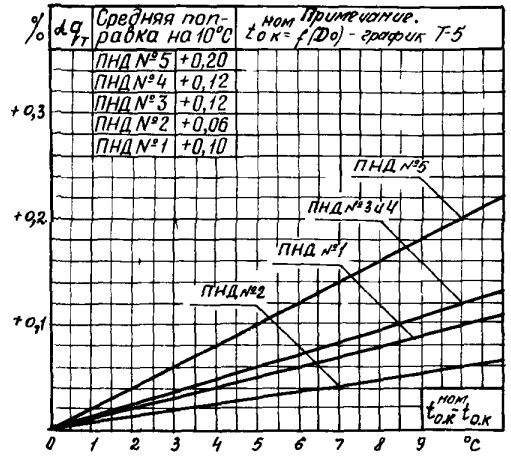
м) На отпуск тепла из V отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



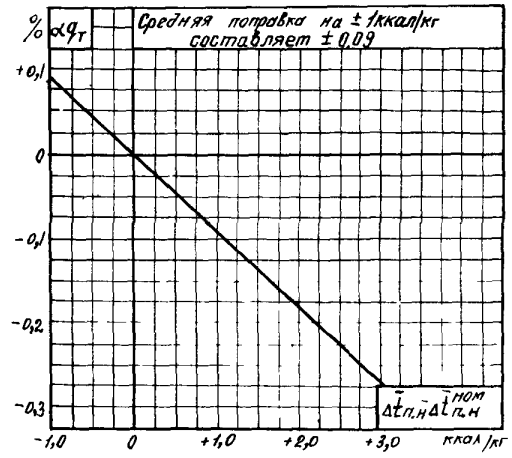
Примечание Пункты л и м – поправки к удельному расходу тепла.

Т-9а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

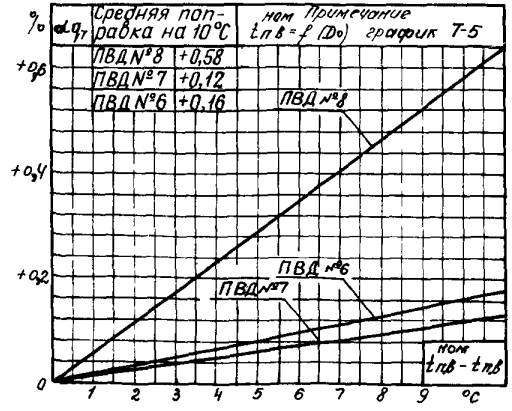
д) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



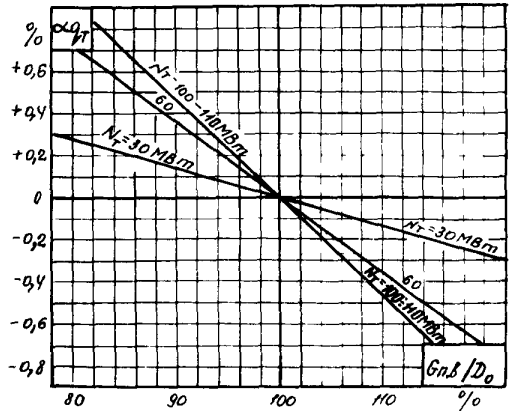
ж) На изменение нагрева воды в питательном насосе



е) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления

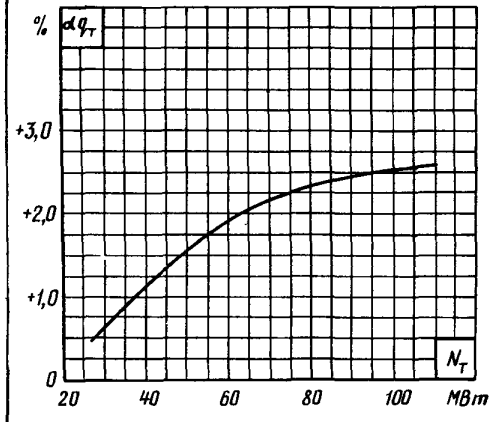


з) На отклонение расхода питательной воды от расхода свежего пара

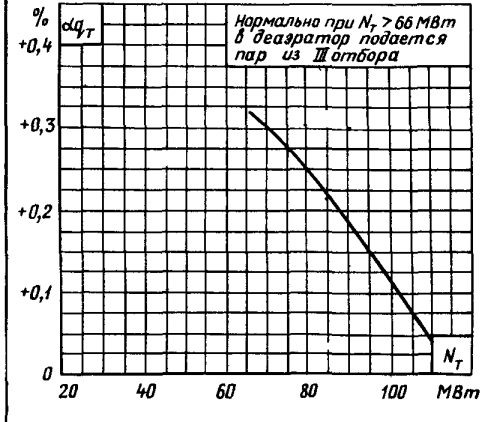


Т-9а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-I00-90-6 (ВК-I00-6) ЛМЗ

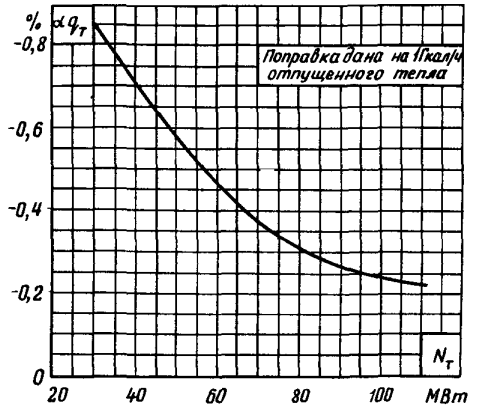
и) На отключение группы подогревателей высокого давления



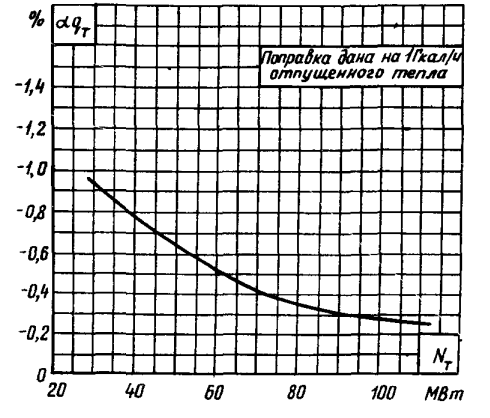
к) На подачу пара в деаэратор из II отбора



л) На отпуск тепла из IV отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



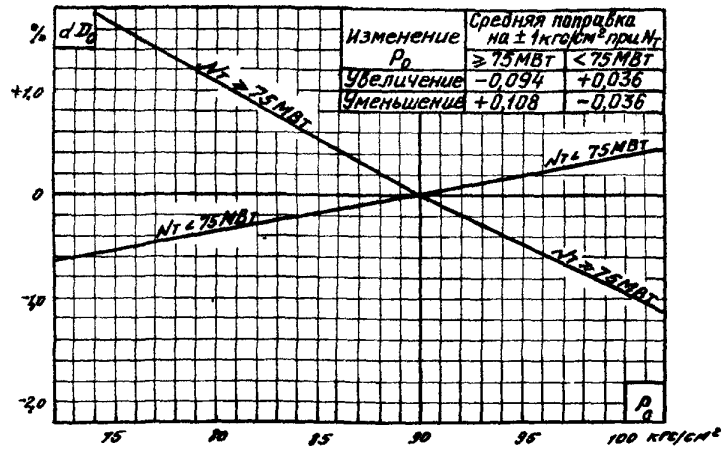
м) На отпуск тепла из V отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



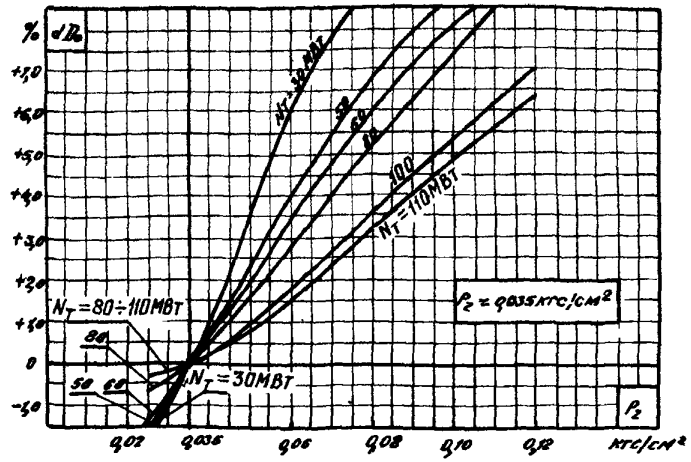
Примечание Пункты л и м - поправки к удельному расходу тепла.

Т-96	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

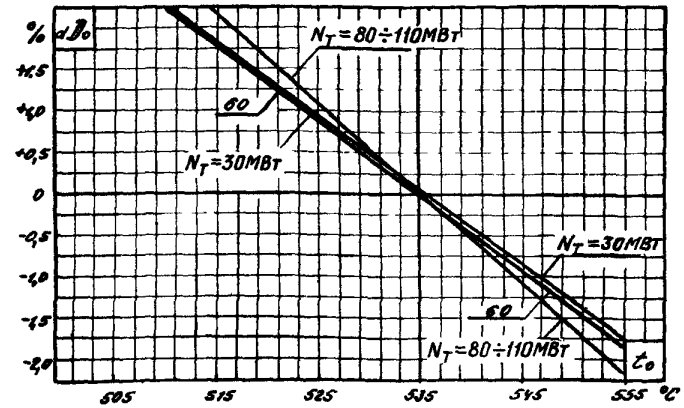
а) На отклонение давления свежего пара от номинального



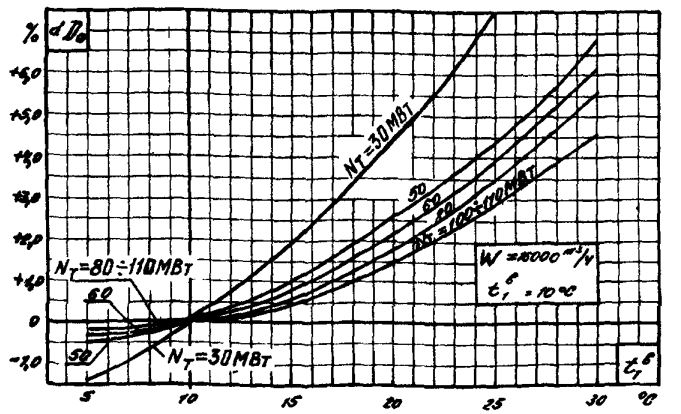
в) На отклонение давления отработавшего пара в конденсатор турбины от номинального



б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной

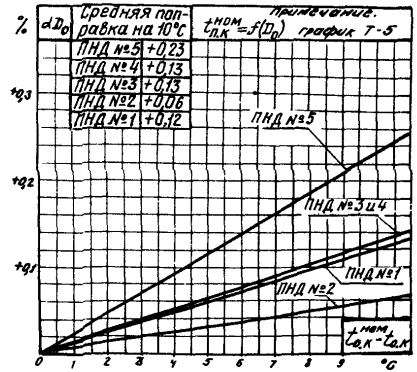


в) На отклонение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор турбины от номинальной

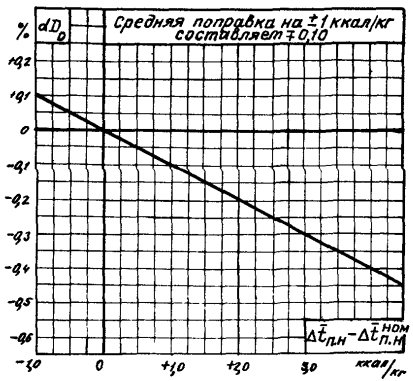


Т-95	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-100-90-6 (ВК-100-6) ЛМЗ

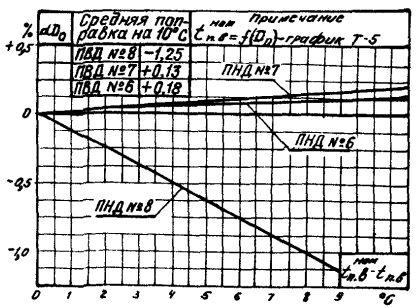
д) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



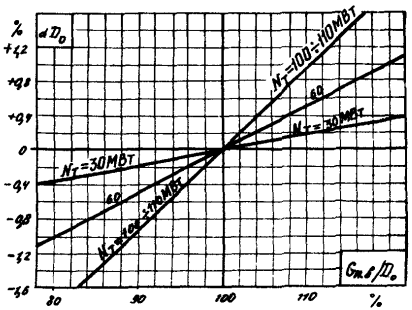
ж) На изменение нагрева воды в питательном насосе



е) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления

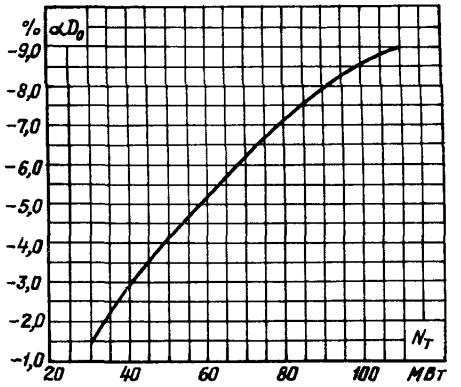


з) На отклонение расхода питательной воды от расхода свежего пара

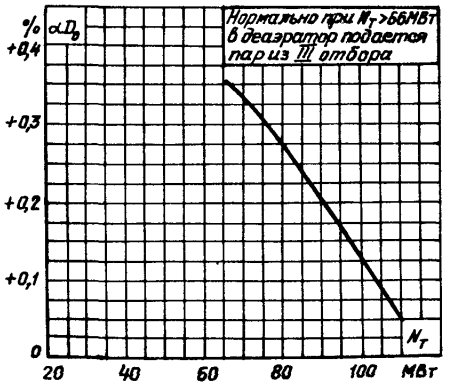


Т-96	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-I00-90-С (ВК-I00-6) ЛМЗ

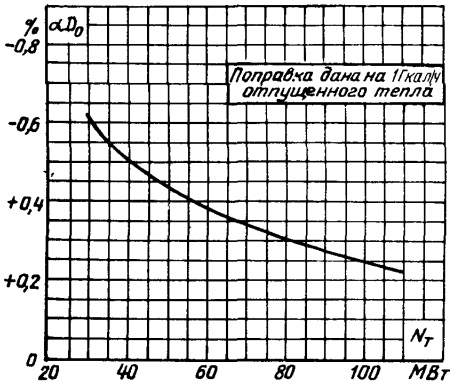
и) На отключение группы подогревателей высокого давления



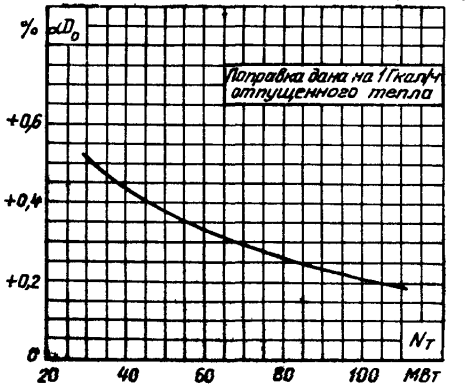
к) На подачу пара в деаэратор из II отбора



л) На отпуск тепла из IV отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



м) На отпуск тепла из V отбора сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



ПРИЛОЖЕНИЕ

I. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата К-100-90-6(ВК-100-6) ЛМЗ получена путем обобщения результатов тепловых испытаний турбины № I Прибалтийской ГРЭС и турбины № 5 Добротворской ГРЭС.

Характеристика распространяется на все турбины данного типа*. Характеристика отражает среднюю экономичность прошедшего капитальный ремонт турбоагрегата, работающего по расчетной тепловой схеме при следующих условиях (принятых в качестве номинальных):

- давление свежего пара перед стопорным клапаном турбины - 90 кгс/см^2 **;

- температура свежего пара перед стопорным клапаном турбины - 535^{0}С;

- давление отработавшего пара: для характеристики при постоянном давлении пара в конденсаторе 0,035 кгс/см^2 - график Т-2, для характеристики при постоянных расходе и температуре охлаждающей воды - график Т-I в соответствии с характеристикой конденсатора I00-КЦС-4 ЛМЗ при W = I6000 м^3/ч и $t_1^б$ = I0^{0}С (график Т-7а);

- подача пара на концевые уплотнения турбины и эжектор сальникового подогревателя, а также на основной эжектор осуществляется из деаэратора в количестве соответственно 2,5 и 0,8 т/ч;

- деаэратор 6 кгс/см^2 питается паром из Ш отбора, при расходе свежего пара менее 240 т/ч пар на деаэратор подается из П отбора;

- расход питательной воды равен расходу свежего пара;

- прирост энтальпии питательной воды в питательном насосе - 5,3 ккал/кг; ;

- суммарные потери мощности и электромеханический КПД турбоагрегата (график Т-6) приняты по данным заводов ЛМЗ и "Электросила";

- температура питательной воды и основного конденсата турбины за подогревателями - график Т-5;

- внешние потребители пара нерегулируемых отборов отключены.

Положенные в основу настоящей Типовой энергетической характеристики данные испытаний приведены в соответствие с "Таблицами теплофизических свойств воды и водяного пара" (Изд-во стандартов, I969).

При составлении Типовой энергетической характеристики за основу принята заводская тепловая схема; характеристика конденсатора I00-КЦС-4 ЛМЗ (графики Т-7а и Т-7б) и сетка поправок к мощности на изменение давления отработавшего пара (график Т-8) взяты из "Нормативных характеристик конденсационных установок паровых турбин типа К" (СЦНТИ ОРГРЭС, I974).

2. Полный расход тепла брутто и расход свежего пара в зависимости от мощности на выводах генератора аналитически выражаются следующими уравнениями:

- при постоянных расходе (W = I6000 м^3/ч) и температуре ($t_1^б$ = I0^{0}С) охлаждающей воды (график Т-I)

$$Q_0 = 15{,}2+1{,}971\ N_T + 0{,}160\ (N_T - 75{,}66)\ \text{Гкал/ч}, \quad (1)$$

$$D_0 = 7{,}79+3{,}465\ N_T + 0{,}389\ (N_T - 75{,}66)\ \text{т/ч}; \quad (2)$$

- при постоянном давлении пара в конденсаторе 0,035 кгс/см^2 (график Т-2)

$$Q_0 = 19{,}80+1{,}925\ N_T + 0{,}161\ (N_T - 75{,}14)\ \text{Гкал/ч}, \quad (3)$$

$$D_0 = 15{,}6+3{,}385\ N_T + 0{,}386\ (N_T - 75{,}14)\ \text{т/ч}. \quad (4)$$

Уравнения (I)-(4) справедливы в диапазоне нагрузок 30-II0 МВт

3. Расходы тепла и пара для заданной в условиях эксплуатации мощности определяются по соответствующим зависимостям характеристики с последующим введением необходимых поправок (графики Т-9а и Т-9б). Поправочные кривые позволяют осуществлять планирование и нормирование работы турбоагрегата в условиях электростанции.

Знаки поправок соответствуют переходу от условий характеристики к эксплуатационным.

---

* Не действительна для реконструированных турбин К-I00-90-6(ВК-I00-6) ЛМЗ с регулируемым теплофикационным отбором

** В тексте и на графиках приводится абсолютное давление.

Поправки рассчитаны для условия поддержания постоянной мощности на выводах генератора. При наличии двух отклонений и более в условиях работы турбоагрегата от номинальных поправки алгебраически суммируются.

Пользование поправочными кривыми поясняется на следующем примере.

Дано: N_T = 100 МВт; P_0 = 85 кгс/см^2;
P_2 = 0,05 кгс/см^2; остальные условия - номинальные.

Требуется определить удельный расход тепла брутто (q_T) и расход свежего пара (D_0) при заданных условиях. Ниже в таблице приводится последовательность расчета.

Показатель	Обозначение	Размерность	Способ определения	Полученное значение
Расход тепла на турбоагрегат при номинальных условиях	$Q_0^{ном}$	Гкал/ч	График Т-2 или уравнение (3)	216,30
Расход свежего пара при номинальных условиях	$D_0^{ном}$	т/ч	График Т-2 или уравнение (4)	363,70
Удельный расход тепла при номинальных условиях	$q_T^{ном}$	ккал/(кВт·ч)	$\frac{Q_0^{ном}}{N_T} \cdot 10^3$ или график Т-2	2163
Поправка к расходу тепла на отклонение P_0 от 90 кгс/см^2	$\alpha_{q_T}^{P_0}$	%	График Т-9а, п.а	+0,62
Поправка к расходу свежего пара на отклонение P_0 от 90 кгс/см^2	$\alpha_{D_0}^{P_0}$	%	График Т-9б, п.а	+0,54
Поправка к расходу тепла на отклонение P_2 от 0,035 кгс/см^2	$\alpha_{q_T}^{P_2}$	%	График Т-9а, п.в	+0,95
Поправка к расходу свежего пара на отклонение P_2 от 0,035 кгс/см^2	$\alpha_{D_0}^{P_2}$	%	График Т-9б, п.в	+0,95
Суммарная поправка к расходу тепла	$\Sigma\alpha_{q_T}$	%	$\alpha_{q_T}^{P_0} + \alpha_{q_T}^{P_2}$	+1,57
Суммарная поправка к расходу свежего пара	$\Sigma\alpha_{D_0}$	%	$\alpha_{D_0}^{P_0} + \alpha_{D_0}^{P_2}$	+1,49
Удельный расход тепла брутто при заданных условиях	q_T	ккал/(кВт·ч)	$q_T^{ном}\left(1+\frac{\Sigma\alpha q_T}{100}\right)$	2197
Расход свежего пара при заданных условиях	D_0	т/ч	$D_0^{ном}\left(1+\frac{\Sigma\alpha D_0}{100}\right)$	369,12

4. Типовая энергетическая характеристика нетто турбоагрегата К-100-90-6(ВК-100-6) ЛМЗ рассчитана на основе характеристики брутто этого турбоагрегата при постоянном давлении пара в конденсаторе 0,035 кгс/см^2 и соответствует следующим условиям его эксплуатации:

- параметры и тепловая схема установки - график Т-2;
- напор, развиваемый циркуляционными насосами,- 15 м вод.ст.
- КПД циркуляционного насоса - 80% и его электродвигателя - 95%;
- расход охлаждающей воды через конденсатор турбины - 16000 м^3/ч, в целом на турбоагрегат - 17600 м^3/ч;
- расход тепла на собственные нужды турбоагрегата составляет 0,43 Гкал/ч (0,2% расхода тепла турбоагрегатом при номинальной мощности);
- расход электроэнергии на собственные нужды турбоагрегата включает расход энергии на работу циркуляционных, конденсатных и прочих насосов (дренажных, подъемного ПНД 3 и газоохладителей). Расход электроэнергии на прочие насосы принят в размере 0,1% номинальной мощности турбоагрегата.

Типовая энергетическая характеристика нетто по расходу тепла аналитически выражается уравнением

$$Q_э' = 22,35 + 1,9265\ N_T^н + 0,164\ (N_T^н - 73,98)\ \text{Гкал/ч}, \qquad (5)$$

Удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии определяется по выражению

$$q_T^н = \frac{Q_э'}{N_T^н} \cdot 10^3\ \text{ккал/(кВт·ч)}. \qquad (6)$$

При отклонении напора, развиваемого циркуляционными насосами, от принятого в качестве номинального (I5 м вод.ст.) к расходу тепла нетто, определенному по уравнению (5), вводится поправка.

Пользование характеристикой нетто и поправками к расходу тепла нетто на изменение напора циркуляционных насосов поясняется на следующем примере.

Определить полный ($Q_э'$) и удельный ($q_т^н$) расходы тепла нетто при мощности нетто турбоагрегата $N_т^н$ = I00 МВт и напоре циркуляционных насосов $H_{ц.н}$ = I0 м вод.ст.:

а) по уравнению (5) определяется расход тепла нетто при номинальном напоре ($H_{ц.н}$ = I5 м вод.ст.) циркуляционных насосов

$$(Q_э')^{ном} = 2I9{,}27 \text{ Гкал/ч};$$

б) определяется поправка к расходу тепла нетто

$$\alpha Q_э' = - 0{,}30\%;$$

в) искомый расход тепла нетто при $H_{ц.н}$ = I0 м вод.ст. определится как

$$Q_э' = (Q_0')^{ном} \left(I + \frac{\alpha Q_э'}{I00}\right) = 2I9{,}27 \left(I + \frac{-0{,}30}{I00}\right) = 2I8{,}6I \text{ Гкал/ч};$$

г) удельный расход тепла нетто при $H_{ц.н}$ = I0 м вод.ст. составит

$$q_т^н = \frac{Q_э'}{N_т^н} \cdot I0^3 = \frac{2I8{,}6I}{I00} \cdot I0^3 = 2I86 \text{ ккал/(кВт.ч)}.$$

gost.e-ecolog.ru