

УТВЕРЖДАЮ:  
Главный инженер Главтехуправ-  
ления  
Лёнин  
В.М. ГОРДИН  
14 февраля 1977 г.

**ТИПОВАЯ**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**  
**ТУРБОАГРЕГАТА К-300-240-2 ХТТЗ**

( Для турбин , начиная  
с заводского № 114039 )

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА  
Сводка норм технико-экономических показателей при работе с ПТН

Тип  
К-300-240-2  
ХТЭС

№ п.п.	Наименование норм	Типовой график	По расходу пара		По расходу тепла	
			Единица измерения	Значение	Единица измерения	Значение
I	Характеристика при постоянном давлении (вакууме) в конденсаторе	Т-2а				
1	Условный часовой расход хлосостого хода		т/ч	-8,03	Гкал/ч	46,30
2	Дополнительный удельный расход (прирост)		т/(МВт·ч)	3,046	Гкал/(МВт·ч)	1,770
3	Условия характеристики:					
	а) Давление свежего пара и по ступеням	Т-4в, 4б, 4в	кгс/см <sup>2</sup>	240	кгс/см <sup>2</sup>	240
	б) Температура свежего пара		°С	540	°С	540
	в) Температура пара после промпрегрева		°С	540	°С	540
	г) Потери давления в тракте промпрегрева		% $P'_{цпр}$	12,3	% $P'_{цпр}$	12,3
	д) Давление отработавшего пара		кгс/см <sup>2</sup>	0,035	кгс/см <sup>2</sup>	0,035
	е) Температура питательной воды и основного конденсата	Т-6				
II	ж) Расход питательной воды		$D_{пит} = D_0$		$D_{пит} = D_0$	
	Характеристика при постоянном расходе и температуре охлаждающей воды (для конденсатора К-15240 ХТЭС) $W = 34800$ м <sup>3</sup> /ч; $t'_8 = 12$ °С и параметрах 7.1		Т-1а			
4	Условный часовой расход холодного хода		т/ч	-28,57	Гкал/ч	34,37
	Дополнительный удельный расход (прирост)		т/(МВт·ч)	3,124	Гкал/(МВт·ч)	1,815
III	Поправки к удельному расходу тепла на отклонение параметров от номинальных значений					
	а) На 10 кгс/см <sup>2</sup> свежего пара		Т-13а			
				%	Трафик Т-13а, п.а	
				увеличение		
				уменьшение		
	б) На 10°С свежего пара			%	-0,39	
				%	+0,39	
в) На 10°С температуры пара промпрегрева			%	Трафик Т-13а, п.в		
			%	увеличение		
			%	уменьшение		
г) На изменение потери давления в тракте промпрегрева			%	Трафик Т-13а, п.г		
			%	увеличение		
			%	уменьшение		
д) На изменение давления в конденсаторе			%	Тр к Т-13а, п.д		

Датн: _____ Изготовления _____ установки _____ характеристики _____		ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОУГРЕГАТА										Тип К-300-240-2 ХТТЗ		
Основные заводские данные турбоуегрегата														
$N_T^{ном}$ МВт	$N_T^{макс}$ МВт	$D_0^{ном}$ т/ч	$D_0^{макс}$ т/ч	$P_0$ кгс/см <sup>2</sup>	$t_0$ °C	$t'_{цсд}$ °C	$\Delta P_{пп}/\rho'_{цсд}$ %	$t_1$ °C	$W$ м <sup>3</sup> /ч	Поверхность конденсатора $F, м^2$				
300	320	865	950	240	560	565	II, I	12	34800	15240				
Сравнение результатов испытаний с гарантийными данными (при номинальных $P_0, t_0, t'_{цсд}, t_1, W, F$ )														
Показатель												Нагрузка, МВт		
Расход свежего пара $D_0$ , т/ч:												300	250	200
по гарантиям												865,0	702,0	550,0
по испытаниям												865,6	711,7	567,7
Температура питательной воды $t_{п.в}$ , °C:														
по гарантиям												266,0	252,0	236,0
по испытаниям												261,5	249,5	236,3
Потеря давления в тракте промпрегрева $\Delta P_{пп}/\rho'_{цсд}$ , %:														
по гарантиям												11,1	11,1	11,1
по испытаниям												12,3	12,3	12,3
Внутренний относительный КПД турбоприводе $\eta_{от.птн}$ , %:														
по гарантиям												82,0	81,7	81,6
по испытаниям												75,9	74,0	74,0
Удельный расход пара $d$ , кг/(кВт·ч):														
по гарантиям												2,794	2,727	2,669
по испытаниям												2,796	2,764	2,755
Удельный расход тепла брутто на выработку электроэнергии $q_T$ , ккел/(кВт·ч):														
по гарантиям												1839	1862	1891
по испытаниям												1836	1865	1903
Отклонение удельного расхода тепла от гарантийного $\alpha q_T$ , %:														
												-0,2	+0,2	+0,6
												Среднее +0,2%		

Дата: _____	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕТТО ТУРБОУГРЕТАТА	Тип К-300-240-2 ХТТЭ
Изготовление _____		
Установки _____		
Характеристики _____		

Условия характеристики:

1. Параметры и тепловая схема - график Т-2а
2. Напор циркуляционных насосов - 10 м вод.ст.

Мощность на выводе генератора, МВт	140	215	275	300
Внутренняя мощность турбоувода питательного насоса, МВт	4,70	5,90	9,10	10,24
Мощность, затрачиваемая на собственные нужды турбоугреата, МВт	2,69	3,15	3,32	3,39
В том числе на циркуляционные насосы, МВт			1,55	
Расход тепла турбоугреатом brutto, Гкал/ч	294,10	426,85	533,05	577,30
Мощность нетто турбоугреата, МВт	137,31	211,85	271,68	293,61
Расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч			0,58	
Расход тепла на выработку электроэнергии				
В том числе расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	285,13	414,15	516,56	568,82
Уравнение расхода тепла по мощности нетто	$Q_g = 50,77 + 1,713 N_{гт}$			

Поправки (%) к полному и удельному расходам тепла нетто на изменение напора циркуляционных насосов

Напор насосов, м вод.ст.	Мощность нетто, МВт									
	140	160	180	200	220	240	260	280	300	
5	-0,46	-0,41	-0,37	-0,34	-0,31	-0,29	-0,27	-0,25	-0,24	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	+0,46	+0,41	+0,37	+0,34	+0,31	+0,29	+0,27	+0,25	+0,24	
20	+0,91	+0,82	+0,74	+0,67	+0,62	+0,57	+0,54	+0,50	+0,47	

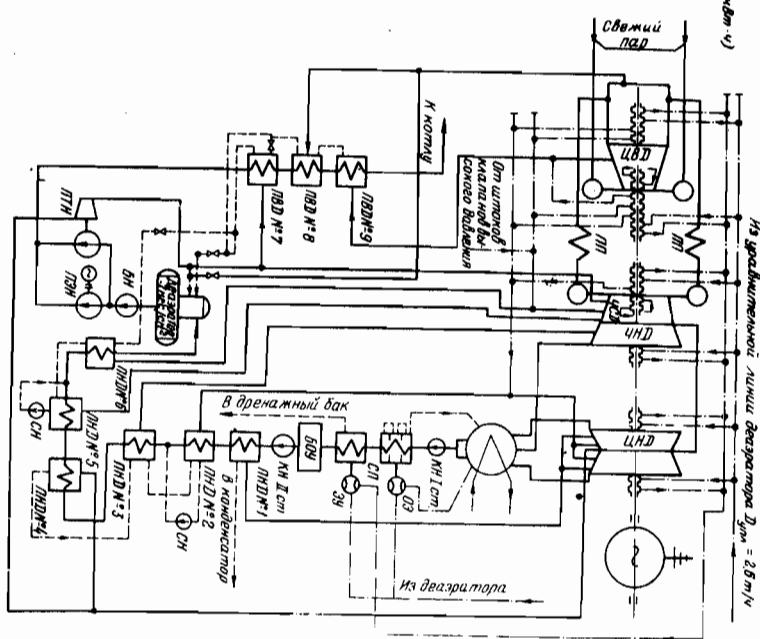
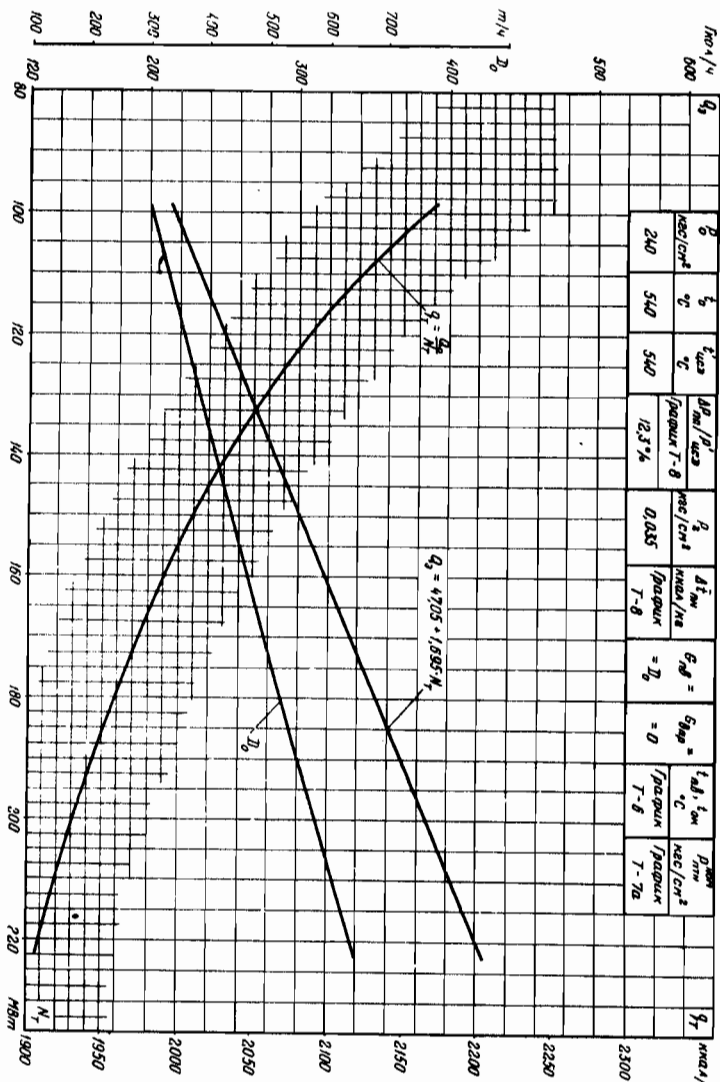


ТЯГОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАРРЕСТАТА

Расход пара и тепла при  $P_2 = 0,035$  кгс/см<sup>2</sup> (питательный насос с электроприводом)

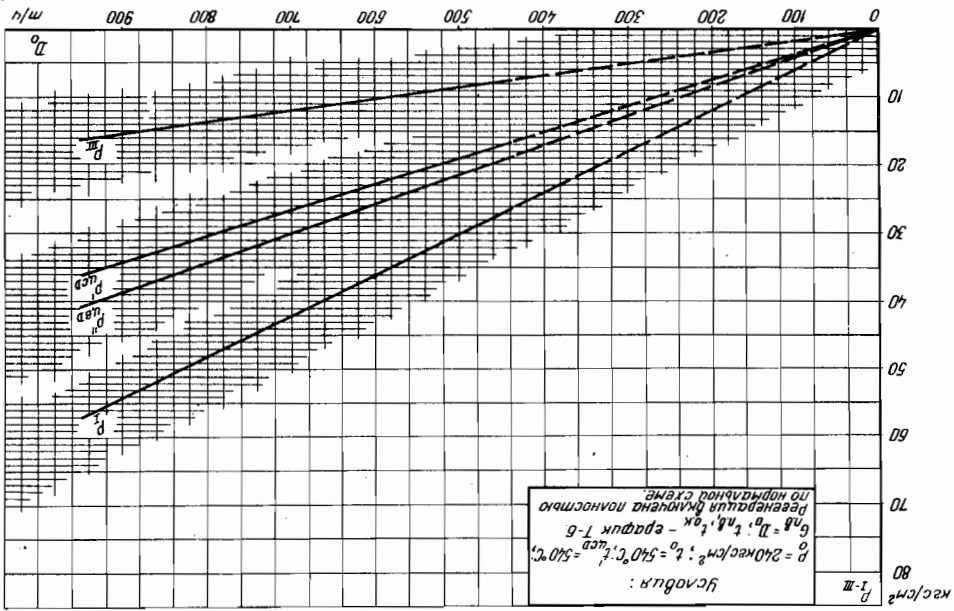
ТМШ  
К-300-240-2  
ХЛТЗ

Условные характеристики

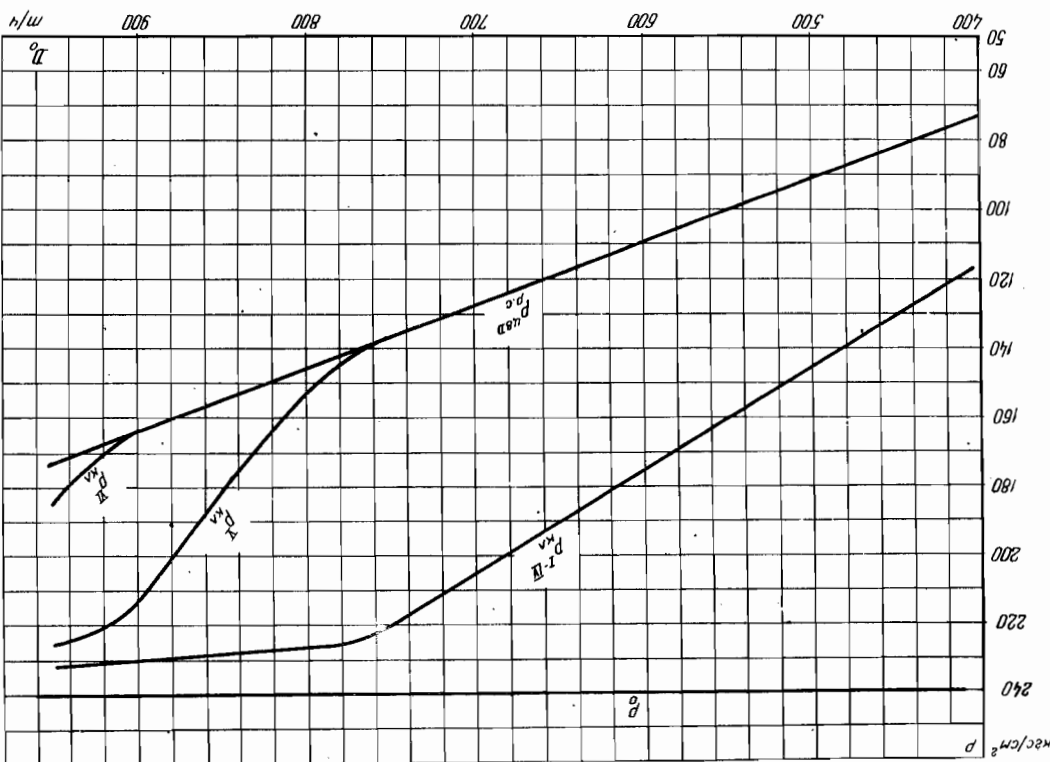


Принципиальная тепловая схема

Т-49  
 ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАЛТРЕТАТА  
 Тип К-300-240-2 ХЛТЗ  
 Давление в отборах, за ПВД и перед отсежными клапанами ПВД



Т-3  
 ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАЛТРЕТАТА  
 Тип К-300-240-2 ХЛТЗ  
 Диаграмма перераспределения ПВД



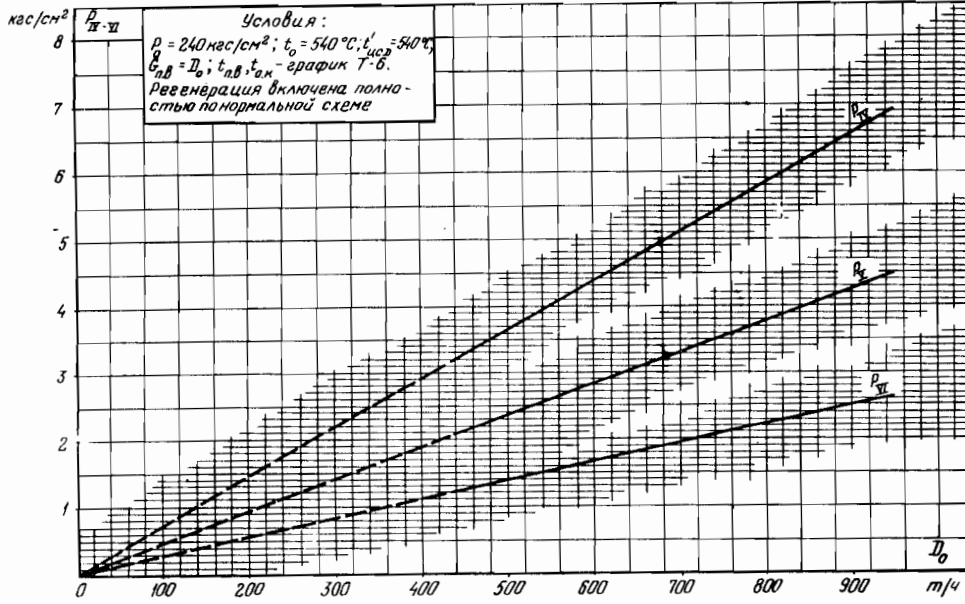
1 0 1

Т-4б

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Тип  
К-300-240-2  
ХТГЗ

Давление в отборах



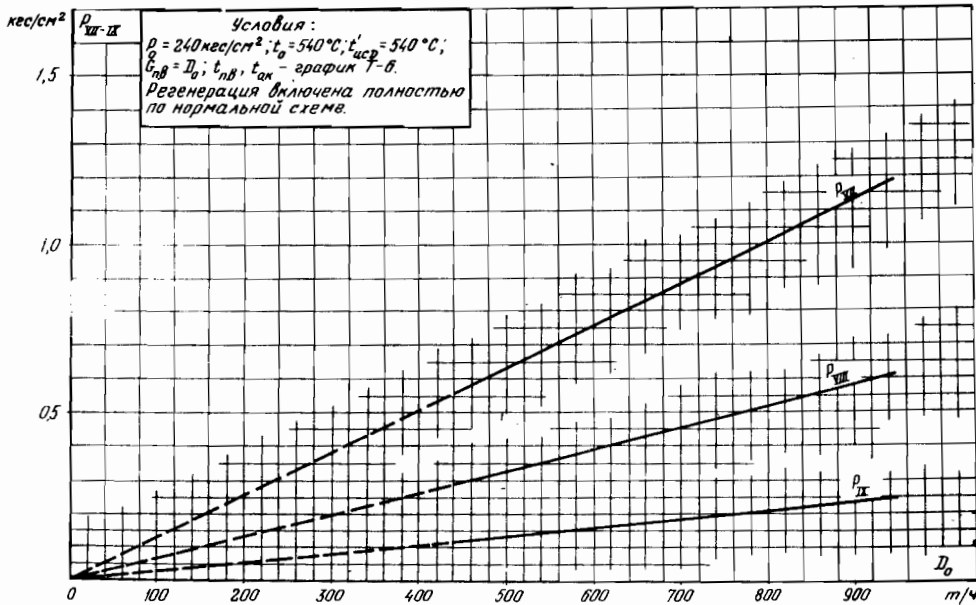
1  
6  
1

Т-4в

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

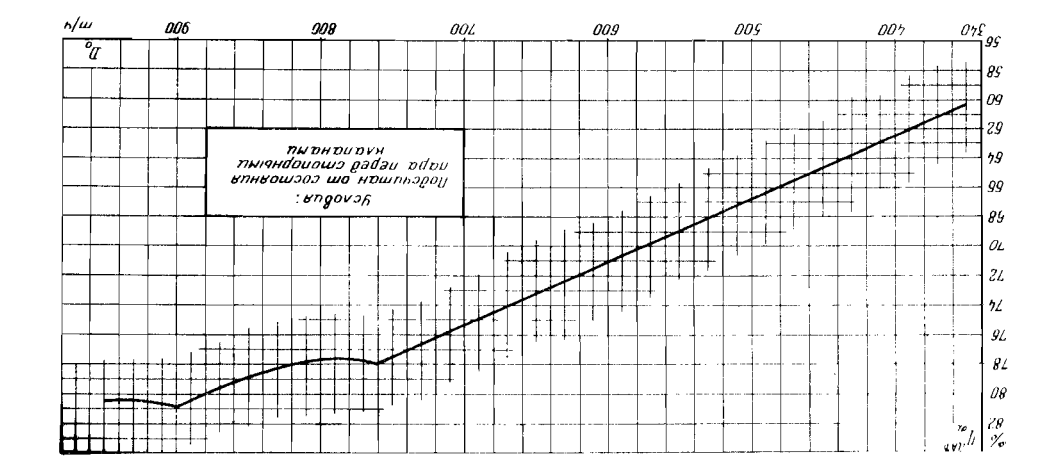
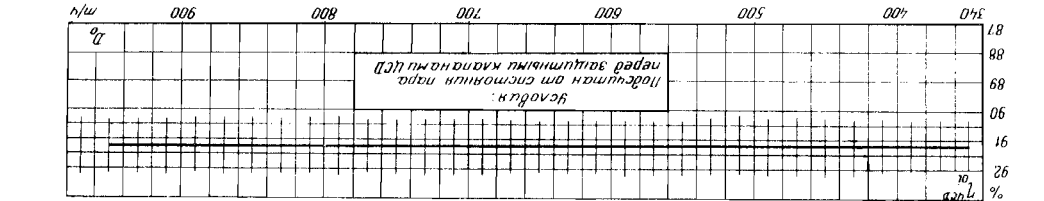
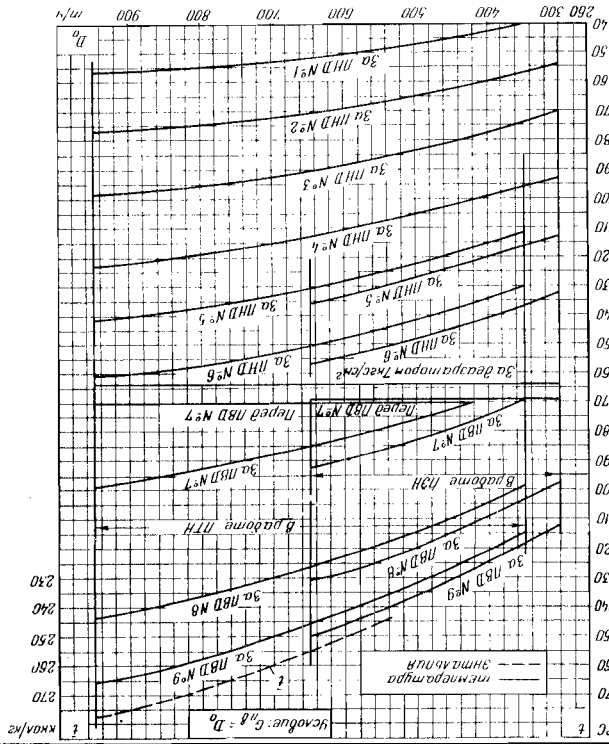
Тип  
К-300-240-2  
ХТГЗ

Давление в отборах





Т-6  
 ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАППАРАТА  
 Температуры конденсата и питательной воды  
 Тип К-300-240-2 ХЛТЗ



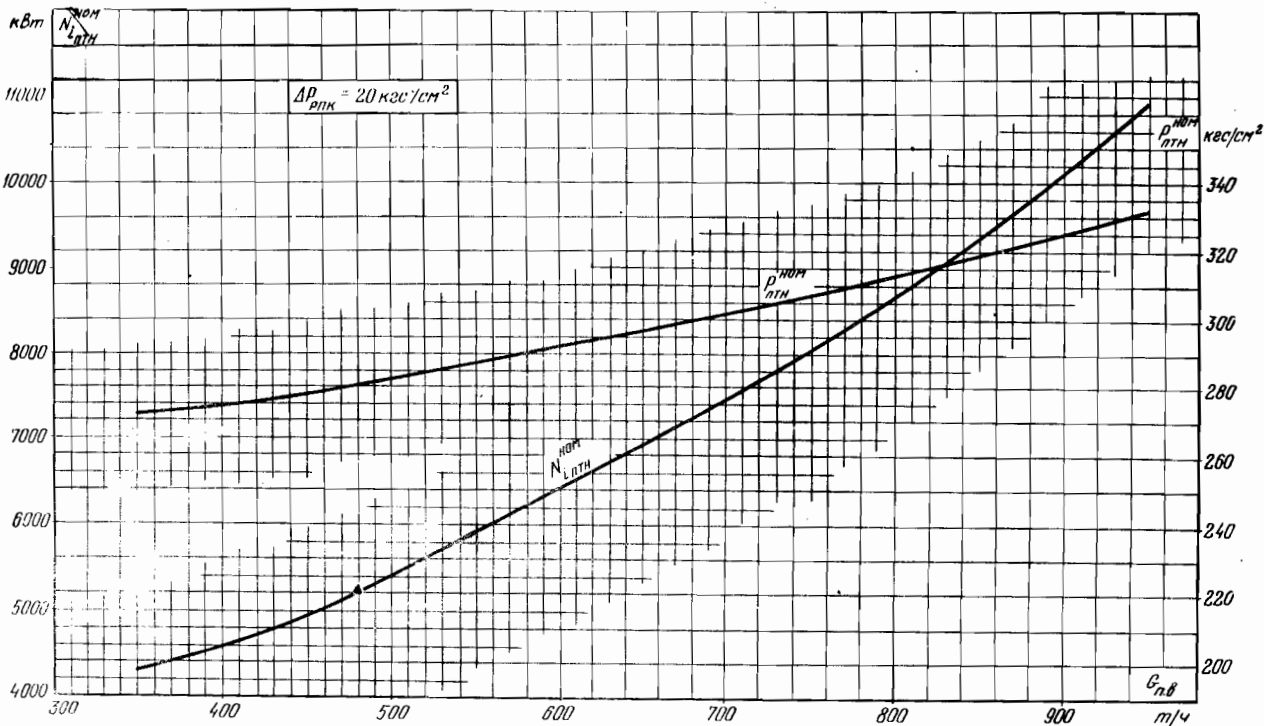
Т-5  
 ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАППАРАТА  
 Внутренний относительный КПД ПВД и ПСД  
 Тип К-300-240-2 ХЛТЗ

T-7a

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Внутренняя мощность турбопривода и давление на стороне нагнетания  
питательного насоса при номинальном давлении свежего пара

Тип  
К-300-240-2  
ХТГЗ

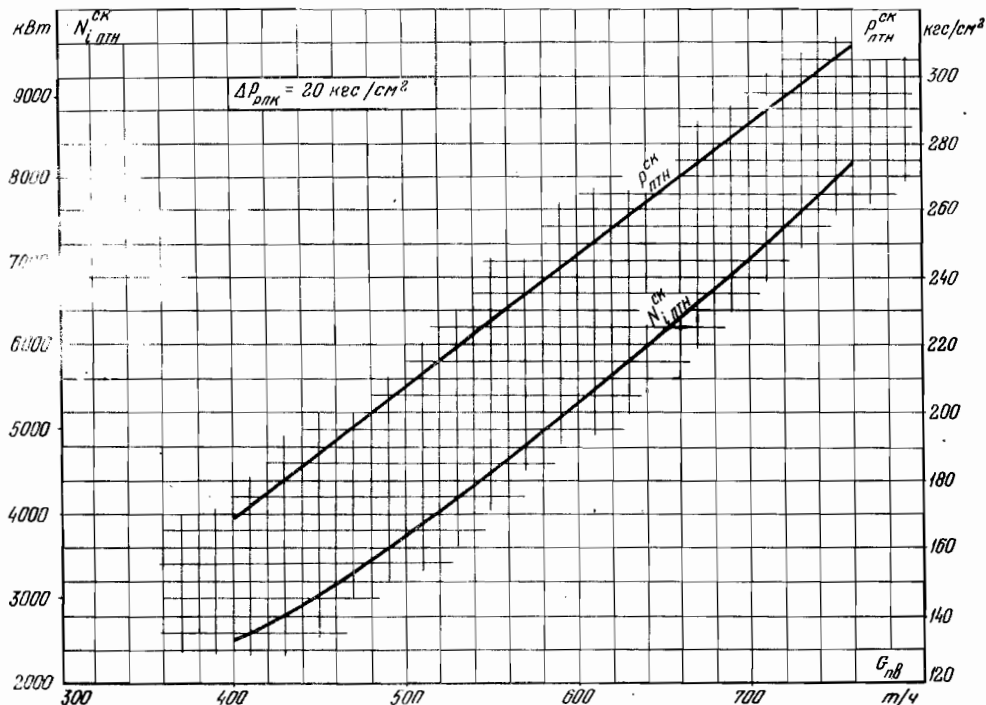


T-7б

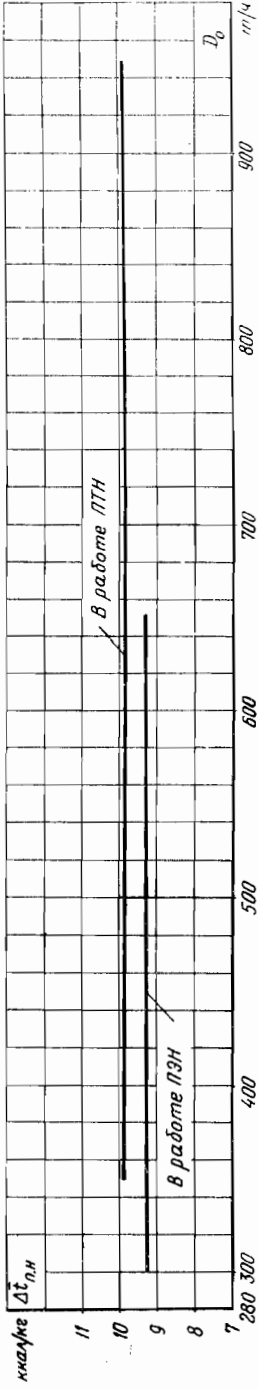
ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Внутренняя мощность турбопривода и давление на стороне нагнетания  
питательного насоса при скользющем давлении свежего пара

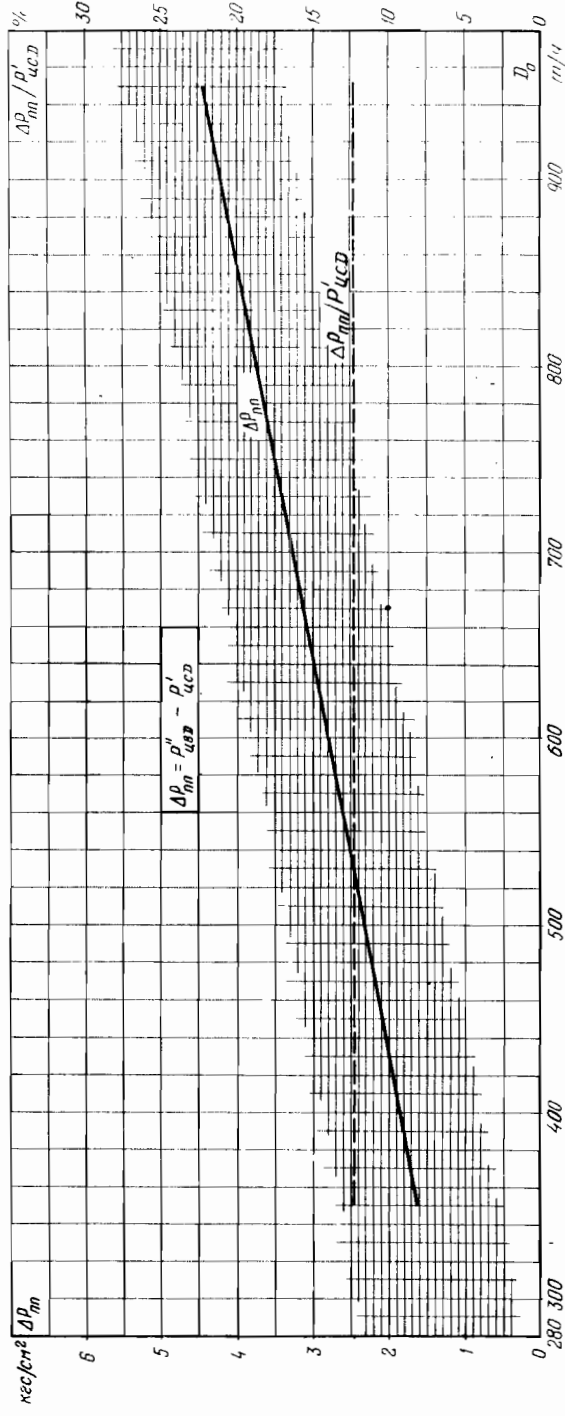
Тип  
К-300-240-2  
ХТГЗ



Приrost энtальпии воды в питательном насосе



Потеря давления в тракте промпрегрева

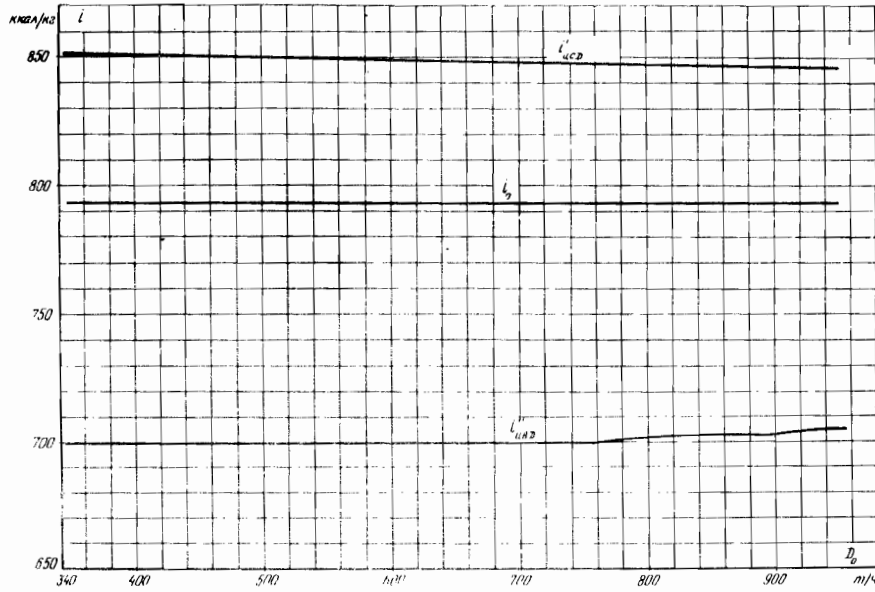


T-9

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Тип  
K-300-240-2  
ХТГЗ

Энтальпия свежего пара за ЦВД и перед отсечными клапанами ЦСД



T-10

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Тип  
K-300-240-2  
ХТГЗ

Расход пара на промежуточный пароперегреватель, в ЦВД и конденсатор

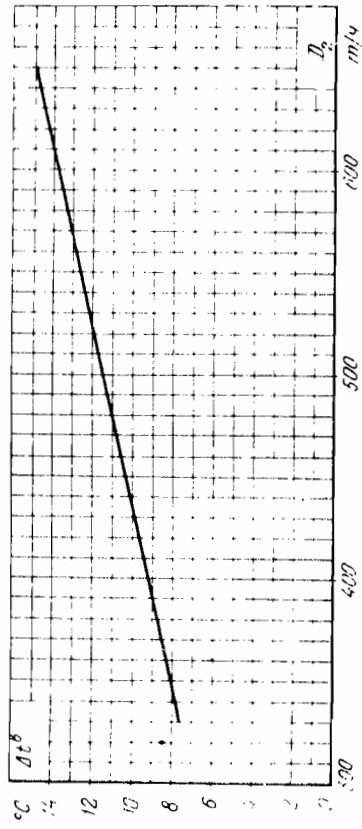
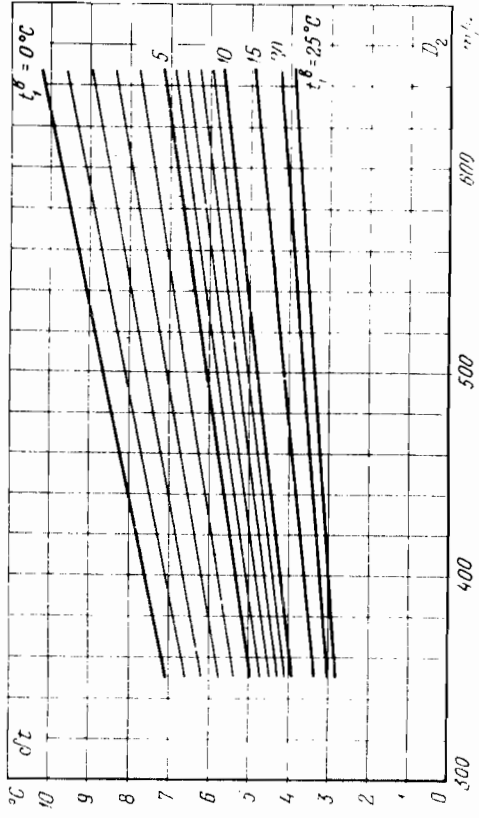
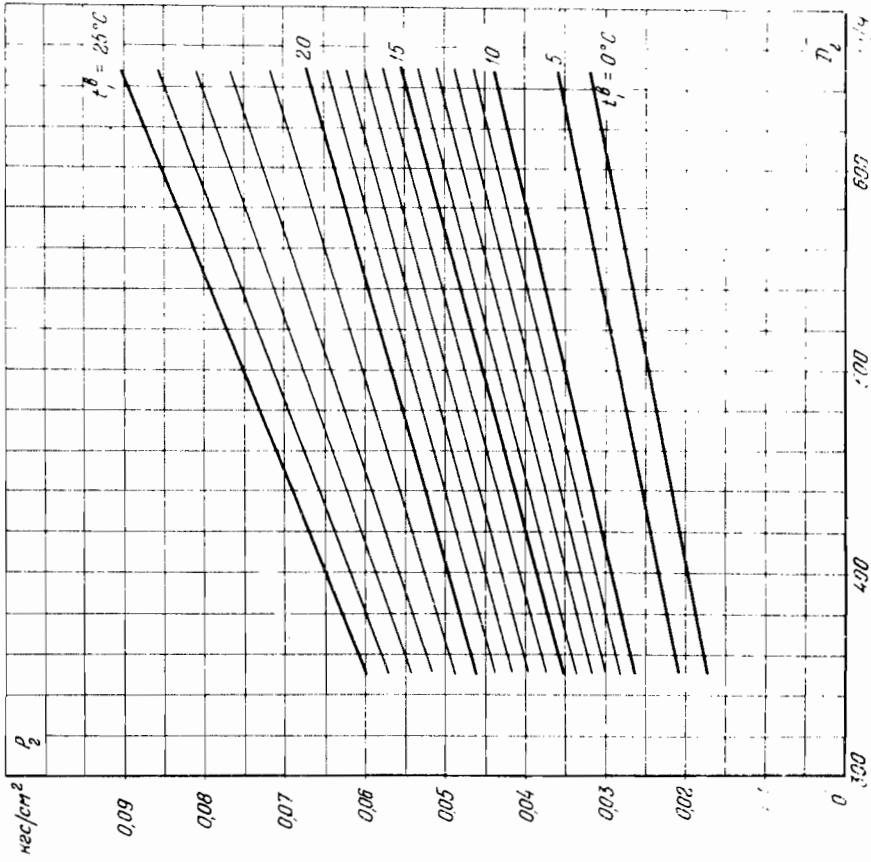


ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

МДН  
К-300-240-2  
ХПЭС

Характеристика конденсатора К-15240 ХПЭС (W = 34800 м<sup>3</sup>/ч)

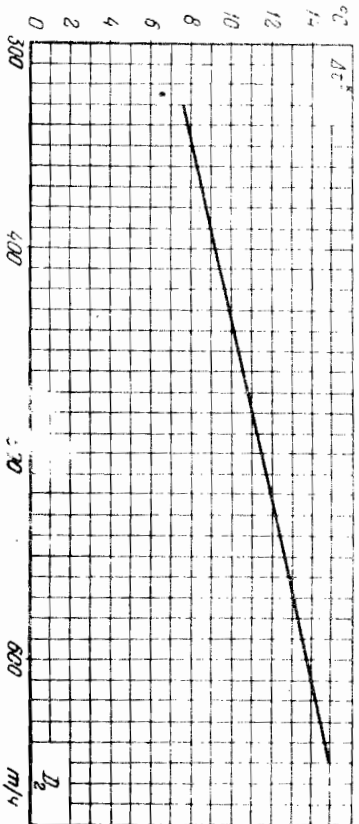
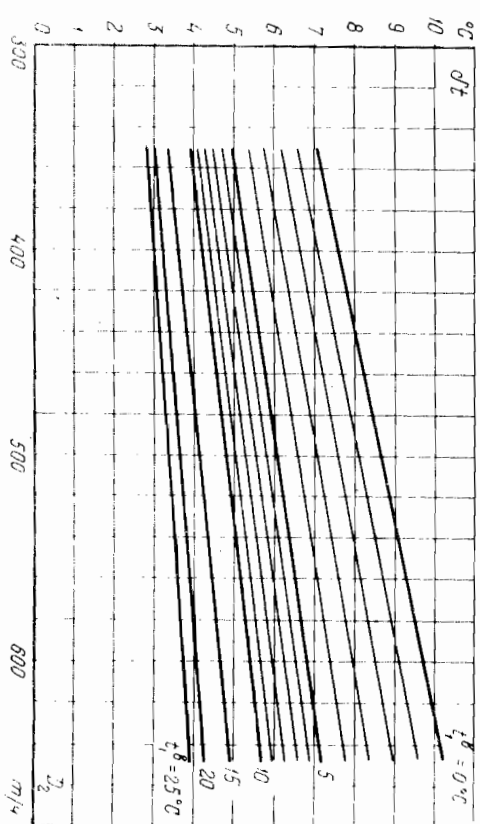
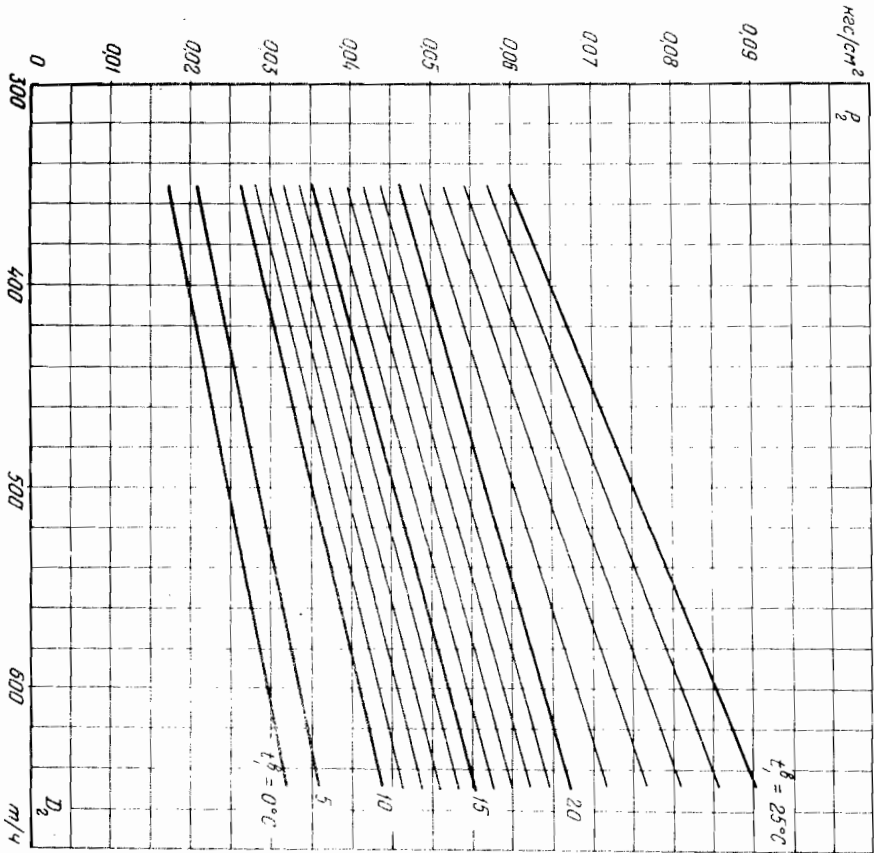
Т-11а



Г-116

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАЛПРЕСТА  
 Характеристика конденсатора К-15240 ХТЭС ( $W = 24000 \text{ м}^3/\text{ч}$ )

Тип  
 К-300-240-2  
 ХТЭС

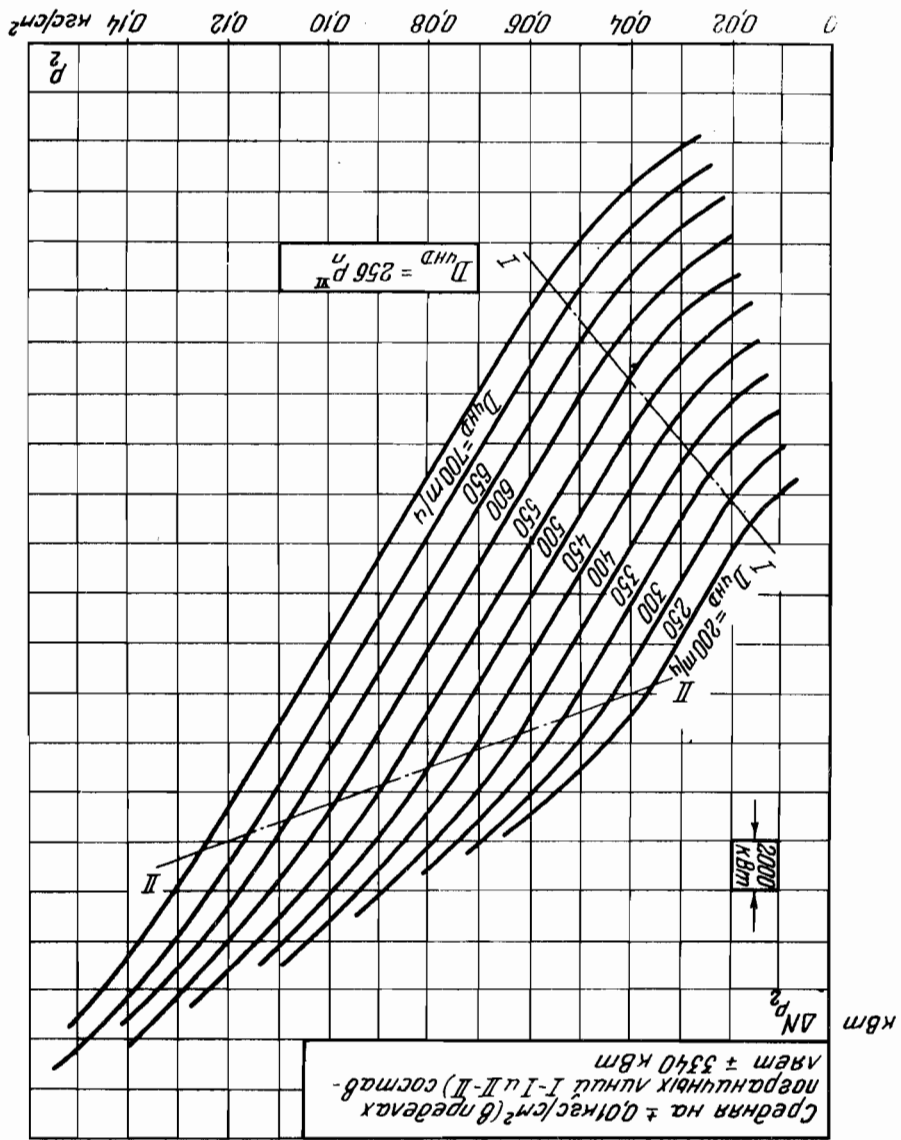


1-12

ТИПОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАЛТРАТА

Тип  
К-300-240-2  
ХЛТЗ

Поправки к мощности на давление  
отрабатываемого пара



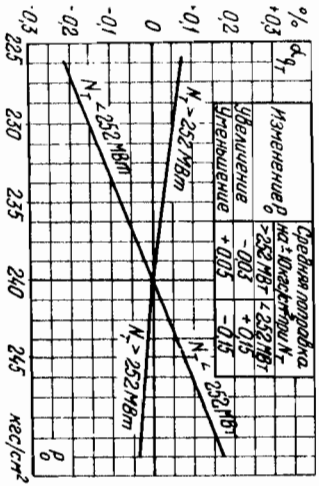
Г-13а

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

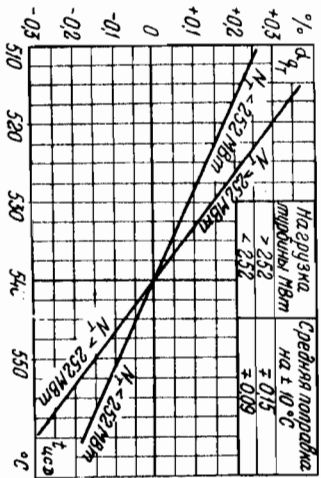
Исправки к полному и удельному расходам тепла

Тип  
К-300-240-2  
ХТЭС

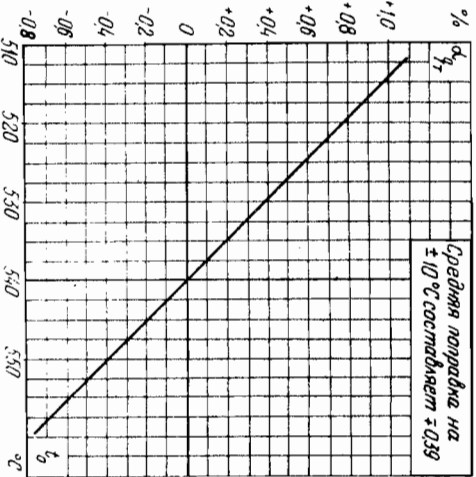
з) На отклонение давления свежего пара от номинального



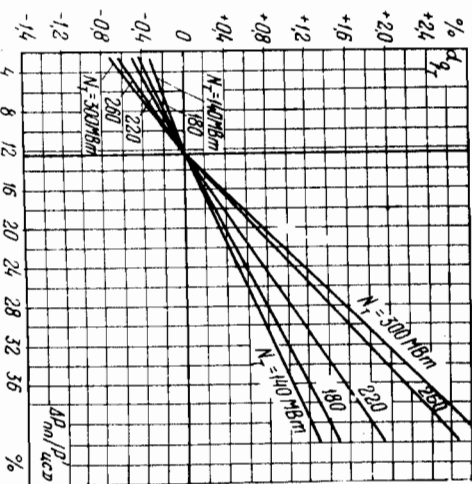
в) На отклонение температуры пара промпрегрева от номинальной



б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной



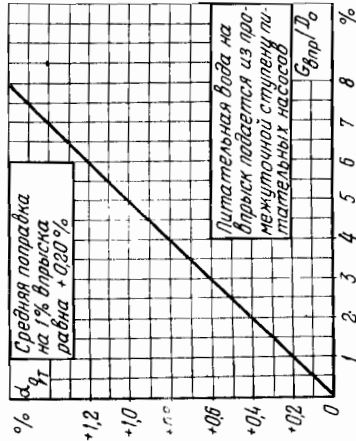
г) На изменение потери давления в градте промпрегрева



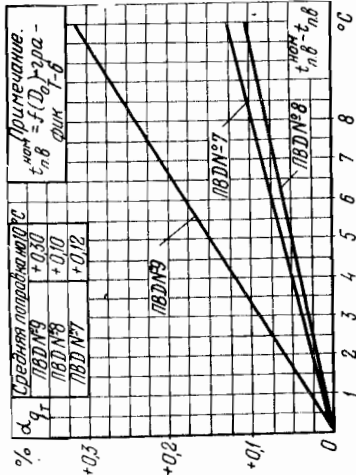


Поправки к полному и удельному расходу тепла

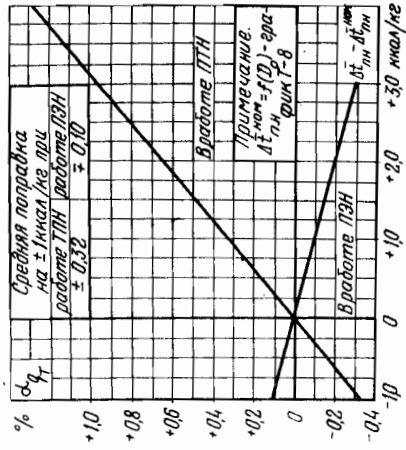
д) На включение впрыска в промежуточный пароперегреватель



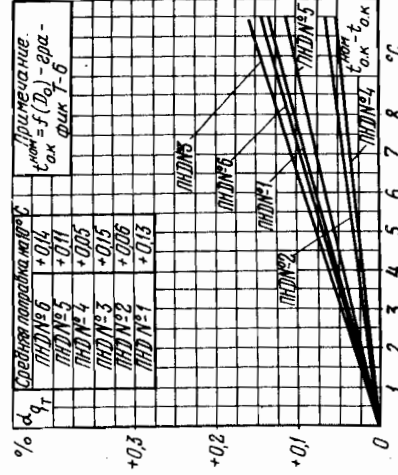
ж) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



е) На изменение нагрева воды в питательном насосе



з) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



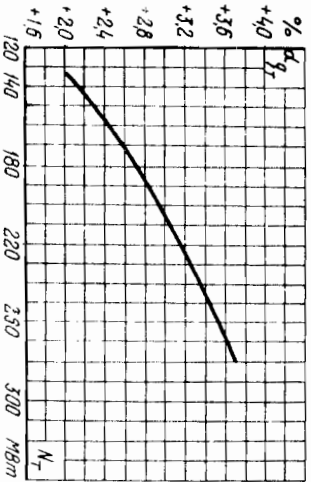
Г-13а

ТИПОДАТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

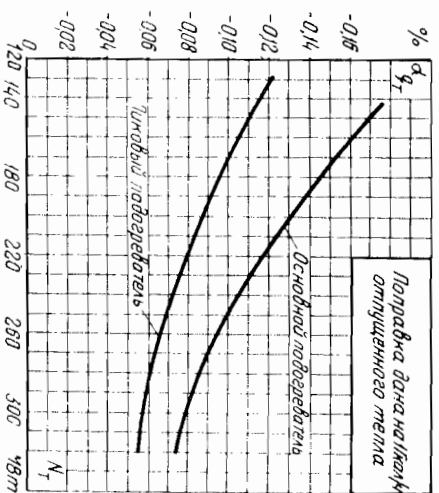
Потребки в топливо и удельному расходу тепла

Тип  
К-300-240-2  
ХТЭС

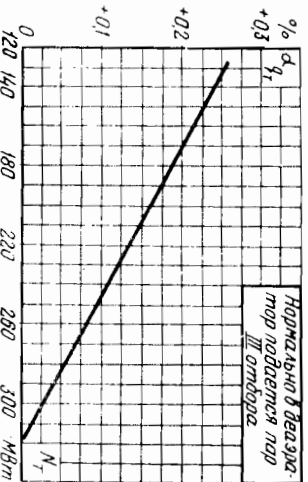
и) На отключение группы подогревателей  
искового давления



к) На включение в работу подогревателей  
сетевой воды

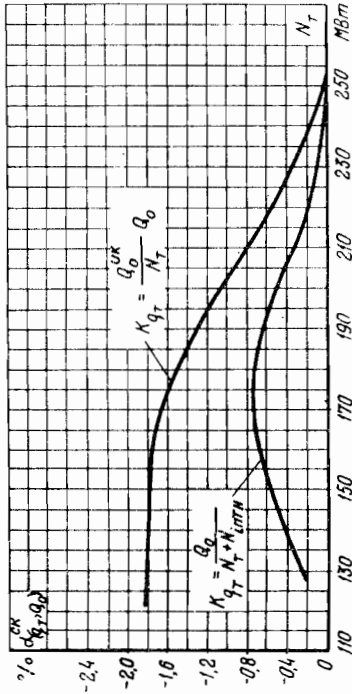


л) На подачу пара в деаэратор  
из второго отбора

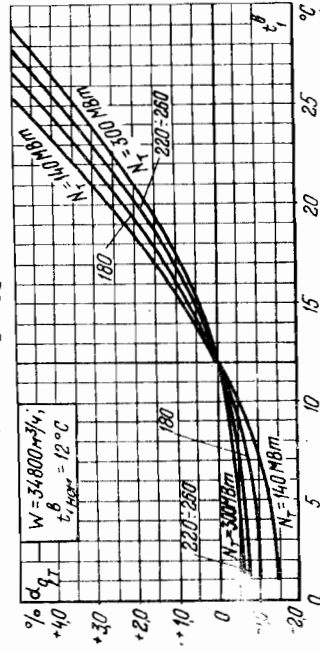


Поправки к полному и удельному расходам тепла

о) При работе турбоагрегата на скользящем давлении свежего пара (полностью открыты четыре регулирующих клапана)



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



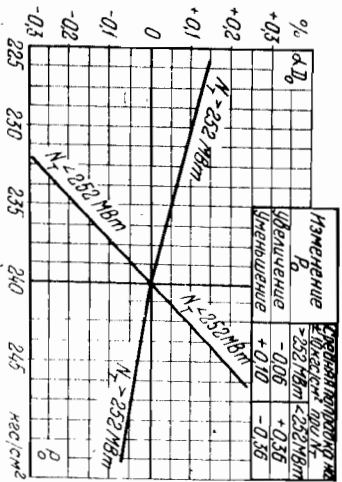
Г-136

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

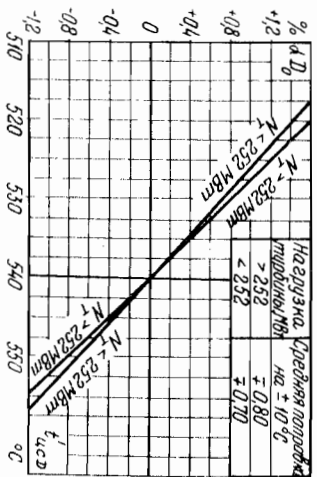
Поправки к расходу свежего пара

Тип  
К-300-240-2  
ХТТЗ

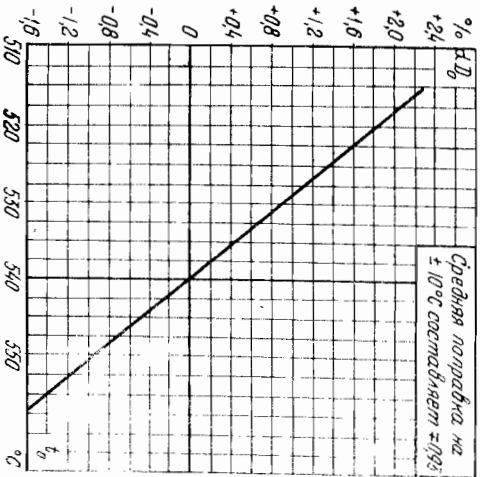
а) На отклонение давления свежего пара от номинального



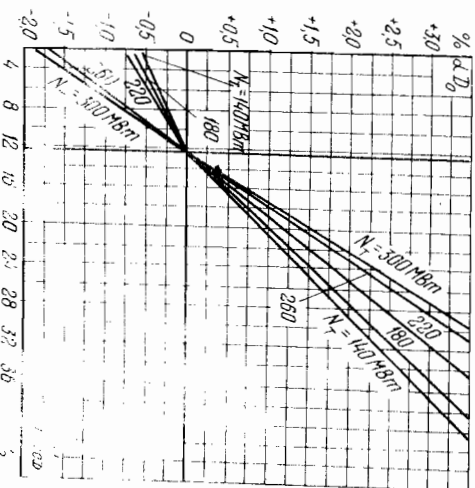
в) На отклонение температуры пара промпарегрева от номинальной



б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной

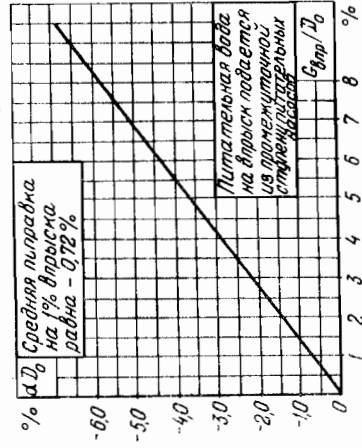


г) На изменение потерь давления в тракте промпарегрева

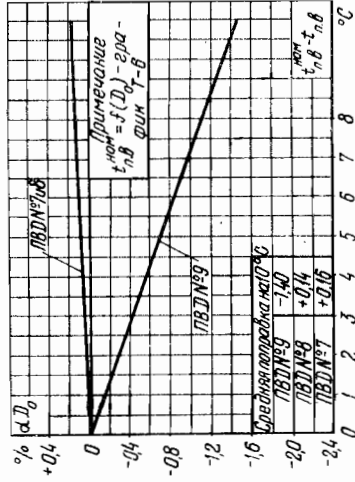


Поправки к расходу свежего пара

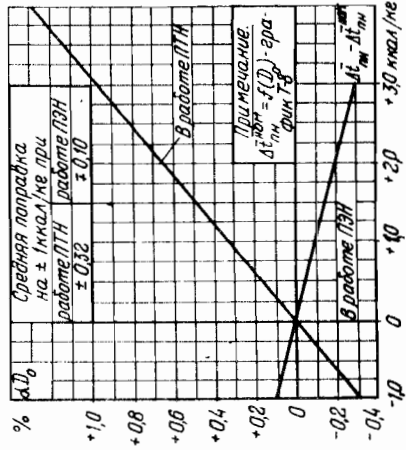
д) На включение впускка в промежуточный пароперегреватель



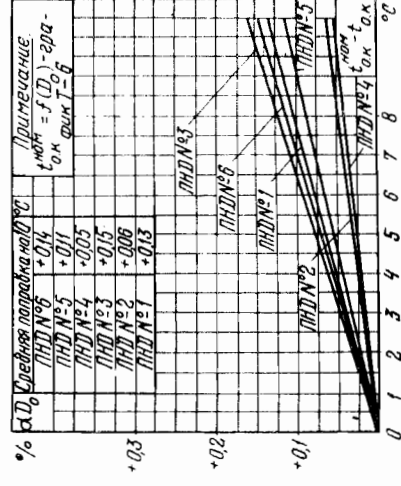
ж) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



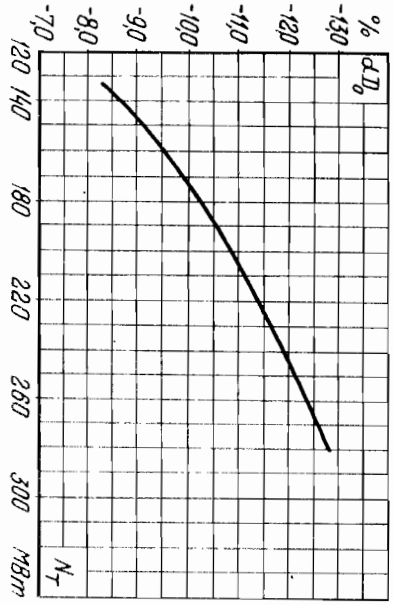
е) На изменение нагрева воды в питательном насосе



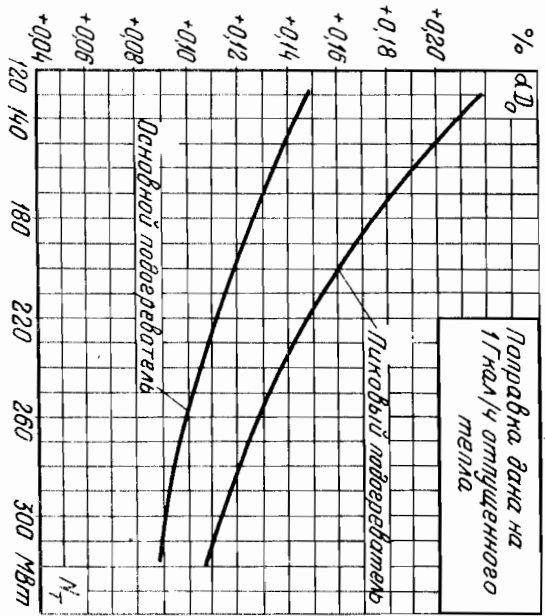
з) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



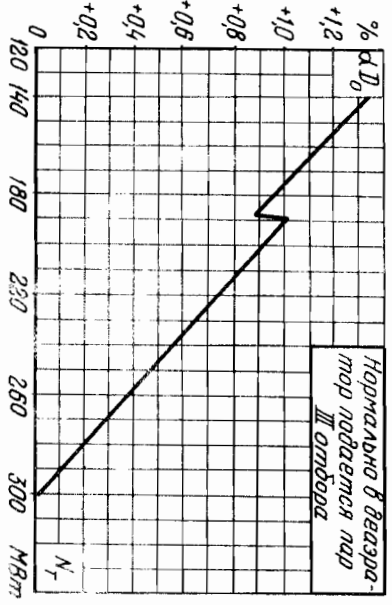
и) На отключение группы подогревателей высокого давления



к) На включение в работу подогревателей сетевой воды

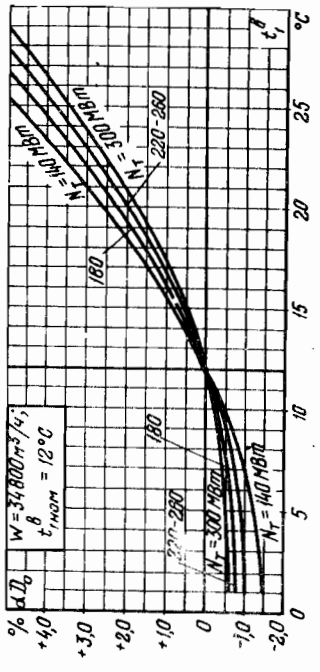


л) На подачу пара в деаэрактор из второго отбора

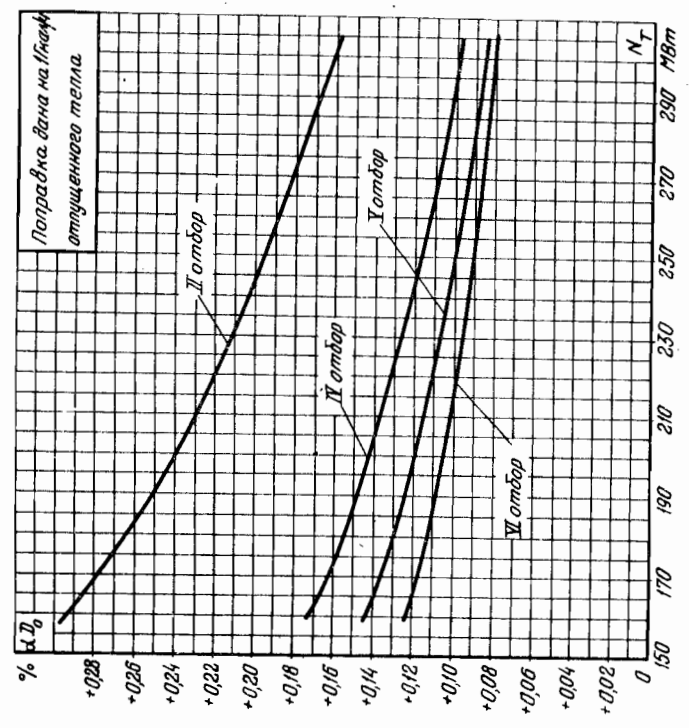


Поправки к расходу свежего пара

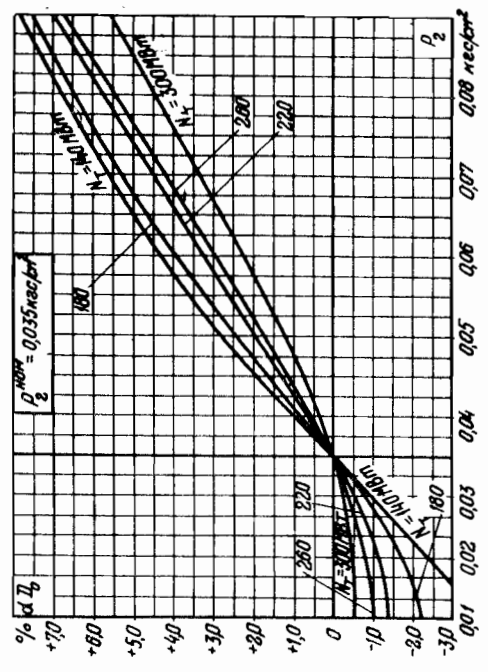
м) На отклонение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор турбины от номинальной



о) На отпуск пара из отборов сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловую цикл турбоагрегата)



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



1. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата К-300-240-2 АТЭС (с заводского № 114039 составлена на базе конденсатной турбины № 5 Трипольской ГРЭС и № 2 Угледорской ГРЭС). Характеристике отражает среднюю экономичность вышедшего из капитального ремонта турбоагрегата, работающего по заводской расчетной тепловой схеме при следующих условиях (принятых в качестве номинальных):

- давление свежего пара перед автоматическими стопорными клапанами турбины  $240 \text{ кгс/см}^2$ ;
- температура свежего пара перед автоматическими стопорными клапанами турбины  $540^\circ\text{C}$ ;
- температура пара после промпрегрева перед защитными клапанами ЦВД  $540^\circ\text{C}$ ;
- потери давления на участке от выхода ЦВД до защитных клапанов ЦВД по отношению к давлению перед защитными клапанами  $12,3\%$  (см. график Т-8);
- давление отработавшего пара: для характеристики при постоянном давлении пара в конденсаторе -  $0,035 \text{ кгс/см}^2$  (см. графики Т-2а и Т-2б), для характеристики при постоянных расходе и температуре охлаждающей воды (см. графики Т-1а и Т-1б) - в соответствии с тепловой характеристикой конденсатора К-15240 при:  $W_{\text{охл}} = 34800 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $t_{\text{г}} = 12^\circ\text{C}$  (см. график Т-11а);
- внутренняя мощность турбоприводе питательного насоса и давление питательной воды на стороне нагнетания - см. график Т-7а. На графике Т-7б представлена внутренняя мощность питательного турбонасоса при работе турбоагрегата на скользящем давлении свежего пара;

\* В тексте и на графиках приводится абсолютное давление.

- потеря давления в регуляторе питания котла (РПК) постоянна и равна  $20 \text{ кгс/см}^2$ ;
- прирост энтальпии питательной воды в питательном насосе - см. график Т-8;
- подача пара ( $1,2 \text{ т/ч}$ ) на основной эжектор осуществляется от деаэратора  $7 \text{ кгс/см}^2$ ;
- впрыск во вторичный пароперегреватель отсутствует;
- система регенерации высокого и низкого давлений включена полностью, на деаэратор  $7 \text{ кгс/см}^2$  подается пар III и II отборов (в зависимости от нагрузки);
- расход питательной воды равен расходу свежего пара;
- температура питательной воды и основного конденсата турбины за подогревателями - см. график Т-6;
- потери мощности в турбине и генераторе характеризуются электромеханическим КПД:

Нагрузка	150	200	250	300
$\eta_{эм}$	0,981	0,983	0,983	0,983

Электрические потери в генераторе приняты по данным тепловых испытаний аналогичного генератора на Новочеркасской ГРЭС;

- установка подогревателей сетевой воды отключена;
- на конечные уплотнения питательных и бустерных насосов и охлаждение электродвигателя ПЭН подается  $95 \text{ т/ч}$  основного конденсата (принято по опыту работы аналогичных турбин);
- внешние потребители пара регенеративных отборов отключены.

Положенные в основу настоящей Типовой энергетической



характеристики данные испытаний обработаны с применением "Таблиц теплотехнических свойств воды и водяного пара" (Изд-во стандартов, 1969).

При составлении Типовой энергетической характеристики за основу принята заводская типовая схема; характеристика конденсатора К-15240 УТЭС (см. график Т-11а и Т-11б) и сетка подогрева на изменение давления отработавшего пара (см. график Т-12) взяты из "Нормативных характеристик конденсационных установок паровых турбин типа "К" (СЦНТИ ОРРЕЭС, 1974).

Пар на деаэратор 7 кгс/см<sup>2</sup> подается из II отбора. При нагрузках турбоагрегата ниже 160 МВт давление в камере III отбора становится ниже 8 кгс/см<sup>2</sup> и пар на деаэратор подается из II отбора.

Дренажи подогревателей высокого давления сливаются каскадно: из ПВД № 9 в ПВД № 8, из ПВД № 8 в ПВД № 7, из ПВД № 7 в деаэратор. При давлении пара в камере III отбора ниже 10 кгс/см<sup>2</sup> дренаж ПВД № 8 переводится в деаэратор, а дренаж ПВД № 7 переключается в ПВД № 6.

Пиковый и основной подогреватели сетевой воды подключаются соответственно к IV и V отборам турбины. Дренаж пикового подогревателя подается в основной подогреватель и далее; пройдя через выносной охладитель дренажа основного подогревателя, он сливается в ПВД № 1.

Испаритель в тепловой схеме не предусматривается, так как на блоках с турбинами данной модификации испарители не устанавливаются.

2. В состав турбоагрегата наряду с турбиной входит следующее оборудование:

- турбогенератор ТТВ-300 завода "Электромаш" (г. Харьков) с водородным охлаждением;

- шесть подогревателей низкого давления ПН-400 с трубами из нержавеющей стали; ПВД № 6 имеет устройство для снятия перегрева графитового пара; ПВД № 4 снабжен выносным охладителем дренажа ОВ-40;

- три ПВД типа ПВ-900-380. Все ПВД снабжены устройствами для снятия перегрева графитового пара, а также встроенными охладителями дренажа;

- поверхностный двухходовый конденсатор К-15240 с площадью охлаждения 15240 м<sup>2</sup>, присоединяется к трем выхлопным патрубкам турбины;

- два основных эжектора ЭП-3-25/75, один из которых резервный;

- эжектор уплотнений ЭУ-8М с пароохладителем ПС-50, включенным в линию основного конденсата перед ПВД № 1;

- питательный турбонасос, на привод которого подается пар II отбора турбины; из выхлопа турбопривода пар направляется в паровпуск ПВД (камера VI отбора); кроме питательного турбонасоса предусмотрены пускорезервный питательный насос ПЗ-600-300 с электроприводом и гидромуфта и три буферных насоса ПВД-8 с электродвигателями мощностью 500 кВт (постоянно в работе находится два насоса, один насос в резерве);

- три конденатных насоса I ступени КСЗ-475-85 с приводом от электродвигателя мощностью 200 кВт (постоянно в работе находятся два насоса, один насос в резерве);

- три конденатных насоса II ступени КСЗ-475-220/5 с приводом от электродвигателя мощностью 500 кВт (постоянно в работе находятся два насоса, один насос в резерве);

- три сливных насоса: один из ПВД № 5 КС-80-155 и два из ПВД № 2 КСВ-200-210 (постоянно в работе находится один насос, один насос в резерве).

3. Полный расход тепла brutto в зависимости от мощности на выводах генератора аналитически выражается следующими уравнениями. При постоянном давлении пара в конденсаторе ( $P_2 = 0,035 \text{ кгс/см}^2$ ) находится в работе:

а) питательный турбонасос (см. график Т-2а):  $Q_0 = 46,50 + 1,770 \cdot N_T$  Гкал/ч;

б) питательный электронасос (см. график Т-2б):  $Q_0 = 47,00 + 1,695 \cdot N_T$  Гкал/ч.

При постоянных расходе ( $34800 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и температуре ( $t_0 = 120^\circ\text{C}$ ) охлаждающей воды находится в работе:

а) питательный турбонасос (см. график Т-1а):  $Q_0 = 34,00 + 1,810 \cdot N_T$  Гкал/ч;

б) питательный электронасос (см. график Т-1б):  $Q_0 = 34,00 + 1,810 \cdot N_T$  Гкал/ч;

$$Q_3 = 32,78 + 1,752 \cdot N_T \text{ Гкал/ч.}$$

Зависимость расхода свежего пара от нагрузки в ряде режимов имеет криволинейный характер. Поэтому она представлена только графически. Характеристики составлены при работе генератора с собственным возбудителем. В случае работы с резервным возбудителем мощность турбоагрегата грубо определяется как разность между мощностью на выводе генератора и мощностью, потребляемой резервным возбудителем.

4. Расход тепла и пара для заданной мощности в условиях эксплуатации определяется по соответствующим зависимостям характеристик с последующим введением необходимых поправок (см. графики Т-13а и Т-13б); эти поправки учитывают отклонения эксплуатационных условий от условий характеристики.

Поправки даны при постоянной мощности на выводе генератора.

Использование системой порывочных кривых поясняется следующими примерами:

1) при переводе турбоагрегата на режим со скользким давлением свежего пара экономичность его в зоне нагрузки до 250 МВт возрастает.

Допустим, турбоагрегат работал со скользким давлением (при полностью открытых четырех клапанах) при нагрузке 175 МВт и давлении в конденсаторе 0,035 кгс/см<sup>2</sup>. Необходимо определить для этого режиме нормативные общий и удельный расходы тепла брутто.

По типовой характеристике (см. график Т-2а) при мощности  $N_T = 175$  МВт находится:

- общий расход тепла на установку -  $Q_0 = 356,05$  Гкал/ч;
- удельный расход тепла, отнесенный к суммарной мощности:

$$q_T = \frac{Q_0}{N_T + N_i \text{ птн}} = 1971 \text{ ккал/(кВт·ч)}.$$

Для перепада в скользкое давление при  $N_T = const = 175$  МВт по графику Т-13а, п.0 определяются поправки к  $Q_0$  (по верхней кривой) и к  $q_T$  (по нижней кривой):  $\alpha_{CK} Q_0 = -1,6\%$ ;  $\alpha_{CK} q_T = -0,73\%$ .

Введением поправок находятся нормативные значения полного и удельного расходов тепла при скользком давлении;

$$\text{- полный расход тепла } Q_0^{CK} = \left(1 - \frac{1,6}{100}\right) \cdot Q_0 = 0,984 \cdot 356,05 =$$

$$350,35 \text{ Гкал/ч};$$

$$\text{- удельный расход тепла } q_T^{CK} = \left(1 - \frac{0,73}{100}\right) \cdot q_T = 0,9927 \cdot 1971 =$$

$$1957 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

2) турбоагрегат работает с выраском питательной воды (26,3т/ч) в промежуточный перегреватель, при нагрузке 290 МВт, давлении в конденсаторе 0,035 кгс/см<sup>2</sup>. Для указанного режима требуется определить нормативные расходы тепла: общий  $Q_0^{впр}$  и удельный  $q_T^{впр}$  расход и расход свежего пара  $D_0^{впр}$ .

По графику Т-2а соответственно  $N_T = 290$  МВт находится (при работе турбоагрегата без впрыска):

$$\text{- общий расход тепла на установку - } Q_0 = 559,6 \text{ Гкал/ч};$$

$$\text{- удельный расход тепла - } q_T = 1869 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

$$\text{- расход свежего пара на турбину } D_0 = 877 \text{ т/ч}.$$

Определяется процент впрыска:

$$\frac{G_{впр}}{D_0} \cdot 100\% = \frac{26,3}{877} \cdot 100 = 3,0\%.$$

По графикам Т-13а и Т-13б находится:

- поправка к общему и удельному расходам тепла (см. график Т-13а, п.д - соответственно 3% впрыска)

$$\alpha(Q, q_T) = 0,6\%;$$

- поправка к расходу свежего пара (см. график Т-13б, п.д - соответственно 3% впрыска)

$$\alpha D_0 = -2,2\%.$$

Введением найденных поправок определяются нормативные значения для рассматриваемого режима со впрыском:

- полный расход тепла на установку

$$Q_0^{впр} = \left(1 + \frac{0,6}{100}\right) \cdot Q_0 = 1,006 \cdot 559,6 = 562,96 \text{ Гкал/ч};$$

- удельный расход тепла

$$q_T^{впр} = \left(1 + \frac{0,6}{100}\right) \cdot q_T = 1,006 \cdot 1869 = 1880 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

- расход свежего пара

$$D_{0\text{впр}} = (1 - \frac{2.2}{100}) \cdot D_0 = 0.978 \cdot 877 = 857,7 \text{ т/ч.}$$

При наличии в установках работы турбоагрегата двух отклонений и более от номинальных поправки алгебраически суммируются.

Система поправочных кривых, охватывающая в практических целях диапазон возможных отклонений условий эксплуатации турбоагрегата К-300-240-2 ХТ13 от номинальных, обеспечивает возможность планирования и нормирования его работы в стандартных условиях.

5. Типовая энергетическая характеристика нетто турбоагрегата К-300-240-2 ХТ13 рассчитана на основе характеристикки брутто этого турбоагрегата при давлении пара в конденсаторе 0,035 кгс/см<sup>2</sup> и соответствует следующим условиям его эксплуатации:

- параметры и тепловая схема установки - см. график Т-2а;
- напор, развиваемый циркуляционными насосами - 10 м вод.ст.;

- расход циркуляционной воды через конденсатор турбины 34800 м<sup>3</sup>/ч, в целом на турбоагрегат - 39000 м<sup>3</sup>/ч;

- КПД циркуляционного насоса 80%;

- расход тепла на СН турбоагрегата 0,59 Ткал/ч (0,1% расхода тепла турбоагрегатом при номинальной мощности);

- расход электроэнергии на СН турбоагрегата учитывается в боту насосов (циркуляционных, конденсатных, сливных из ПИД № 2 и ПИД № 5, системы регулирования, тазоохладителей генератора, системы смазки и маслонакопления, дренажного бака), а также 3% потерь в трансформаторах СН. При расчете расхода электроэнергии на СН турбоагрегата принято, что при нагрузке ниже 200 МВт в работе находится один, а при нагрузке свыше 200 МВт - два конденсатных насоса.

При определении мощности нетто  $N_T^H$  (МВт) из мощности на выходе генератора  $N_T$  вычитается мощность, затраченная на СН турбоагрегата  $N_{Т\text{СН}}$ :

$$N_T^H = N_T - N_{Т\text{СН}}$$

Расход тепла нетто на выработку электроэнергии (Ткал/ч) определяется с включением затрат тепла на СН  $Q_T^C$  и мохд. котлом затрат тепла на привод ПТН ( $Q_{ПТН}^{\text{ном}}$ ):

$$Q_3' = Q_0 - Q_{ПТН}^{\text{ном}} + Q_{Т\text{СН}}$$

где  $Q_0$  - тепло брутто, затраченное на турбоагрегат;

$$Q_{ПТН}^{\text{ном}} = N_{ПТН}^{\text{ном}} \cdot q_T \quad \text{Ткал/ч;}$$

$$q_T = \frac{Q_0}{N_T + N_{ПТН}^{\text{ном}}} \quad \text{ккал/(кВт·ч).}$$

Типовая энергетическая характеристика нетто по расходу тепла аналитически выражается уравнением

$$Q_3' = 50,77 + 1,713 N_T^H \quad \text{Ткал/ч.}$$

Удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии определяется по выражению:

$$q_T^H = \frac{Q_3'}{N_T^H} \quad \text{ккал/(кВт·ч).}$$

При работе на скользшем давлении к удельному и общему расходу тепла (см. график Т-1 и Т-2) вносятся поправки, приведенная на графике Т-13а, п.0 и вычисленная при постоянной мощности на выходе генератора.

При режиме на скользшем давлении мощность  $N_T^H$  (кВт) и удельный и полный расход тепла нетто  $q_T^H$  (ккал) и  $Q_3'$  (ккал) определяются следующим образом:

1) при заданной мощности на выходе генератора  $N_T$  по графику Т-2а находится  $Q_0$ ,  $q_T$  и  $D_0$ ; по графику Т-13а, п.0 - поправка к полному расходу тепла  $\alpha Q_0^{\text{СК}}$ , равная поправке к удельному расходу, определенному как  $q = \frac{Q_0}{N_T}$  (по верхней кривой), по графику Т-76 (по  $h_D = D_0$ ) - внутренняя мощность турбоагрегата при скользшем давлении  $N_{Т\text{СН}}$ ;

2) полный расход тепла брутто, при скользшем давлении  $Q_0^{\text{СК}} = Q_0 (1 + \frac{\alpha Q_0^{\text{СК}}}{100})$ ;

3) расход тепла нетто на выработку электроэнергии при скользшем давлении

$$Q_3^{\text{СК}} = Q_0^{\text{СК}} - Q_{ПТН}^{\text{СК}} + Q_{Т\text{СН}}$$

$$q_T^{\text{СК}} = \frac{Q_3^{\text{СК}}}{N_T^{\text{СК}}}$$

$$Q_3^{\text{СК}} = \frac{Q_0^{\text{СК}}}{1 + N_{ПТН}^{\text{СК}}}$$

4) мощность нетто при скольжении давления

$$N_T^{H(CK)} = N_T - N_T^{CK};$$

5) удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии при скольжении давления

$$q_T^{H(CK)} = \frac{Q'_3(CK)}{N_T^{H(CK)}}.$$

При отклонении напора, развиваемого циркуляционными насосами, от принятого в качестве номинального (10 м вод.ст.) к расходу тепла нетто, определенному по уравнению для заданной мощности нетто, вводится поправка.

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

Расход тепла нетто при мощности нетто турбоагрегата  $N_T^H = 300$  МВт и напоре циркуляционных насосов  $H_{ц.н} = 20$  м вод.ст. определяется следующим образом:

1) по уравнению характеристики нетто  $Q'_3$  определяется

расход тепла нетто при  $H_{ц.н} = 10$  м вод.ст.

$$Q'_3 = 564,67 \text{ Гкал/ч};$$

2) определяется поправка к расходу тепла нетто

$$\alpha Q'_3 = +0,47\%;$$

3) искомым расход тепла нетто при  $H_{ц.н} = 20$  м вод.ст. и неизменной мощности нетто (300 МВт) определяется как

$$Q'_{3\text{нр}} = Q'_3 \cdot \left( 1 + \frac{\alpha Q'_3}{100} \right) = 564,67 \cdot \left( 1 + \frac{0,47}{100} \right) = 567,32 \text{ Гкал/ч}.$$

При определении нормы расхода топлива с помощью Типовой энергетической характеристики, помимо поправок на отклонение условий работы турбоагрегата от номинальных, вводится допуск на эксплуатационные условия. Значение этого допуска принимается в соответствии с "Положением о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (СИТИ ОРГЭС, 1975).

Нормативные графические зависимости действительны в диапазонах, приведенных на соответствующих графиках данной Типовой энергетической характеристики.

Ответственный редактор В.А.Кудряшова

Техн. редактор Н.А.Малькова

Корректор Е.В.Крюкова

2,3 уч.-изд.л.

Цена 23 коп.

1977

Заказ 313/76

Л 88360

Подписано в печать 1/ХП 1977 г.

Тираж 1000 экз.

Репродукция ОПО Союзтехэнерго

109432, Москва, М-432, 2-й Кожуховский проезд, д.29, корп.Б