МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К–300–240 ЛМЗ

(для турбин до заводского №1198)

Рх 34 30 713

СПО
ОРГРЭС
МОСКВА 1976

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главтехуправления
В.ГОРИН
24 декабря 1975 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К-300-240 ЛМЗ

(для турбин до заводского №1198)

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ОРГРЭС

МОСКВА 1976

УДК 621.165-186.5

Настоящая Типовая энергетическая характеристика разработана Южным отделением ОРГРЭС (инженеры П.С. АРХИПОВ, Ю.В. ФЛАК, Р.Е.МАСЛОВА)

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА СВОДКА НОРМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ НА ДВУХКОРПУСНОМ РЕЖИМЕ И С ПТН						Тип К-300-240 ЛМЗ
№ п.п.	Наименование норм		Типовой график	По расходу пара		По расходу тепла	
				Единица измерения		Единица измерения	
I	Характеристика при постоянном давлении (вакууме) в конденсаторе		Т-2а*				
1	Часовой расход холостого хода			т/ч	-	Гкал/(МВт·ч)	34,79
2	Дополнительный удельный расход (прирост)			кг/(кВт·ч)	-	Гкал/(МВт·ч)	I,846
3	Условия характеристики:						
	а) Давление свежего пара и по ступеням		Т-4а, 4б, 4в	кгс/см^2	240	кгс/см^2	240
	б) Температура свежего пара			^{0}C	540	^{0}C	540
	в) Температура пара после промперегрева			^{0}C	540	^{0}C	540
	г) Потеря давления в тракте промперегрева			% $P_{0\,чсд}$	I0,8	% $P_{0\,чсд}$	I0,8
	д) Давление отработавшего пара			кгс/см^2	0,035	кгс/см^2	0,035
	е) Температура питательной воды и основного конденсата		Т-6				
	ж) Расход питательной воды			$D_{пит} = D_0$		$D_{пит} = D_0$	
II	Характеристика при постоянном расходе и температуре охлаждающей воды (для конденсатора 300-КЦС-I ЛМЗ, W= 36000 м^3/ч; t_1^0 =I2^{0}C и параметрах п.I)		Т-Ia				
4	Часовой расход холостого хода			-	-	Гкал/(МВт·ч)	I9,7I
5	Дополнительный удельный расход (прирост)			кг/(кВт·ч)	-	Гкал/(МВт·ч)	I,908
III	Поправки к удельному расходу тепла на отклонение параметров от номинальных значений		Т-I3а				
	а) На I0 кгс/см^2 свежего пара	увеличение		%	График Т-I3а, п.а		
		уменьшение					
	б) На I0^{0}C свежего пара	увеличение		%	-0,39		
		уменьшение		%	+ 0,39		
	в) На I0^{0}C температуры пара промперегрева	увеличение		%	-0,I2		
		уменьшение		%	+0,I2		
	г) На изменение потери давления в тракте промперегрева	увеличение		%	График Т-I3а, п. г		
		уменьшение					
	д) На изменение давления в конденсаторе			%	График Т-I3а, п. в		

* Графики Т-Ia, Т-Iб, Т-2а, Т-2б - см.вклейки.

Даты: изготовления / установки / характеристики	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип К-300-240 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	$t'_{цсд}$ °С	$\Delta P_{пп}/P'_{цсд}$ %	$t_1^в$ °С	W м^3/ч	Поверхность конденсатора F, м^2
300	312	899	930	240	560	565	10,8	12	36000	15400

Сравнение результатов испытаний с гарантийными данными (при номинальных значениях $P_0, t_0, t'_{цсд}, t_1^в, W, F$)

Показатели		Нагрузка, МВт		
		300	250	200
Расход свежего пара D_0, т/ч	по гарантиям	890	720	573
	по испытаниям	903,4	739,5	581,2
Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	по гарантиям	265	252	239
	по испытаниям	271,5	261,9	249,4
Потеря давления в тракте промперегрева $\Delta P_{пп}/P'_{цсд}$, %	по гарантиям	10,8	10,8	10,8
	по испытаниям	10,8	10,8	10,8
Внутренний относительный КПД турбопривода $\eta_{oi\ птн}$, %	по гарантиям	0,820		
	по испытаниям	0,775	0,745	0,760
Удельный расход пара d, кг/(кВт·ч)	по гарантиям	2,870	2,793	2,779
	по испытаниям	2,913	2,869	2,819
Удельный расход тепла брутто на выработку электроэнергии $q_т$, ккал/(кВт·ч)	по гарантиям	1840	1870	1900
	по испытаниям	1866	1884	1910
Отклонение удельного расхода тепла от гарантийного $\Delta q_т$, %		+1,4	+0,7	+0,5
		Среднее +0,9%		

Даты: изготовления / установки / характеристики	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕТТО ТУРБОАГРЕГАТА	Тип К-300-240 ЛМЗ

УСЛОВИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

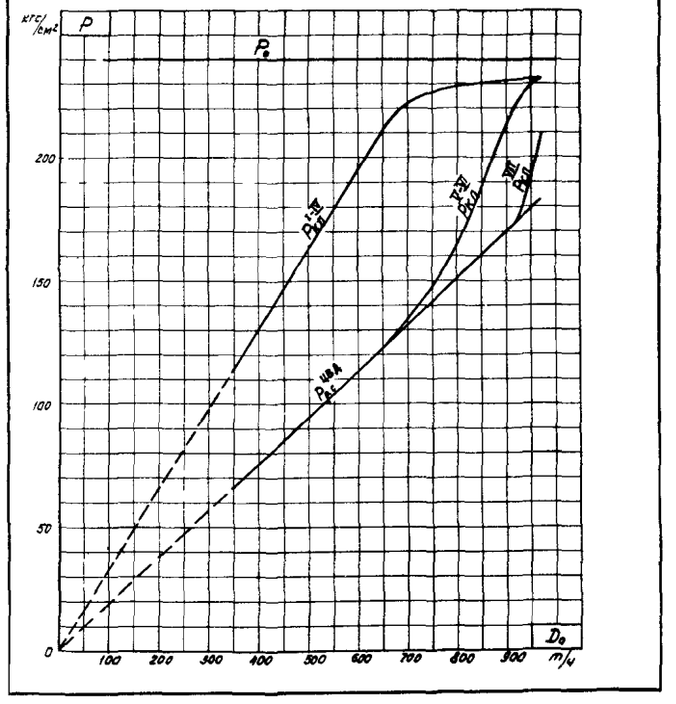
1. Параметры и тепловая схема – график Т-2а
2. Напор циркуляционных насосов 10 м вод.ст.

Мощность на выводах генератора, МВт	160	200	250	300
Внутренняя мощность турбопривода питательного насоса, МВт	5,48	6,48	8,50	11,20
Мощность, затрачиваемая на собственные нужды турбоагрегата, МВт	3,05	3,11	3,54	3,68
В том числе на циркуляционные насосы	1,55			
Расход тепла турбоагрегатом брутто, Гкал/ч	330,15	403,99	496,29	588,59
Мощность нетто турбоагрегата, МВт	156,95	196,89	246,46	296,32
Расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	0,59			
Расход тепла на выработку электроэнергии, включая расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	319,81	391,90	480,56	568,00
Уравнение расхода тепла по мощности нетто	$Q'_э = 40,63 + 1,782 N_T^н$			

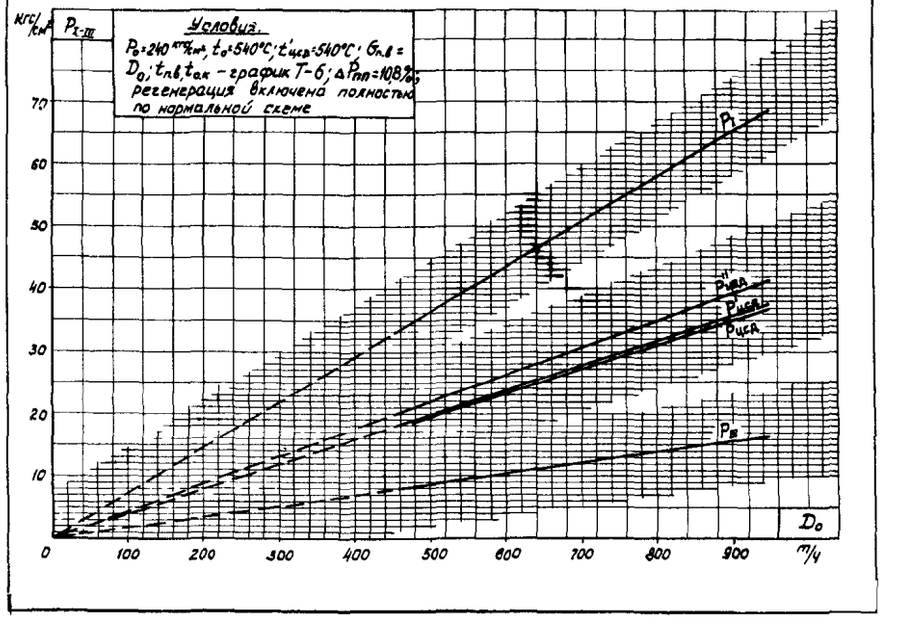
ПОПРАВКИ (%) К ПОЛНОМУ И УДЕЛЬНОМУ РАСХОДАМ ТЕПЛА НЕТТО НА ИЗМЕНЕНИЕ НАПОРА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ НАСОСОВ

Напор насосов, м вод.ст.	Мощность нетто, МВт								
	140	160	180	200	220	240	260	280	300
5	-0,48	-0,42	-0,38	-0,35	-0,32	-0,29	-0,27	-0,26	-0,24
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	+0,48	+0,42	+0,38	+0,35	+0,32	+0,29	+0,27	+0,26	+0,24
20	+0,95	+0,85	+0,76	+0,70	+0,64	+0,59	+0,55	+0,51	+0,48

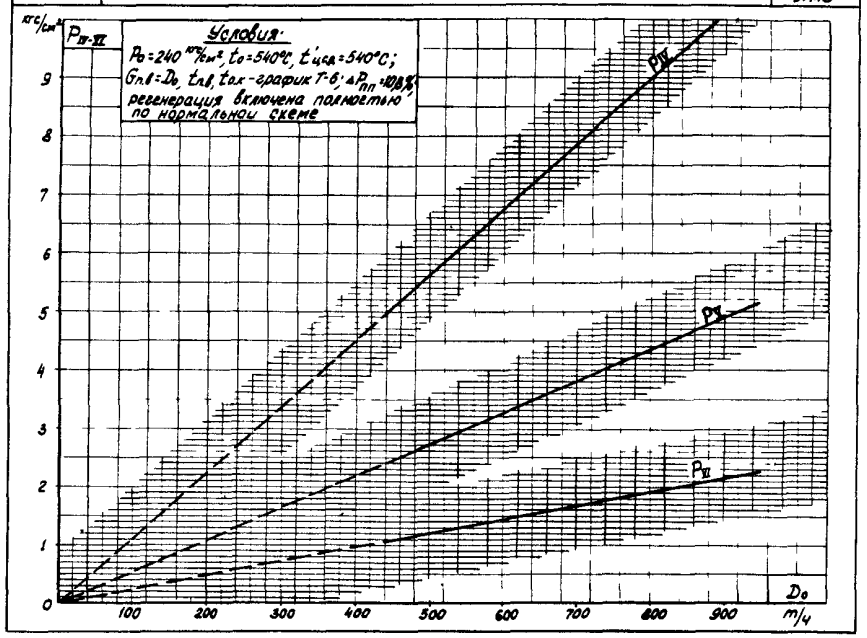
Т-3 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Диаграмма парораспределения ЦВД | Тип К-300-240 ЛМЗ



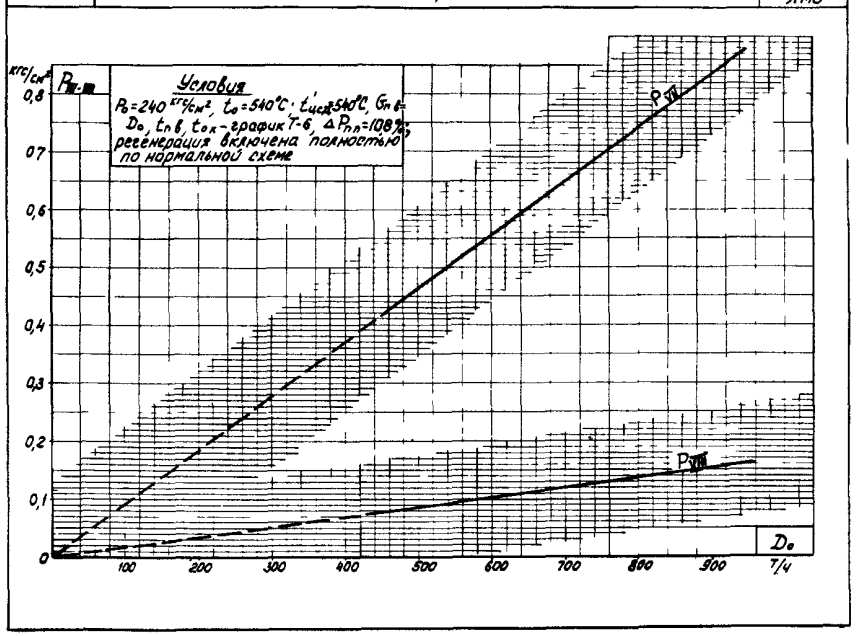
Т-4а | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Давление в отборах, за ЦВД, перед отсечными клапанами ЦСД и после них | Тип К-300-240 ЛМЗ



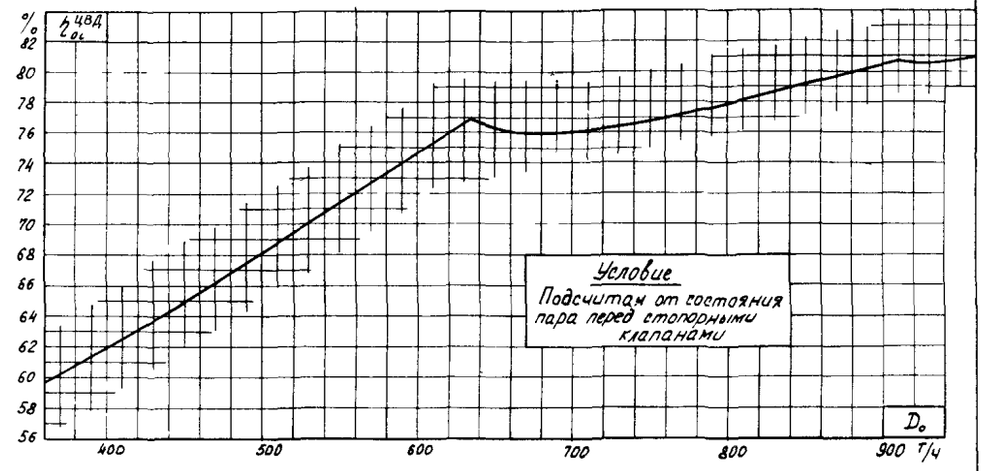
Т-46 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Давление в отборах | Тип К-300-240 ЛМЗ



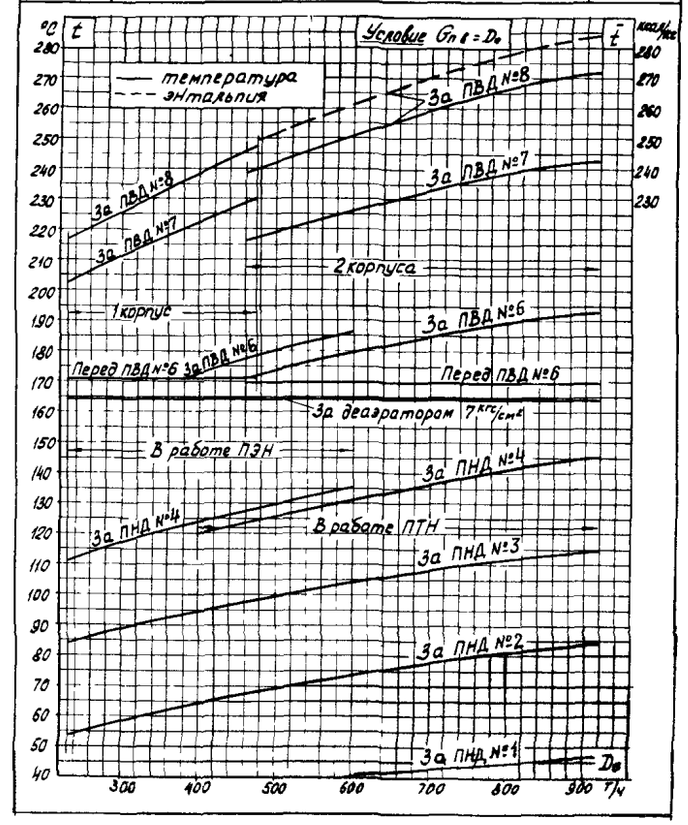
Т-46 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Давление в отборах | Тип К-300-240 ЛМЗ



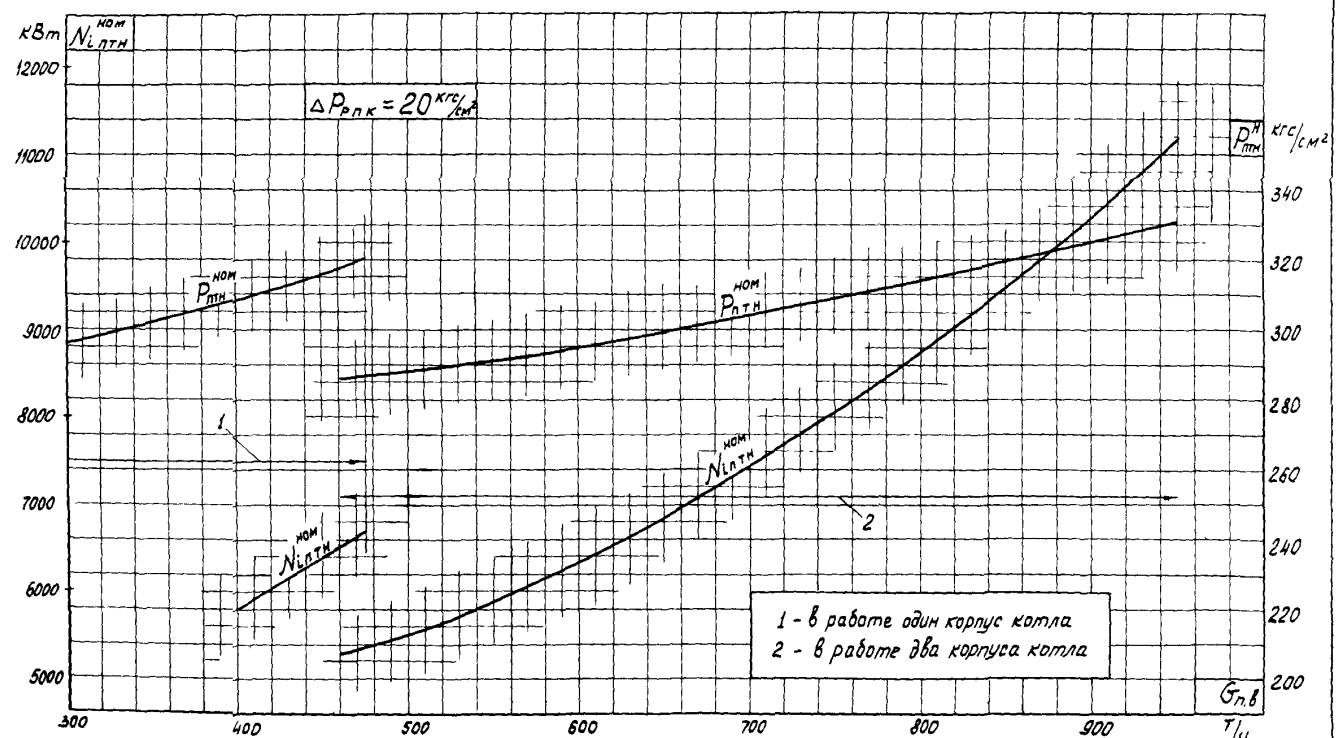
Т-5 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Внутренний относительный КПД ЦВД и ЧСД | Тип К-300-240 ЛМЗ



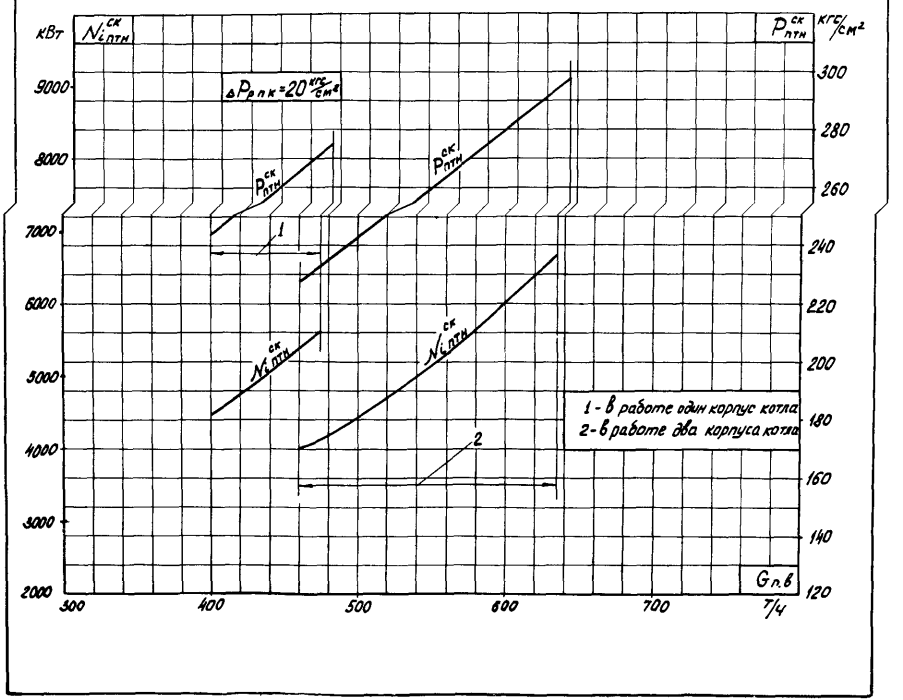
Т-6 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Температура конденсата и питательной воды | Тип К-300-240 ЛМЗ



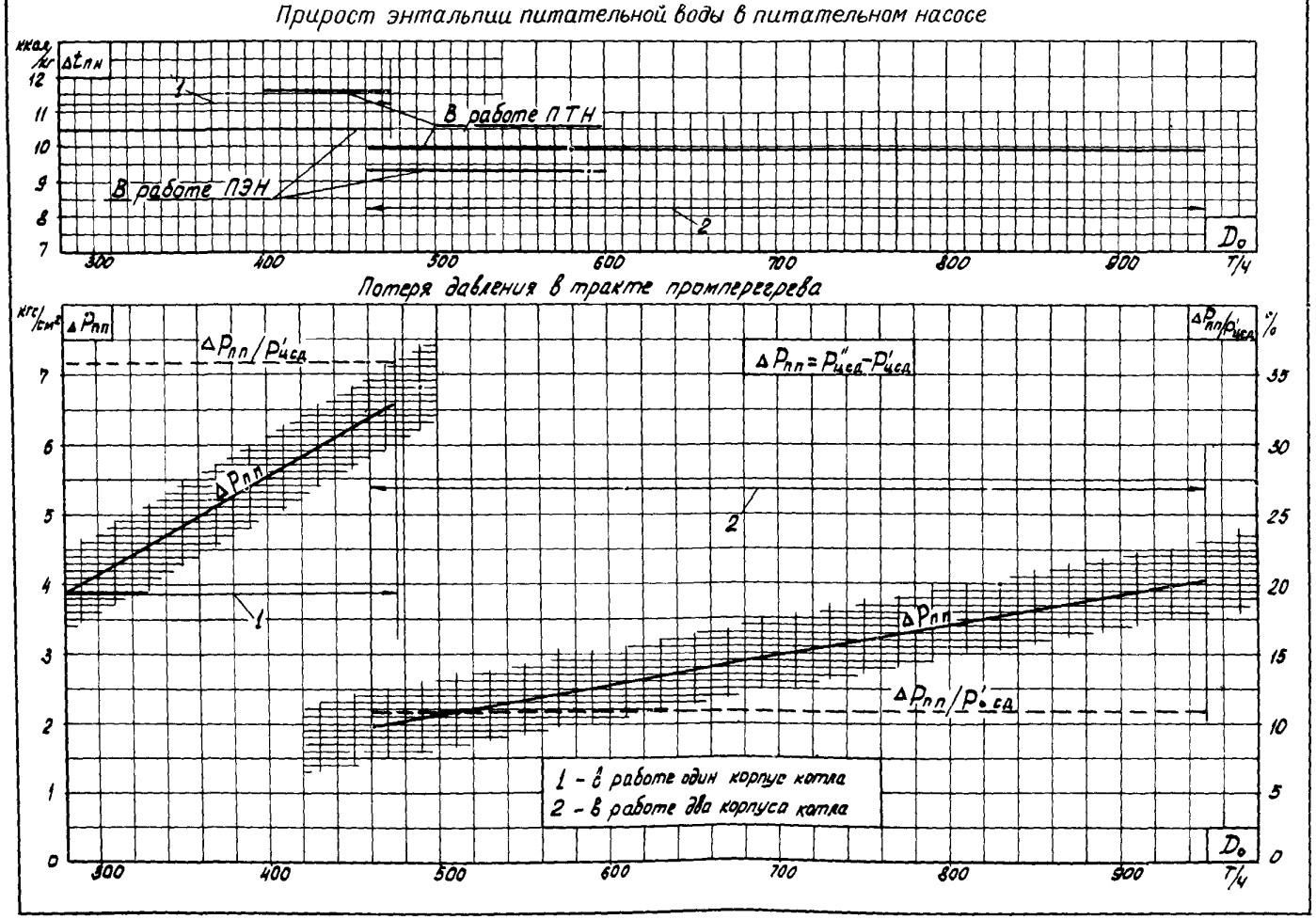
Т-7а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Внутренняя мощность турбопривода и давление на стороне нагнетания питательного турбонасоса при номинальном давлении свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ



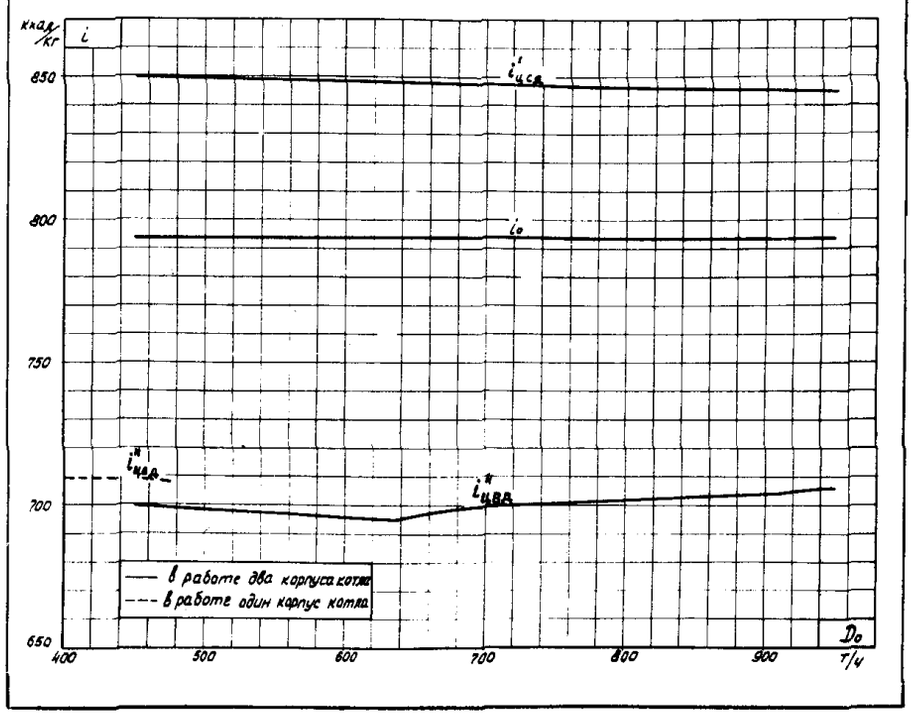
Т-76	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Внутренняя мощность турбопривода и давление на стороне нагнетания питательного турбонасоса при скользящем давлении свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ



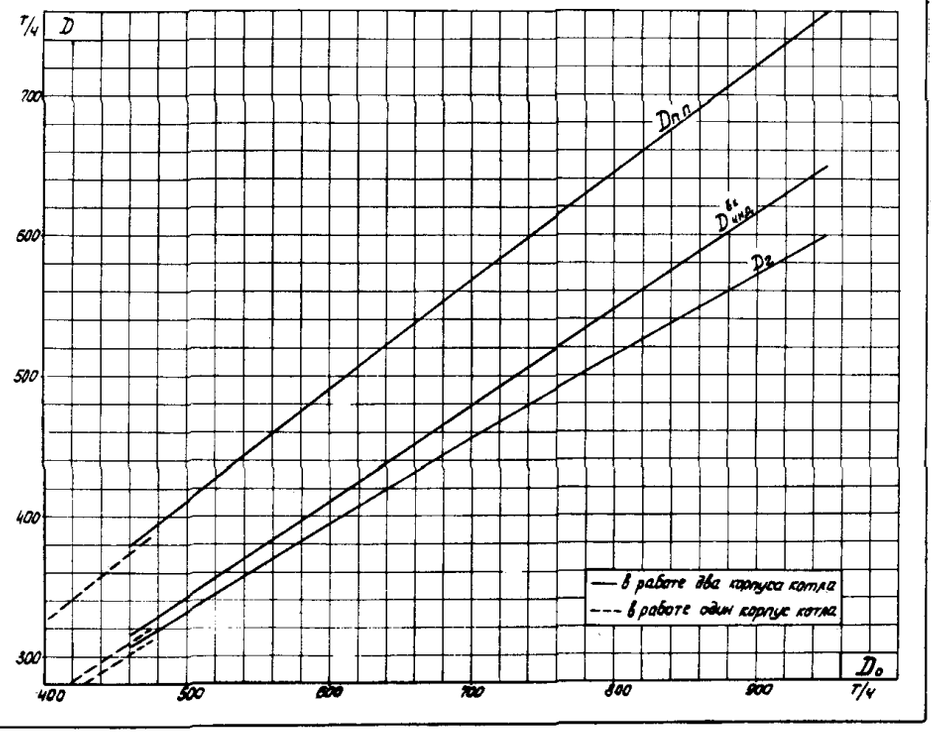
Т-8	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата	Тип К-300-240 ЛМЗ



Т-9 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Энтальпия свежего пара, за ЦВД и перед отсечными клапанами ЦСД | Тип К-300-240 ЛМЗ

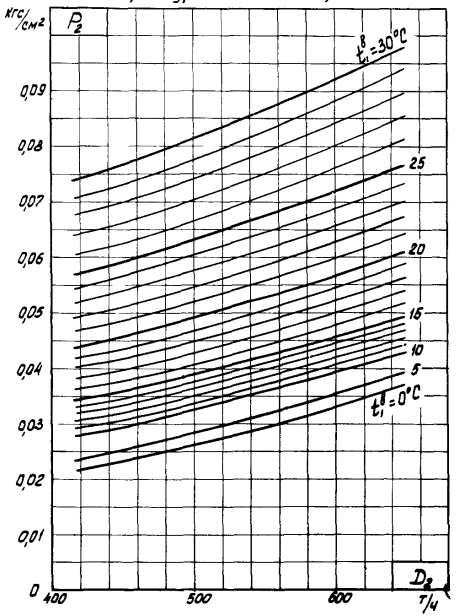


Т-10 | Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара на промежуточный пароперегреватель, в ЧНД и конденсатор | Тип К-300-240 ЛМЗ



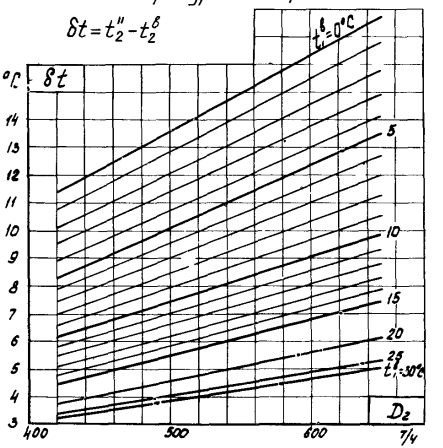
Т-11а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Характеристика конденсатора 300-КЦС-I ЛМЗ; $W_{охл}$ = 36000 м³/ч	Тип К-300-240 ЛМЗ

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

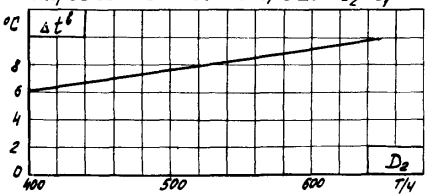


Температурный напор

$\delta t = t_2'' - t_2^в$

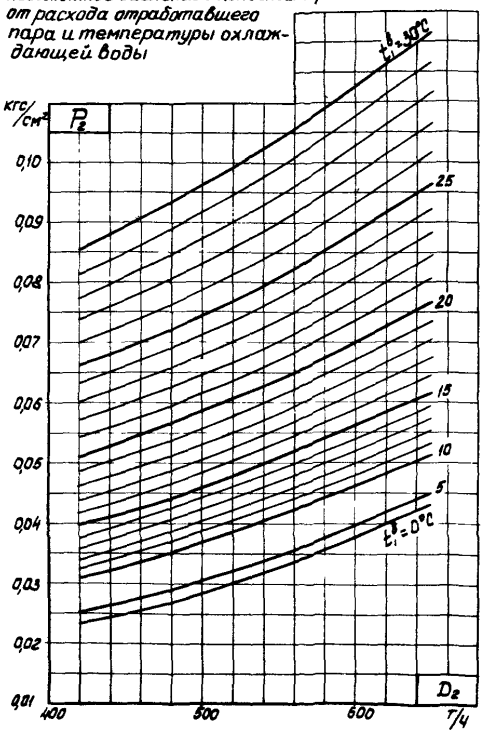


Нагрев воды в конденсаторе $\Delta t^в = t_2^в - t_1^в$

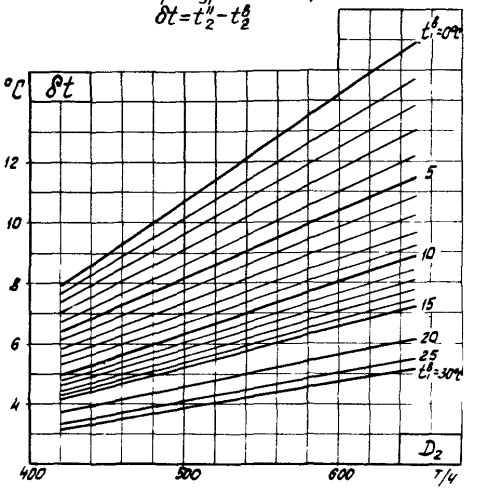


Т-116	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Характеристика конденсатора 300-КЦС-1 ЛМЗ, W=25000 м³/ч	Тип К-300-240 ЛМЗ

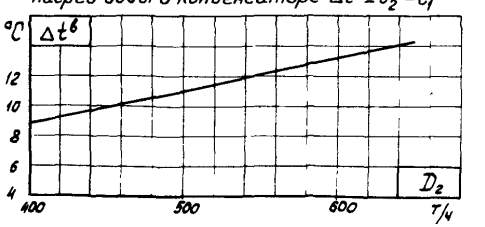
Абсолютное давление в конденсаторе в зависимости от расхода отработавшего пара и температуры охлаждающей воды



Температурный напор $\delta t = t_2^н - t_2^в$

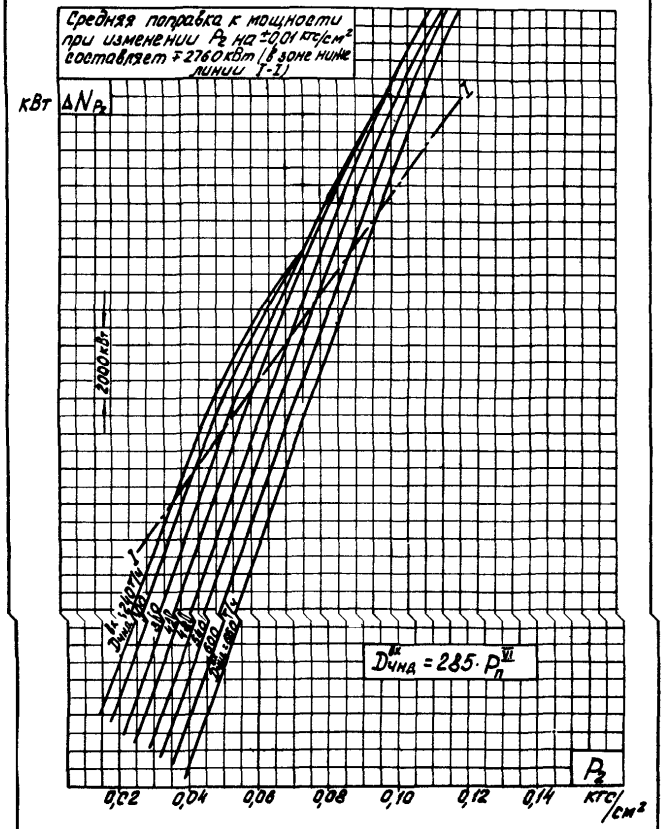


Нагрев воды в конденсаторе $\Delta t^в = t_2^в - t_1^в$



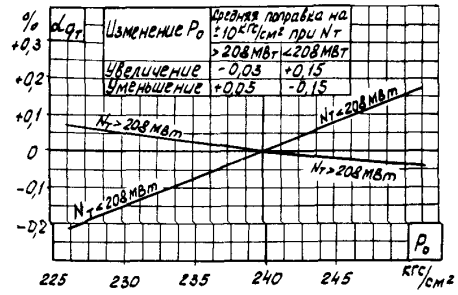
Т-12	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата	Тип К-300-240 ЛМЗ

Поправки к мощности на давление отработавшего пара

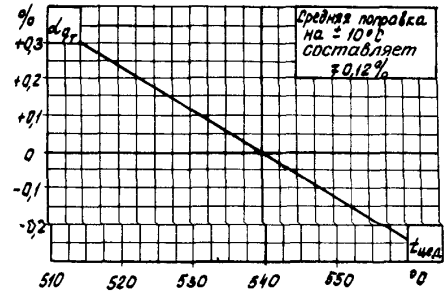


Т-13а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-300-240 ЛМЗ

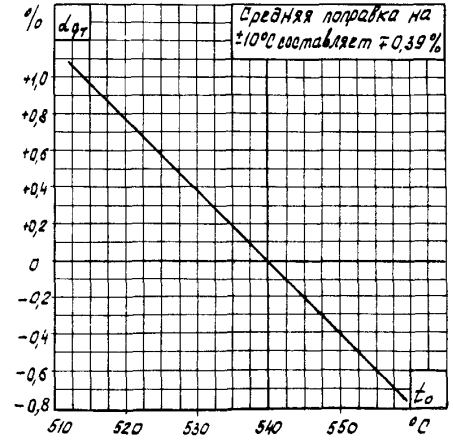
а/ На отклонение давления свежего пара от номинального



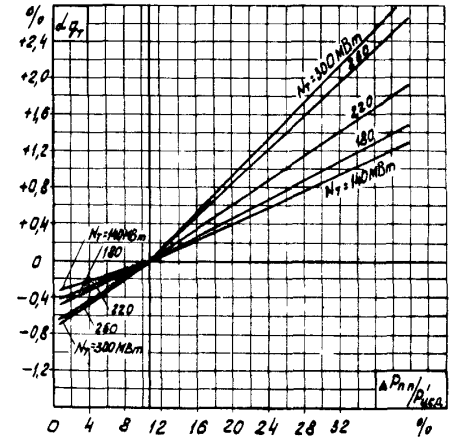
в/ На отклонение температуры пара промперегрева от номинальной



б/ На отклонение температуры свежего пара от номинальной

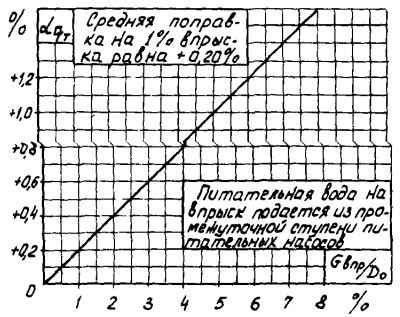


г/ На изменение потери давления в тракте промперегрева

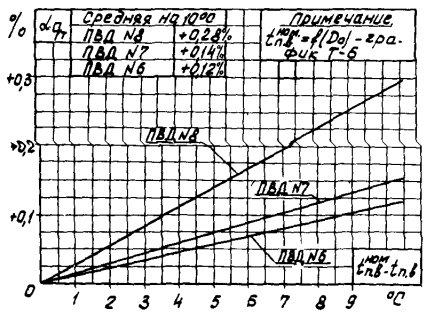


Т-13а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-300-240 ЛМЗ

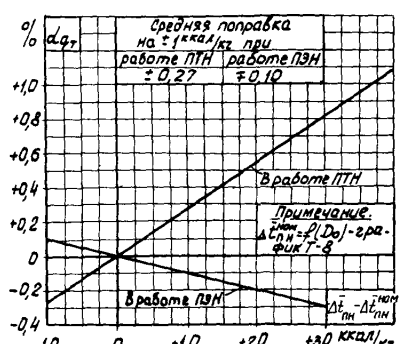
а) На включение впрыска в промежуточный пароперегреватель



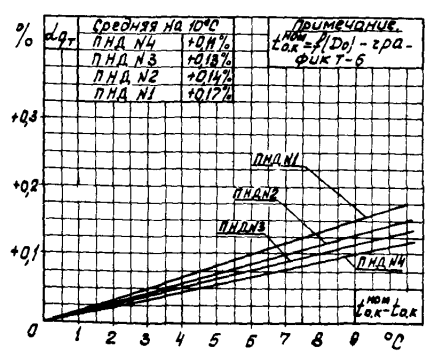
ж) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



е) На изменение нагрева воды в питательном насосе

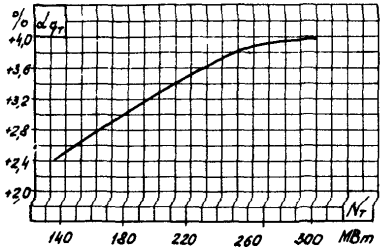


з) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления

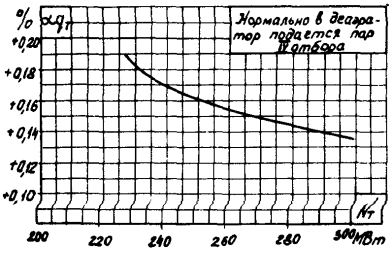


Т-13а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-300-240 ЛМЗ

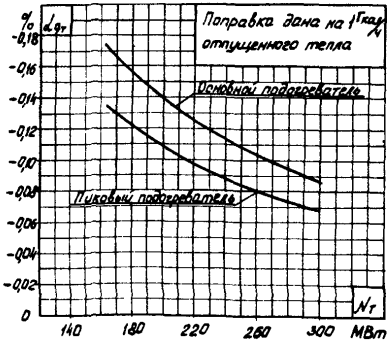
и/ На отключение группы подогревателей высокого давления



к/ На подачу пара в деаэратор из третьего отбора

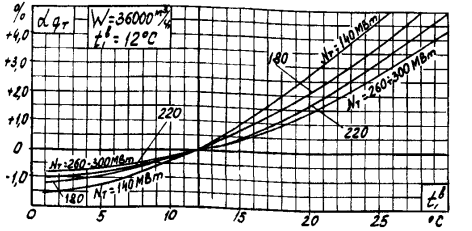


л/ На включение в работу подогревателей сетевой воды

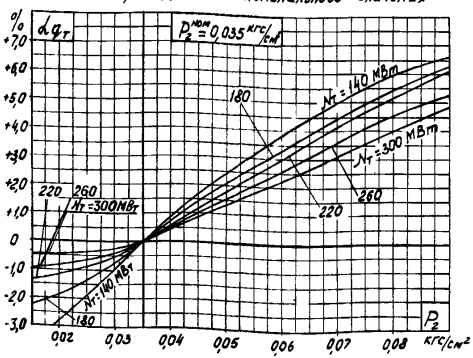


Т-13а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-300-240 ЛМЗ

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

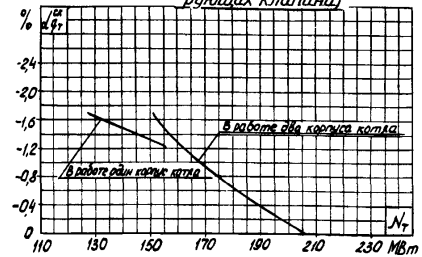


н/ На отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального значения

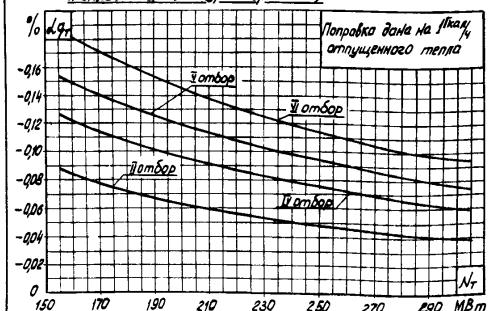


Т-13а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата. Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-300-240 ЛМЗ

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



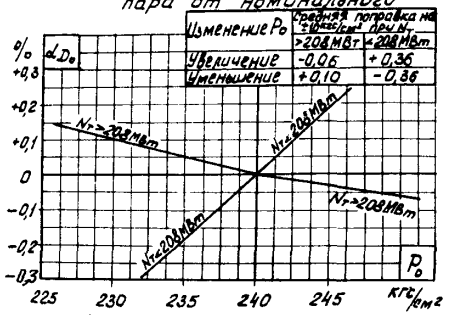
п/ На отпуск пара из отборов сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



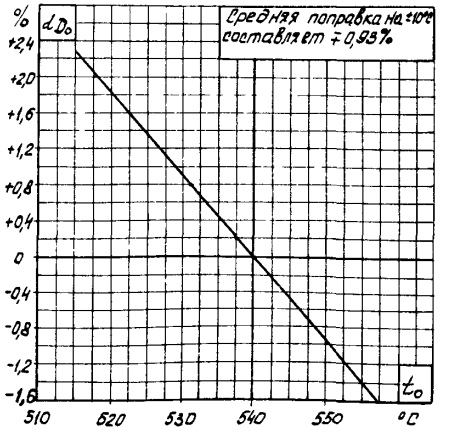
Т-136	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ

а) На отклонение давления свежего пара от номинального

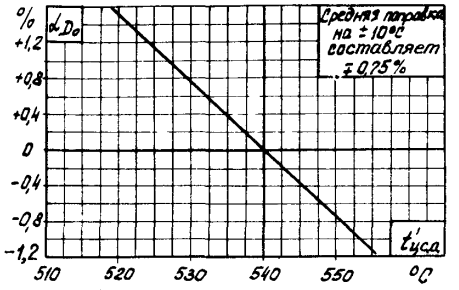
Изменение P_0	Средняя поправка на ±10 кгс/см² при $N_т$ >208 МВт	Средняя поправка на ±10 кгс/см² при $N_т$ <208 МВт
Увеличение	-0,06	+0,36
Уменьшение	+0,10	-0,36



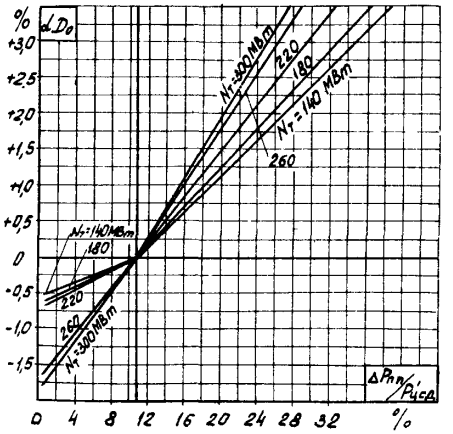
б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной



в) На отклонение температуры пара промперегрева от номинальной

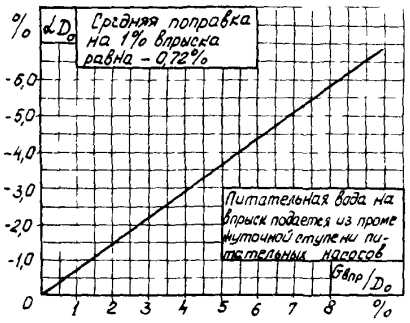


г) На изменение потери давления в тракте промперегрева

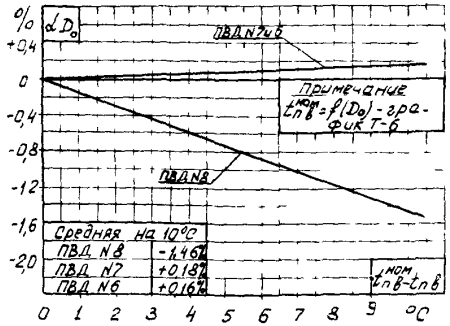


Т-13б	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ

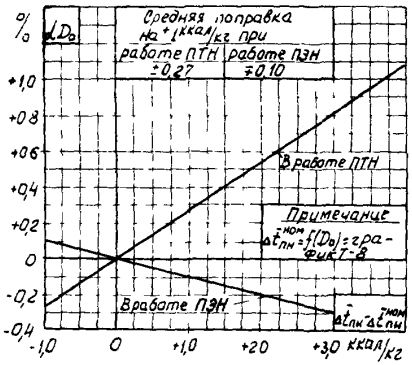
д) На включение впрыска в промежуточный пароперегреватель



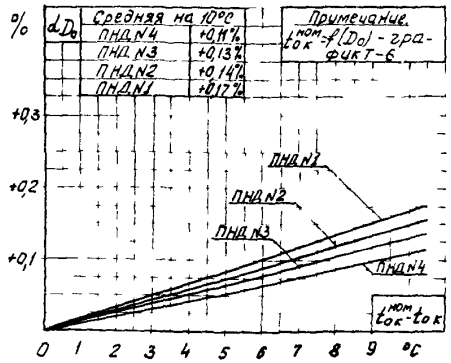
ж) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



е) На изменение нагрева воды в питательном насосе

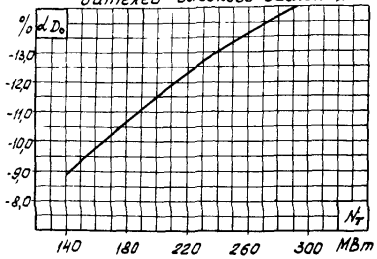


з) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления

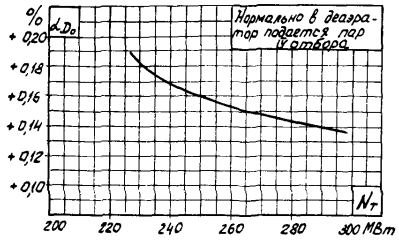


Т-138	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ

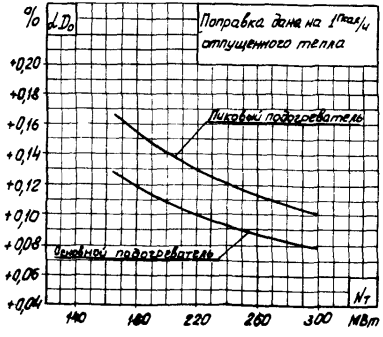
и) На отключение группы подогревателей высокого давления



к) На подачу пара в деаэратор из третьего отбора

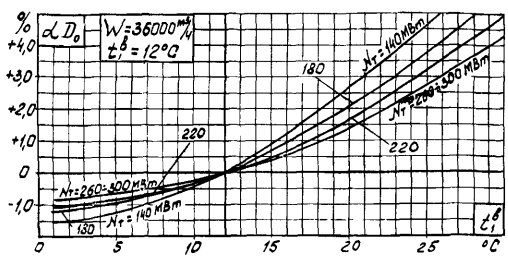


л) На включение в работу подогревателей сетевой воды

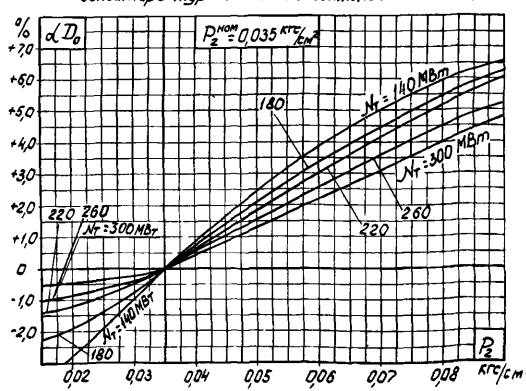


Т-13б	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ

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

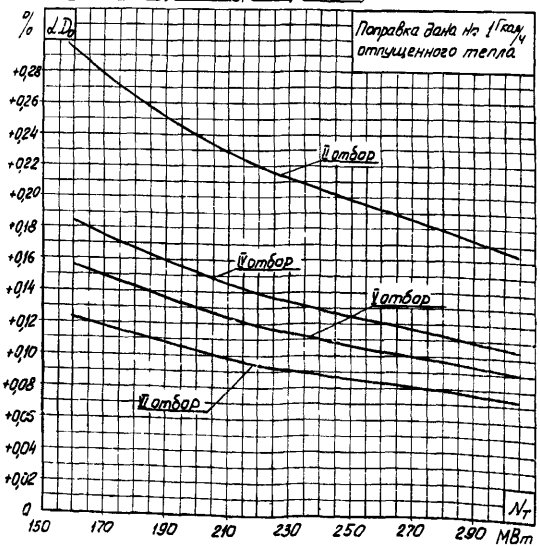


н/ На отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального значения



Т-13б	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-300-240 ЛМЗ

о/ На отбор пара из отборов сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



П Р И Л О Ж Е Н И Е

I. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ составлена на базе испытания турбины № 5 Литовской ГРЭС и турбины № I Каширской ГРЭС. Характеристика распространяется на 36 турбин первых выпусков до заводского № II98. После определения экономической эффективности мероприятий, выполненных заводом на турбинах, начиная с заводского № II98, или после проведения модернизации проточных частей и тепловой схемы характеристика турбины должна быть скорректирована. Характеристика 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 кгс/см^2*;
- температура свежего пара перед автоматическими стопорными клапанами турбины - 540^{0}С;
- температура пара после промперегрева перед защитными клапанами ЦСД - 540^{0}С;
- потери давления на участке от выхлопа ПВД до защитных клапанов ЦСД по отношению к давлению перед защитными клапанами составляют: в двухкорпусном режиме - I0,8%**, в однокорпусном - 35,8% (график Т-8);
- давление отработавшего пара: для характеристики при постоянном давлении пара в конденсаторе - 0,035 кгс/см^2 (графики Т-2а и Т-2б), для характеристики при постоянных расходе и температуре охлаждающей воды (графики Т-Iа и Т-Iб) - в соответствии с тепловой характеристикой конденсатора 300-КЦС-I ЛМЗ при $W_{охл}$ = 36000 м^3/ч и $t_1^в$ = I2^{0}С (график Т-IIа);
- внутренняя мощность турбопривода питательного насоса - по графику Т-7а (соответствует работе турбоагрегата с питательным турбонасосом СВПТ-340-I000 ЛМЗ). На графике Т-7б представлена внутренняя мощность того же насоса при работе турбоагрегата на скользящем давлении свежего пара;
- потеря давления в регуляторе питания котла (РПК) постоянна и равна 20 кгс/см^2;
- прирост энтальпии питательной воды в питательном насосе - график Т-8;
- впрыск во вторичный пароперегреватель отсутствует;
- система регенерации высокого и низкого давлений включена полностью, на деаэратор 7 кгс/см^2 подается пар IУ и Ш отборов (в зависимости от нагрузки);
- расход питательной воды равен расходу свежего пара;
- температура питательной воды и основного конденсата турбины за подогревателями - график Т-6;
- КПД электрического генератора соответствует гарантийным данным завода-изготовителя;
- бойлерная установка отключена;
- пар на деаэрацию конденсата в деаэрационную приставку не подается;
- на концевые уплотнения питательных и бустерных насосов и охлаждение электродвигателя ПЭН подается основной конденсат в количестве 95 т/ч (определено экспериментальным путем);
- внешние потребители пара регенеративных отборов отключены.

Положенные в основу настоящей Типовой энергетической характеристики данные испытаний обработаны с применением "Таблиц теплофизических свойств воды и водяного пара" (Издательство стандартов, I969).

При составлении Типовой энергетической характеристики

---

* В тексте и на графиках приводится абсолютное давление.

** По данным ЛМЗ, потери давления при промперегреве в двухкорпусном режиме составляют I2,5%. Но в эти потери завод включает потерю в защитных клапанах ЦСД и относит ее к давлению перед соплами ЦСД. После пересчета на условия характеристики потери при промперегреве будут равняться I0,8%.

за основу принята заводская тепловая схема; характеристика конденсатора 300-КЦС-I ЛМЗ (графики Т-IIа и Т-IIб) и сетка поправок на изменение давления отработавшего пара (график Т-I2) взяты из "Нормативных характеристик конденсационных установок паровых турбин типа К (СЦНТИ ОРГРЭС, I974).

Пар на деаэратор 7 кгс/см^2 подается из IУ отбора. При нагрузках турбоагрегата ниже 230 МВт давление в камере IУ отбора становится ниже 8 кгс/см^2 и пар на деаэратор подается из Ш отбора.

Дренажи подогревателей высокого давления сливаются каскадно - из ПВД № 8 в ПВД № 7, из ПВД № 7 в ПВД № 6, из ПВД № 6 весь дренаж подается в деаэратор. При давлении пара в камере Ш отбора ниже I0 кгс/см^2 дренаж ПВД № 7 переводится в деаэратор, а дренаж ПВД № 6 переключается в ПНД № 4.

Пиковый и основной подогреватели сетевой воды подключаются соответственно к У и УI отборам турбины. Дренаж пикового подогревателя подается в основной подогреватель и далее поступает в расширитель, который по пару соединен с УП отбором, а по воде - с линией дренажа из ПНД № 2.

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

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

- генератор ТВВ-320-2 завода "Электросила" с водородно-водяным охлаждением;

- четыре подогревателя низкого давления ПН-400-26; ПНД № 4 имеет устройство для снятия перегрева греющего пара, ПНД № 3 снабжен выносным охладителем дренажа ОВ-40;

- шесть ПВД, размещенных в двух параллельно работающих группах (по три ПВД в каждой группе); ПВД № 6 и 8 - типа ПВ-450-380, ПВД № 7 - ПВ-600-380. Все ПВД снабжены устройствами для снятия перегрева греющего пара, а также встроенными охладителями дренажа;

- поверхностный двухходовой конденсатор 300-КЦС-I ЛМЗ с поверхностью охлаждения I5400 м^2 присоединяется к трем выхлопным патрубкам турбины;

- два основных водоструйных эжектора ЭВ-4-I400;

- охладитель уплотнений ПС-II5, включенный в линию основного конденсата перед ПНД № I;

- питательный турбонасос СВПТ-340-I000 ЛмЗ с турбоприводом ОР-I2ПМ Калужского турбинного завода; на него подается пар Ш отбора турбины; из выхлопа турбопривода пар направлен в УI отбор; кроме питательного турбонасоса, предусмотрен пускорезервный питательный насос СВПЭ-320-550 с электроприводом и гидромуфтой и три бустерных насоса I2-ПД-8 с электродвигателем мощностью 500 кВт (постоянно в работе находятся два насоса, один насос в резерве);

- три конденсатных насоса I ступени КСВД-475-75/3 с приводом от электродвигателя мощностью 200 кВт (постоянно в работе находятся два насоса, один насос в резерве);

- три конденсатных насоса П ступени I6КСВIOх5 с приводом от электродвигателя мощностью 500 кВт (постоянно в работе находятся два насоса, один насос в резерве);

- два сливных насоса ПНД IOКСВ9х6; мощность электродвигателя 250 кВт (постоянно в работе один насос, один насос в резерве).

3. Полный расход тепла брутто в зависимости от мощности на выводах генератора аналитически выражается следующими уравнениями.

При постоянном давлении пара в конденсаторе (P_2 = =0,035 кгс/см^2):

а) в работе питательный турбонасос (график Т-2а):

- при работе с двумя корпусами котла

$$Q_0 = 34{,}79 + I{,}846 N_T \quad \text{Гкал/ч};$$

- при работе с одним корпусом котла

$$Q_0 = 3I{,}84 + I{,}897 N_T \quad \text{Гкал/ч};$$

б) в работе питательный электронасос (график Т-2б):

- при работе с двумя корпусами котла

$$Q_0 = 3I{,}00 + I{,}796 N_T \quad \text{Гкал/ч};$$

- при работе с одним корпусом котла

$$Q_0 = 30{,}65 + I{,}8I9 N_T \quad \text{Гкал/ч}.$$

При постоянных расходе (W = 36000 м³/ч) и температуре ($t_1^в$ = I2°C) охлаждающей воды:

а) в работе питательный турбонасос (график Т-Iа):

- при работе с двумя корпусами котла

$$Q_0 = I9,7I + I,908N_т \quad Гкал/ч;$$

- при работе с одним корпусом котла

$$Q_0 = I8,54 + I,950N_т \quad Гкал/ч;$$

б) в работе питательный электронасос (график Т-Iб):

- при работе с двумя корпусами котла

$$Q_0 = I7,90 + I,846N_т \quad Гкал/ч;$$

- при работе с одним корпусом котла

$$Q_0 = I7,52 + I,870N_т \quad Гкал/ч.$$

Зависимость расхода свежего пара от нагрузки в ряде режимов имеет криволинейный характер. Поэтому она представлена только графически.

Характеристика составлена при работе генератора с собственным возбудителем. В случае работы с резервным возбудителем мощность турбоагрегата брутто определяется как разность между мощностью на выводах генератора и мощностью, потребляемой резервным возбудителем.

4. Расход тепла и пара для заданной мощности в условиях эксплуатации определяется по соответствующим зависимостям характеристики с последующим введением необходимых поправок (графики Т-I3а и Т-I3б); эти поправки учитывают отклонения эксплуатационных условий от условий характеристики.

Поправки даны при постоянной мощности на выводах генератора. Пользование системой поправочных кривых поясняется следующими примерами.

I) При эксплуатации турбоагрегата с включенными подогревателями сетевой воды к данным характеристики вносятся поправки, которые определяются по графикам Т-I3а, п.л и Т-I3б, п.л соответственно часовым отпускам тепла основным (работающим от УI отбора) и пиковым (работающим от У отбора) подогревателями сетевой воды, вычисленным по формулам:

$$Q_{отп}^{о.б} = G_{сет}\left(\bar{t}_{вых}^{о.б} - \bar{t}_{вх}^{о.б}\right) \cdot I0^{-3} \text{ Гкал/ч};$$

$$Q_{отп}^{п.б} = G_{сет}\left(\bar{t}_{вых}^{п.б} - \bar{t}_{вх}^{п.б}\right) \cdot I0^{-3} \text{ Гкал/ч},$$

где $Q_{отп}^{о.б}$ и $Q_{отп}^{п.б}$ – соответственно часовые расходы тепла, отпущенного основным и пиковым подогревателями сетевой воды тепловому потребителю, Гкал/ч;

$G_{сет}$ – расход сетевой воды через теплофикационную установку, замеренный по станционному расходомеру, т/ч;

$\bar{t}_{вх}^{о.б}$ и $\bar{t}_{вых}^{о.б}$ – энтальпия сетевой воды на входе в основной подогреватель и выходе из него, ккал/кг;

$\bar{t}_{вх}^{п.б}$ и $\bar{t}_{вых}^{п.б}$ – энтальпия сетевой воды на входе в пиковый подогреватель и выходе из него, ккал/кг.

2) Турбоагрегат работает с нагрузкой 250 МВт при номинальных условиях, соответствующих данной Типовой энергетической характеристике. Из П и У отборов решено отбирать сверх нужд регенерации тепло в количестве соответственно 8 и 4 Гкал/ч.

Требуется определить в новом режиме удельный расход тепла (q') и расход свежего пара (D_0'):

а) по графику Т-Iа соответственно мощности $N_т$ = 250 МВт находятся при условиях характеристики $q_т$ = = I987 ккал/(кВт·ч) и D_0 = 783,0 т/ч;

б) по графикам Т-I3а, п.п и Т-I3б, п.о соответственно мощности $N_т$ = 250 МВт и величинам отбора тепла определяется поправка к $q_т$:

- на П отбор в количестве 8 Гкал/ч: - 0,0495·8=-0,396%,
- на У отбор в количестве 4 Гкал/ч: - 0,0945·4=-0,378%.

Суммарная поправка: - 0,774%

и поправка к D_0 :

- на П отбор: ..... + 0,I99 · 8 = +I,592%
- на У отбор: ..... + 0,I08 · 4 = +0,432%

Суммарная поправка: +2,024%

в) удельный расход тепла и расход свежего пара в новых условиях:

$$q_т' = q_т \cdot \frac{I00 - 0,774}{I00} = I987 \cdot 0,9923 = I972 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

$$D_0' = D_0 \cdot \frac{I00 + 2,024}{I00} = 783 \cdot I,0202 = 798,8 \text{ т/ч}.$$

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

Система поправочных кривых, охватывающая практически весь диапазон возможных отклонений условий эксплуатации турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ от номинальных, обеспечивает возможность планирования и нормирования его работы в условиях электростанции.

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

- параметры и тепловая схема установки - график Т-2а;
- напор, развиваемый циркуляционными насосами, - I0 м вод.ст.;
- расход циркуляционной воды через конденсатор турбины - 36000 м^3/ч, в целом на турбоагрегат - 40000 м^3/ч;
- КПД циркуляционного насоса - 80%;
- расход тепла на собственные нужды турбоагрегата составляет 0,59 Гкал/ч (0,I% расхода тепла турбоагрегатом при номинальной мощности);
- расход электроэнергии на собственные нужды турбоагрегата учитывает работу насосов (циркуляционных, конденсатных, сливного из ПНД № 2, системы регулирования, газоохладителей генератора, системы смазки и маслоснабжения, дренажного бака, основных эжекторов, водяного охлаждения статора генератора), а также 3% потерь в трансформаторах собственных нужд.

При расчете расхода электроэнергии на собственные нужды турбоагрегата принято, что при нагрузке ниже 2I0 МВт в работе находится один, а при нагрузке свыше 2I0 МВт - два конденсатных насоса.

При определении мощности нетто ($N_т^н$) из мощности на выводах генератора ($N_т$) вычиталась мощность, затраченная на собственные нужды турбоагрегата ($N_т^{сн}$):

$$N_т^н = N_т - N_т^{сн} \text{ МВт},$$

Расход тепла нетто на выработку электроэнергии определялся с включением затрат тепла на собственные нужды ($Q_т^{сн}$) и исключением тепла, затраченного на привод ПТН ($Q_{птн}^н$):

$$Q_э' = Q_0 - Q_{птн}^н + Q_т^{сн} \text{ Гкал/ч}.$$

Здесь Q_0 - тепло брутто, затраченное на турбоагрегат;

$$Q_{птн}^{ном} = N_{i\,птн}^{ном} q_т \text{ Гкал/ч},$$

где $$q_т = \frac{Q_0}{N_т + N_{i\,птн}^{ном}} \text{ ккал/(кВт·ч)}.$$

Типовая энергетическая характеристика нетто по расходу тепла аналитически выражается уравнением

$$Q_э' = 40,63 + I,782 N_т^н \text{ Гкал/ч}.$$

Удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии определяется по выражению

$$q_т^н = \frac{Q_э'}{N_т^н} \text{ ккал/(кВт·ч)},$$

При работе на скользящем давлении к удельному и общему расходам тепла (графики Т-I и Т-2) вносится поправка, представленная на графике Т-I3 э, п.о и вычисленная при постоянной мощности на выводах генератора.

При режиме на скользящем давлении мощность ($N_T^{н(ск)}$), удельный и полный расходы тепла нетто ($q_T^{н(ск)}$ и $Q_э^{'(ск)}$) определяются следующим образом:

I) при заданной мощности на выводах генератора (N_T) по графику Т-2а находятся Q_0 , q_T и D_0 , по графику Т-I3а, п.о - поправка к полному расходу тепла ($\alpha Q_0^{ск}$), равная поправке к удельному расходу тепла ($\alpha q_T^{ск}$), а по графику Т-7б (по $D_0 = G_{пв}$) находится внутренняя мощность турбопривода при скользящем давлении ($N_{i\,птн}^{ск}$);

2) полный расход тепла брутто при скользящем давлении

$$Q_0^{ск} = Q_0 \left(1 + \frac{\alpha Q_0^{ск}}{100}\right);$$

3) расход тепла нетто на выработку электроэнергии при скользящем давлении

$$Q_э^{'(ск)} = Q_0^{ск} - Q_{птн}^{ск} + Q_T^{сн},$$

где $Q_{птн}^{ск} = q_T^{ск} N_{i\,птн}^{ск}$ при этом

$$q_T^{ск} = \frac{Q_0^{ск}}{N_T + N_{i\,птн}^{ск}};$$

4) мощность нетто при скользящем давлении

$$N_T^{н(ск)} = N_T - N_T^{сн};$$

5) удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии при скользящем давлении

$$q_T^{н(ск)} = \frac{Q_э^{'(ск)}}{N_T^{н(ск)}}.$$

При отклонении напора, развиваемого циркуляционными насосами, от принятого в качестве номинального (I0 м вод.ст.) к расходу тепла нетто, определенному по уравнению для заданной мощности нетто, вводится поправка.

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

Определить расход тепла нетто при мощности нетто турбоагрегата $N_T^н = 300$ МВт и напоре циркуляционных насосов $H_{цн} = 20$ м вод.ст.:

I) по уравнению характеристики нетто ($Q_э'$) определяется расход тепла нетто при $H_{цн} = I0$ м вод.ст.

$$Q_э' = 575{,}23 \text{ Гкал/ч};$$

2) определяется поправка к расходу тепла нетто

$$\alpha Q_э' = +0{,}48\%;$$

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

$$Q_{э\,пр}' = Q_э' \left(1 + \frac{\alpha Q_э'}{100}\right) = 575{,}23 \left(I + \frac{0{,}48}{I00}\right) = 577{,}99 \text{ Гкал/ч}.$$

При определении с помощью Типовой энергетической характеристики нормы расхода топлива помимо поправок на отклонение условий работы турбоагрегата от номинальных вводится допуск на ухудшение состояния оборудования в межремонтный период. Величина этого допуска принимается в соответствии с "Положением о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (СЦНТИ ОРГРЭС, I975).

Типовая
энергетическая характеристика
турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ
(для турбин до заводского № 1198)

Ответственный редактор З.И.Игнаткова

Техн.редактор И.Т. Леонтьева Корректор В.И.Шахнович

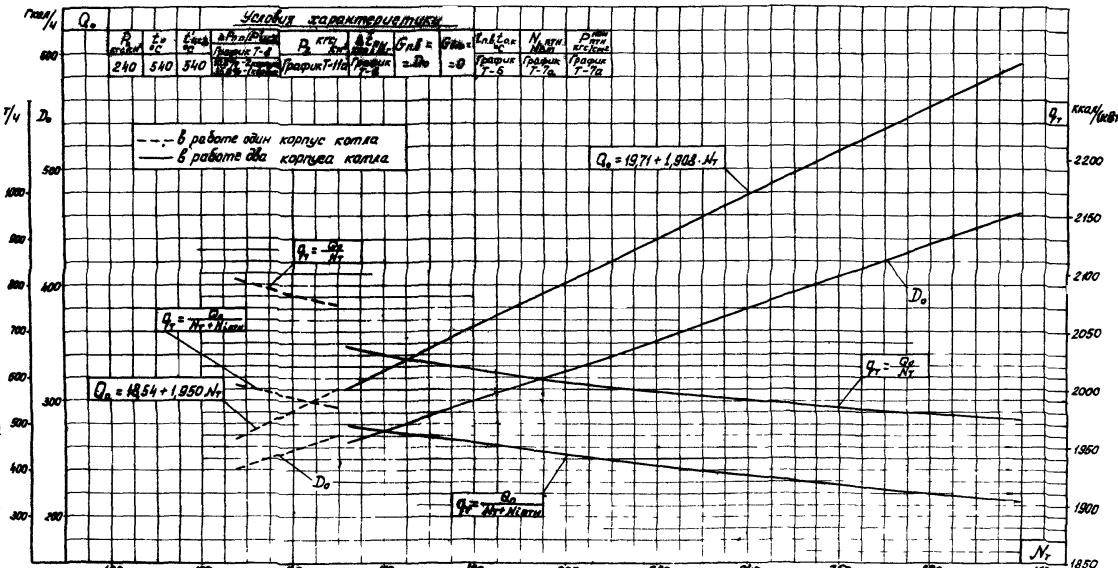
2,5 уч.-изд.л. Цена 25 коп. Заказ № 424/75 (83/76)
Л 58748 Подписано к печати 24/П 1976 г. Тираж 1000 экз.

Ротапринт СПО ОРГРЭС
109432, Москва, Ж-432, 2-й Кожуховский проезд, д.29, корп.6

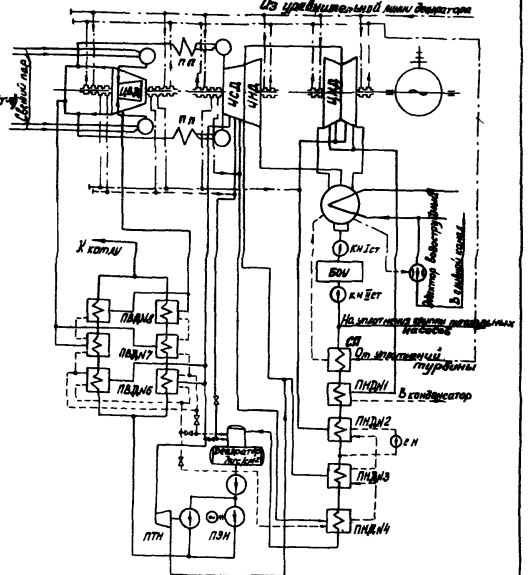
Т-1а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара и тепла при $W=36000$ м³/ч и $t_1^в=12°C$ (питательный насос с турбоприводом)

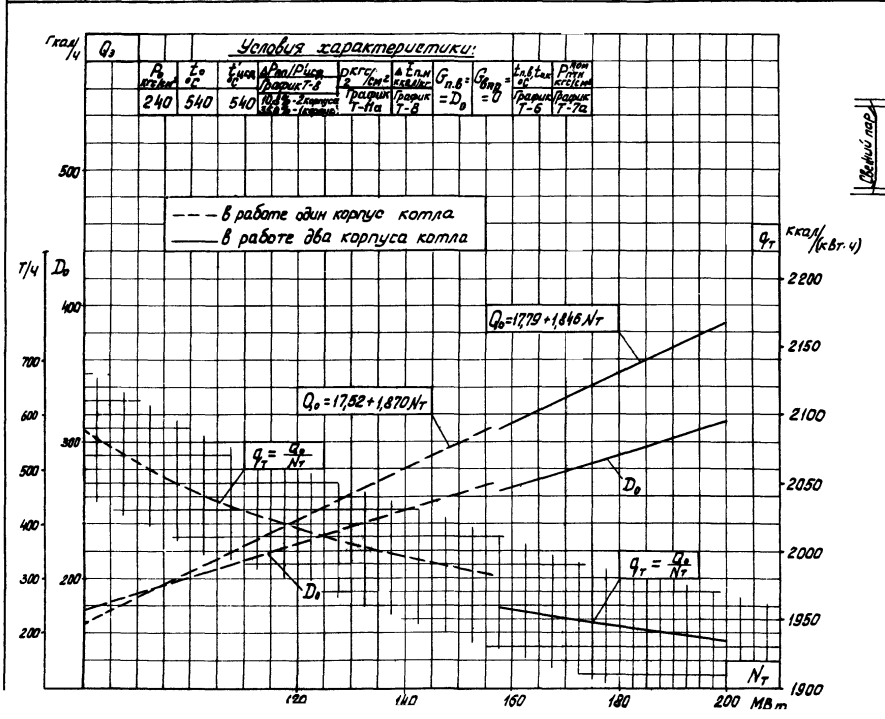
Тип К-300-240 ЛМЗ



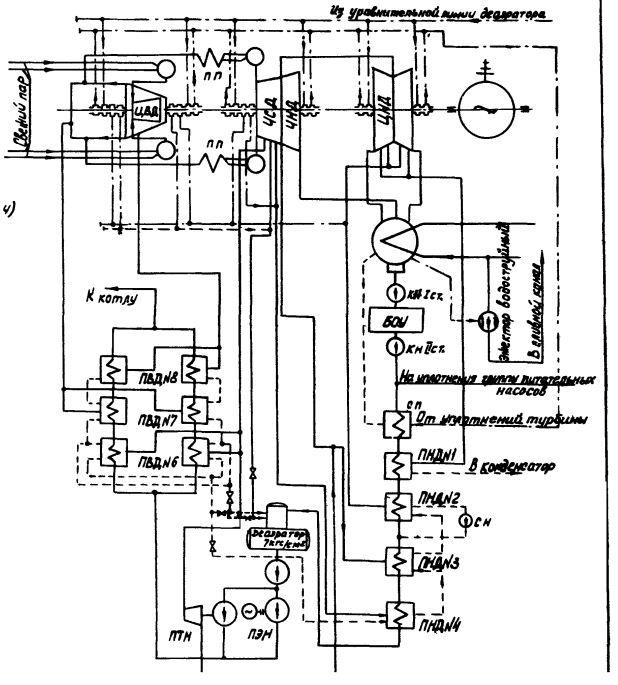
Принципиальная тепловая схема



Т-1б	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Расход пара и тепла при $W=36000$ м³/ч и $t_1^в=12°C$ (питательный насос с электроприводом)	Тип К-300-240 ЛМЗ



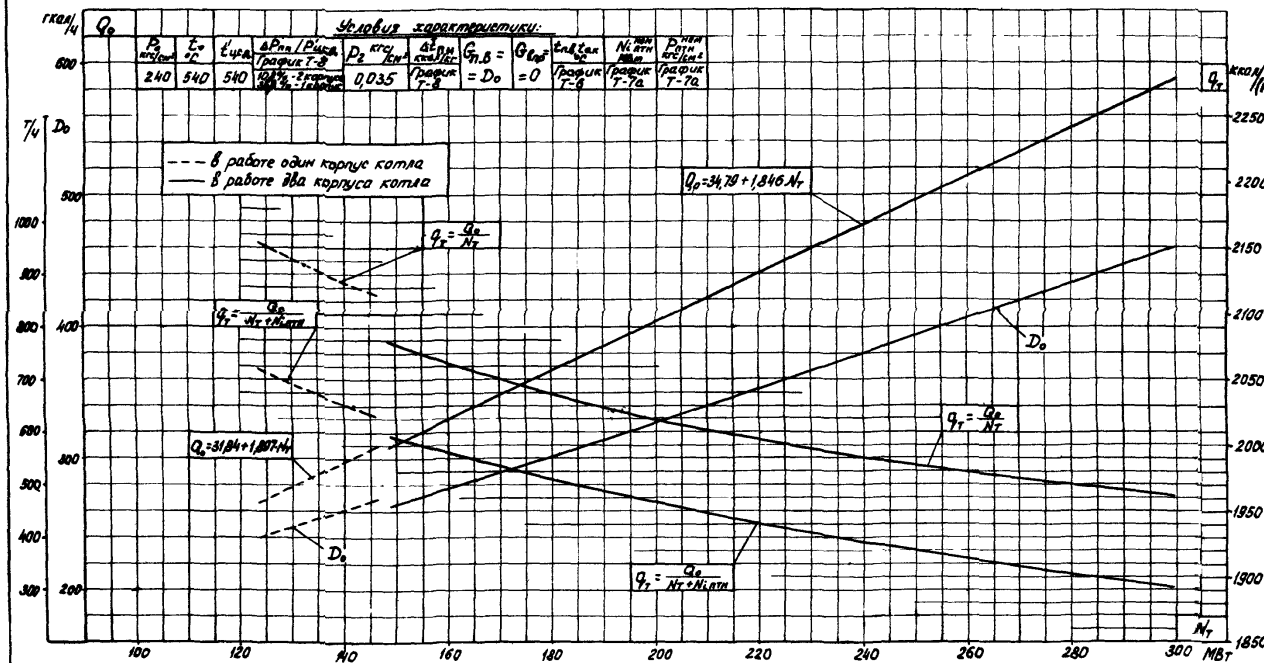
Принципиальная тепловая схема



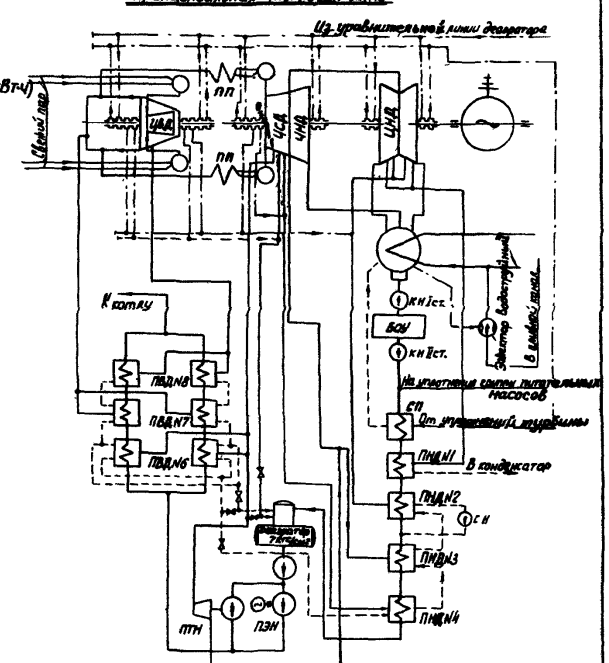
Т-2а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара и тепла при P_2 = 0,035 кгс/см² / питательный насос с турбоприводом /

Тип К-300-240 ЛМЗ



Принципиальная тепловая схема

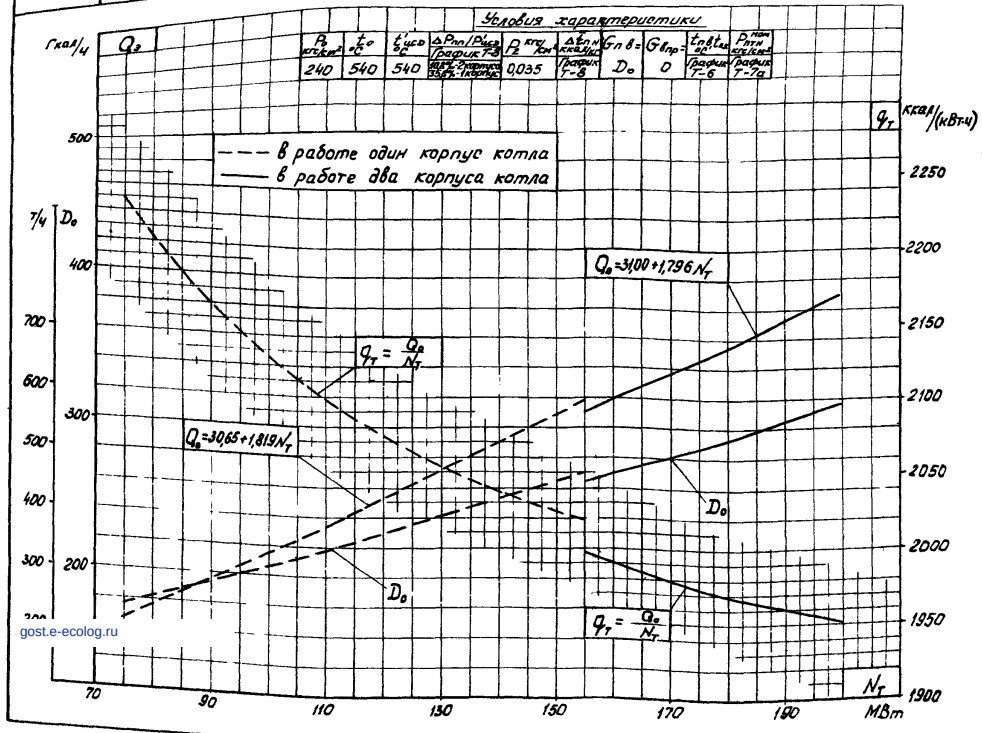


Т-2б

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара и тепла при $P_2 = 0{,}035$ кгс/см² (питательный насос с электроприводом)

Условия характеристики

P_0 кгс/см²	t_0 °C	$t'_{цсд}$ °C	$\Delta P_{пп}/P'_{цсд}$ График Т-8	P_2 кгс/см²	$\Delta t_{пн}$ ккал/кг	$G_{пв} = D_0$	$G_{впр} = 0$	$t_{пв}$ °C, $t_{вх}$	$P_{пти}^{ном}$ кгс/см²
240	540	540	10,2%-2 отпуска 35,8%-1 отпуск	0,035	График Т-8			График Т-6	График Т-7а



gost.e-ecolog.ru

Принципиальная тепловая схема

