МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

СПО

СОЮЗТЕХЭНЕРГО

МОСКВА 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главтехуправления
В.И.ГОРИН
24 ноября 1977 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА 1978

Настоящая Типовая энергетическая характеристика разработана Южтехэнерго
(инженеры П.С.АРХИПОВ, С.М.МАКАРОВ и техник Р.Е.МАСЛОВА)

© СПО Союзтехэнерго, 1978.

Типовая
энергетическая характеристика
турбоагрегата К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

Ответственный редактор Н.А.Натансон
Литературный редактор А.А.Шиканян
Технический редактор Е.И.Сапожникова
Корректор Е.В.Крюкова

Л 79712	Подписано к печати 22/У 1978 г.	Формат 60х84 1/8
Печ.л. 2,5 (усл.печ.л.2,33)	Уч.-изд.л. 1,9	Тираж 1600экз.
Заказ № 219/78	Издат. № 125/77	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

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА СВОДКА НОРМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ								Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) 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							
I. Часовой расход холостого хода (условный)		т/ч	I0,6	-	Гкал/ч	II,3	-	
2. Дополнительный удельный расход (прирост)		т/(МВт·ч)	3,43I	3,973	Гкал/(МВт·ч)	2,004	2,236	
3. Излом характеристики		т/ч	I34,8I		Гкал/ч	83,84		
		МВт	36,2		МВт	36,2		
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		^{o}C	535		^{o}C	535		
в) Давление отработавшего пара		кгс/см^2	0,035		кгс/см^2	0,035		
г) Температура питательной воды и основного конденсата	Т-5а,Т-5б							
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* 50-КЦС-5 ЛМЗ, W = 8000 м^3/ч, $t_1^в$ = I5^{o}C и параметрах п.I,4,а,б,г,д)	Т-I							
I. Часовой расход холостого хода (условный)		т/ч	8,0	-	Гкал/ч	9,8	-	
2. Дополнительный удельный расход (прирост)		т/(МВт·ч)	3,508	4,047	Гкал/(МВт·ч)	2,048	2,278	
3. Излом характеристики		т/ч	I34,8I		Гкал/ч	83,84		
		МВт	36,I5		МВт	36,I5		
III. Поправки к удельному расходу тепла на отклонение параметров от номинальных значений	Т-8а							
а) На I0 кгс/см^2 свежего пара — Увеличение		%	График Т-8а, п.а					
а) На I0 кгс/см^2 свежего пара — Уменьшение		%						
б) На I0^{o}C свежего пара — Увеличение		%	- 0,34					
б) На I0^{o}C свежего пара — Уменьшение		%	+ 0,24					
в) На изменение давления в конденсаторе		%	График Т-8а, п.к					

Даты: изготовления... установки ... характеристики...	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) 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
50	55	I86	–	90	535	I0	8000	3000

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

Показатель		Нагрузка, МВт		
		50	40	30
Расход свежего пара D_0, т/ч	по гарантиям	I86	I46	I07
	по испытаниям	I89	I49	II2
Температура питательной воды $t_{п.в}$, °С	по гарантиям	2I6	203	I88
	по испытаниям	2I9	209	I95
Удельный расход пара d, кг/(кВт·ч)	по гарантиям	3,720	3,650	3,567
	по испытаниям	3,758	3,703	3,696
Удельный расход тепла брутто на выработку электроэнергии q_T, ккал/(кВт·ч)	по гарантиям	22I5	2255	2320
	по испытаниям	229I	2298	2347
Отклонение удельного расхода тепла от гарантийного Δq_T, %		+3,4	+I,9	+I,2
		Среднее +2,2		

Даты: изготовления... установки ... характеристики...	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕТТО ТУРБОАГРЕГАТА	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

УСЛОВИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

I. Параметры и тепловая схема – график Т-2.

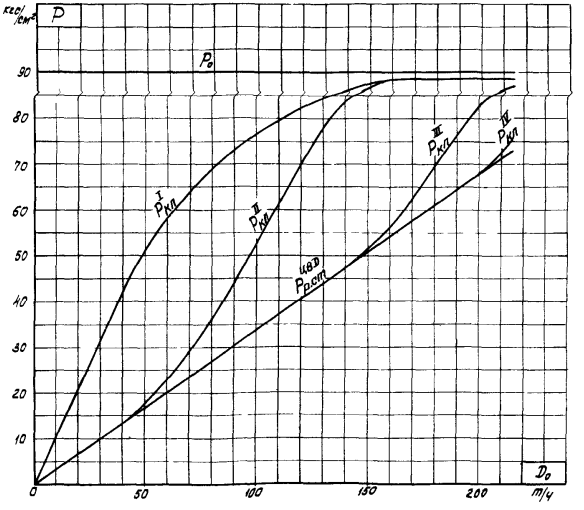
2. Напор циркуляционных насосов I0 м вод.ст.

Мощность на выводах генератора, МВт	25	30	36,20	42	48	55
Мощность, затрачиваемая на собственные нужды турбоагрегата, МВт	0,432	0,438	0,445	0,452	0,457	0,459
В том числе на циркуляционные насосы, МВт	0,3I5					
Расход тепла турбоагрегатом брутто, Гкал/ч	6I,40	7I,42	83,84	96,8I	II0,23	I25,88
Мощность нетто турбоагрегата, МВт	24,568	29,562	35,755	4I,548	47,543	54,54I
Расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	0,I3					
Расход тепла на выработку электроэнергии, включая расход тепла на собственные нужды, Гкал/ч	6I,53	7I,55	83,97	96,94	II0,36	I26,0I
Уравнение расхода тепла по мощности нетто	$Q_э' = I2,25 + 2,006 N_T^н + 0,232 (N_T^н - 35,76)$					

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

Напор насосов, м вод.ст.	Мощность нетто, МВт						
	25	30	35,76	40	45	50	55
5	–0,5I	–0,44	–0,38	–0,38	–0,34	–0,30	–0,28
I0	0	0	0	0	0	0	0
I5	+0,5I	+0,44	+0,38	+0,38	+0,34	+0,30	+0,28
20	+I,02	+0,88	+0,76	+0,76	+0,68	+0,60	+0,56

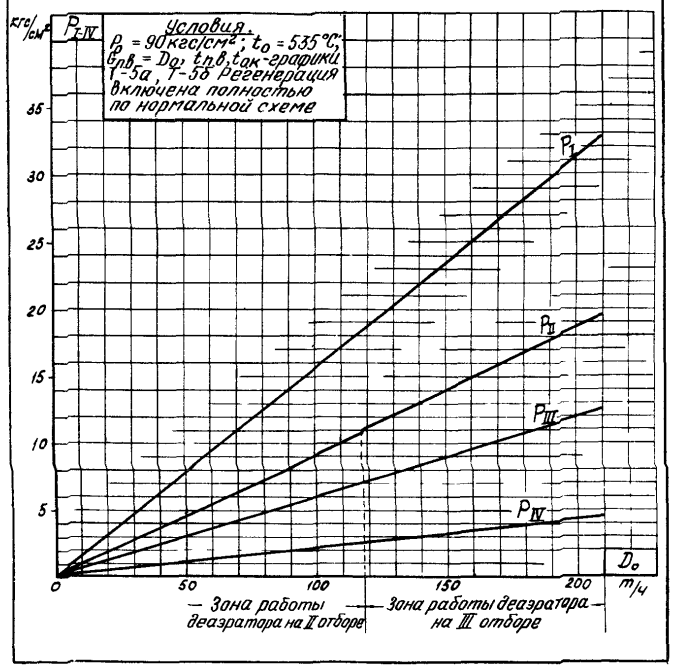
Т-3	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Диаграмма пароораспределения ЦВД	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ



Т-4а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Давление пара в камерах отборов

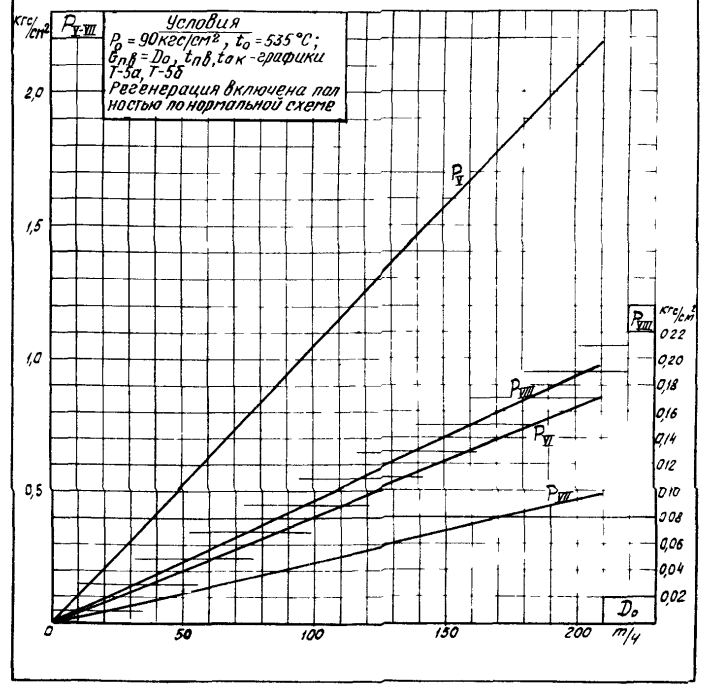
Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ



Т-4б

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Давление пара в камерах отборов

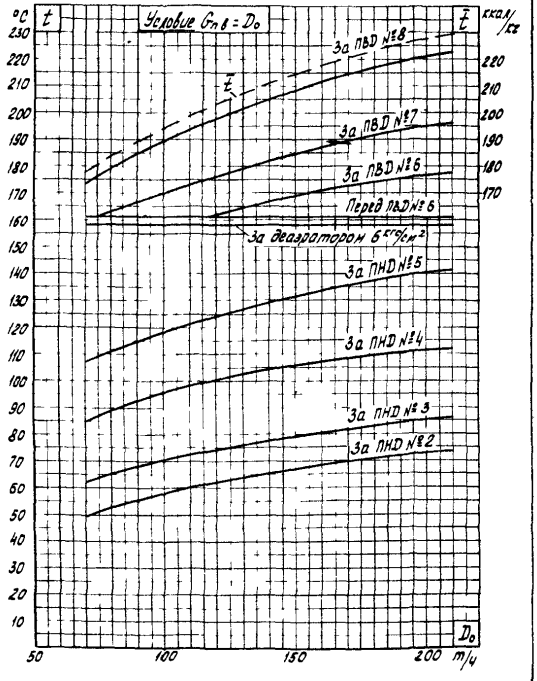
Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ



Т-5а

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Температура основного конденсата и питательной воды

Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

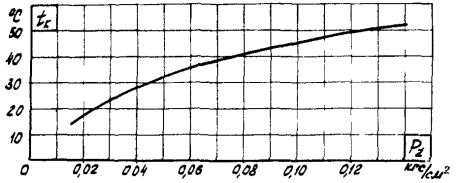


Т-5б

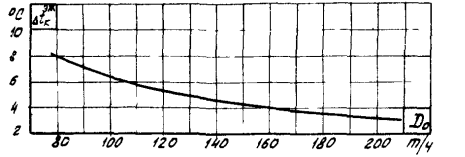
Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Температура основного конденсата

Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

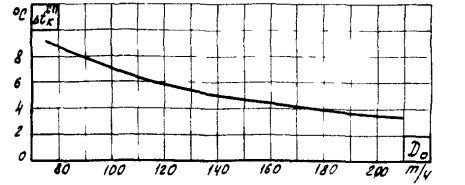
Температура конденсата после конденсатора



Нагрев конденсата в холодильнике основного эжектора

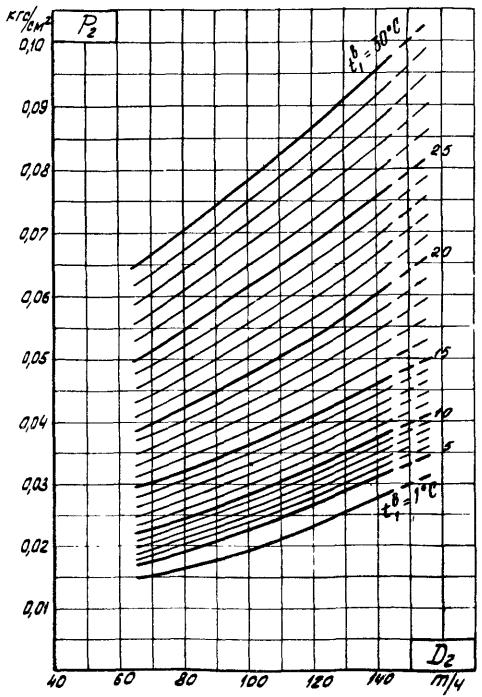


Нагрев конденсата в сальниковом подогревателе

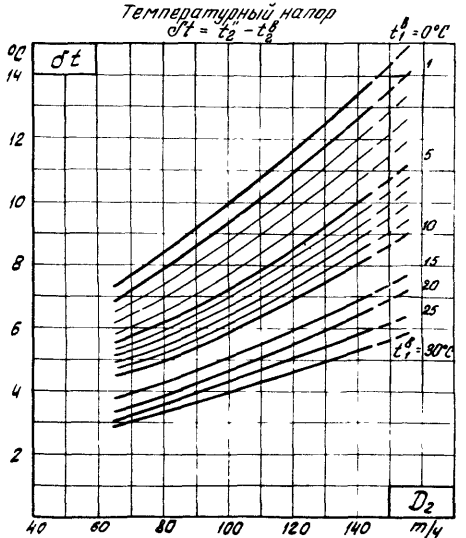


Т-6а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Характеристика конденсатора 50-КЦС-5 ЛМЗ, W=8000 м³/ч	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ

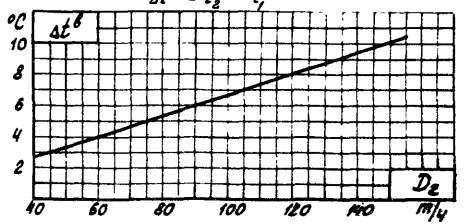
Абсолютное давление в конденсаторе в зависимости от расхода отработавшего пара и температуры охлаждающей воды



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



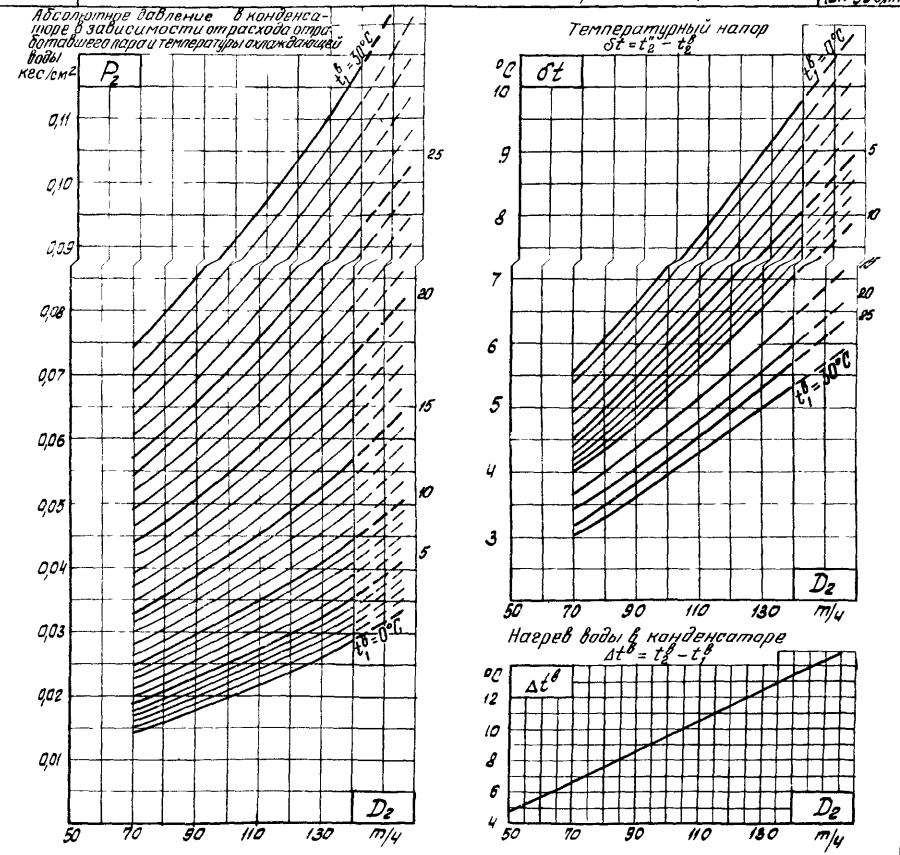
Нагрев воды в конденсаторе
$\Delta t^в = t_2^в - t_1^в$



Т-66

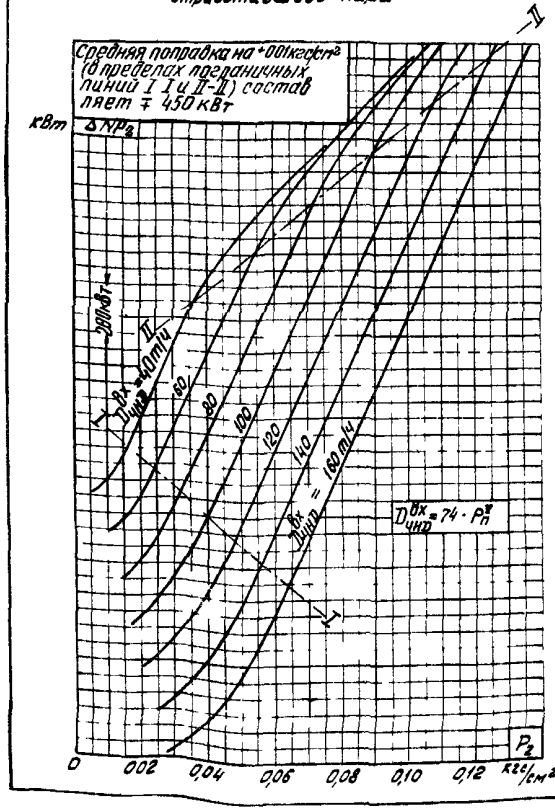
Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Характеристика конденсатора 50-КЦС-5 ЛМЗ, $W = 5600 м^3/ч$

Тип К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ



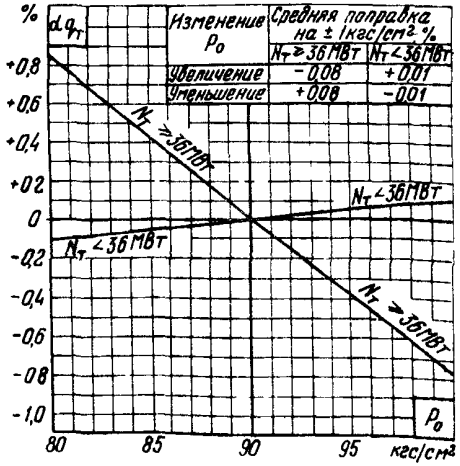
Т-7	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ

Поправки к мощности на давление отработавшего пара

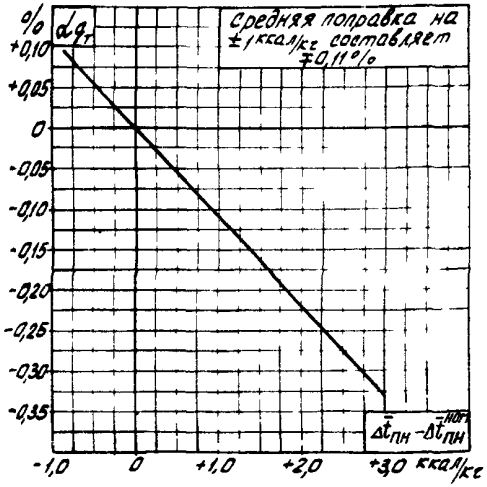


Т-8а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к годному и удельному расходам тепла	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ

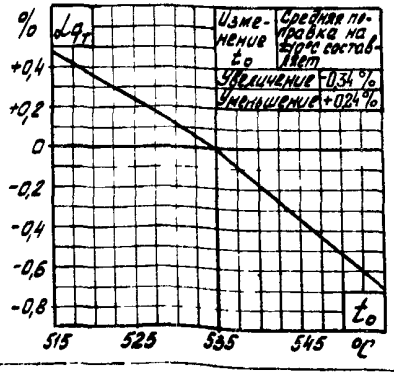
а) На отклонение давления свежего пара от номинального



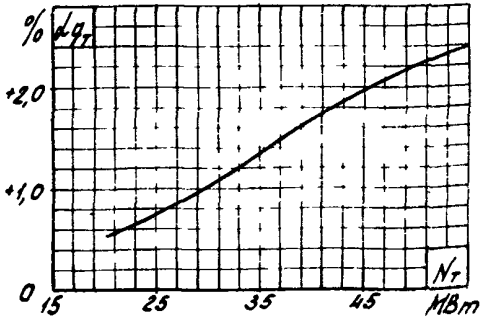
в) На изменение нагрева воды в питательном насосе



б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной

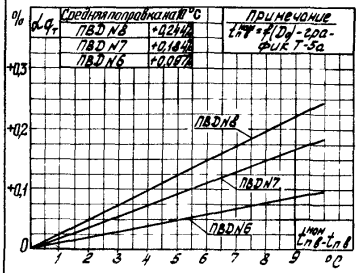


г) На отключение группы подогревателей высокого давления

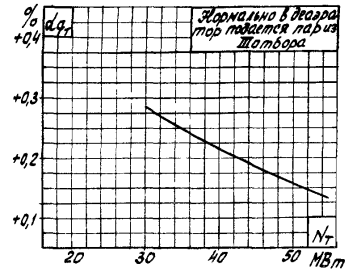


Т-8а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ

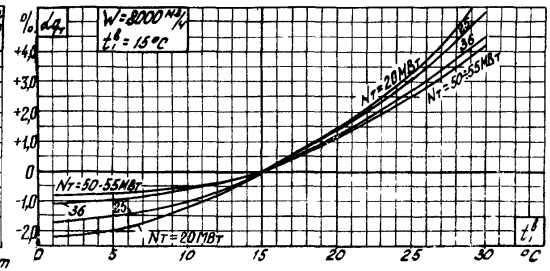
д) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



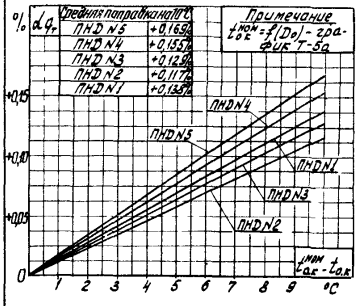
ж) На подачу пара в деаэратор из V отбора



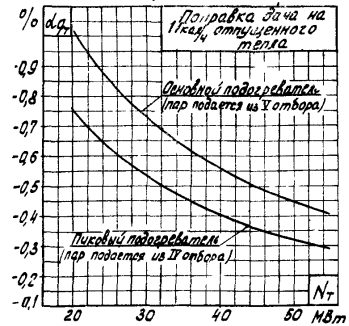
и) На отклонение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор турбины от номинальной



е) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления

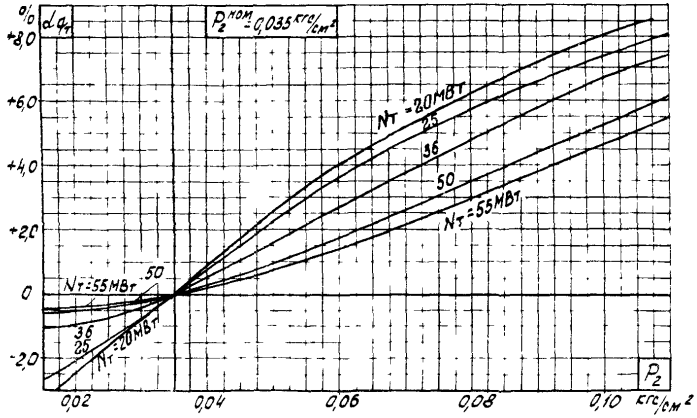


з) На включение в работу подогревателей сетевой воды (к удельному расходу тепла)

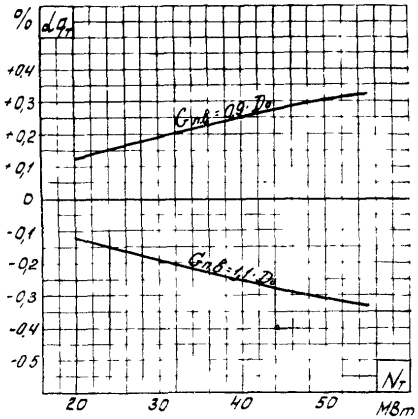


Т-8а	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к полному и удельному расходам тепла	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ПМЗ

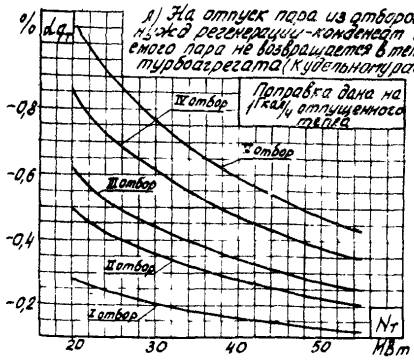
к) На отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального



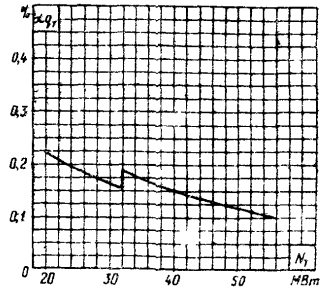
м) На отклонение расхода питательной воды от номинального



я) На отпуск пара из отборов сверх между регенерации-конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата (к удельному расходу тепла)

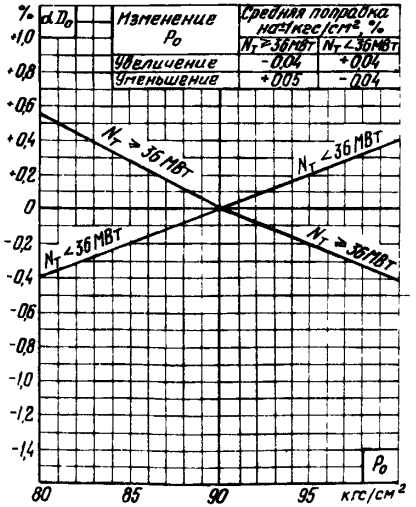


н) На работу турбины с эжектором, питающимся паром из деаэратора 6 кгс/см²

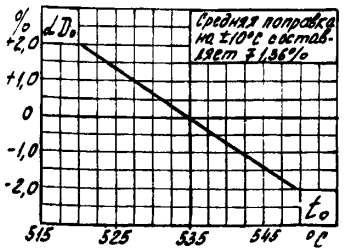


Т-88	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3МЗ)

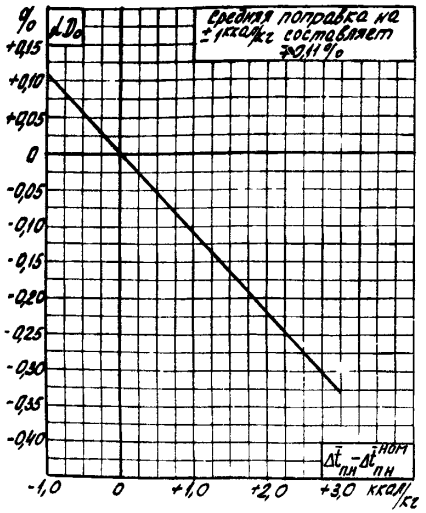
а) На отклонение давления свежего пара от номинального



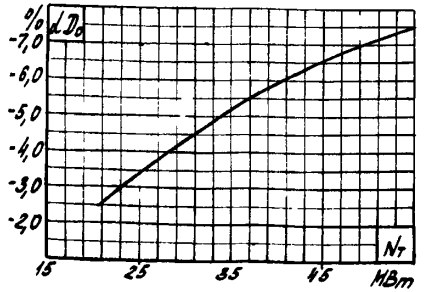
б) На отклонение температуры свежего пара от номинальной



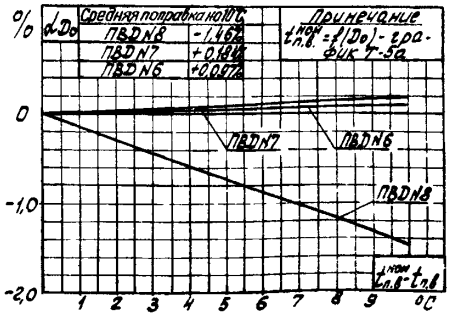
в) На изменение нагрева воды в питательном насосе



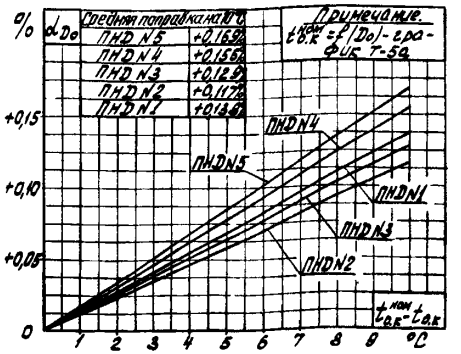
г) На отключение группы подогревателей высокого давления



д) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



е) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления

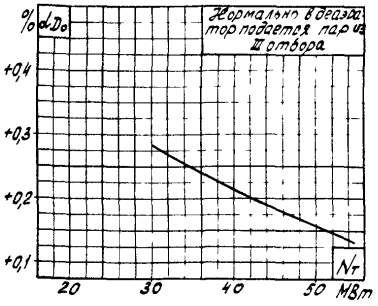


Т-86

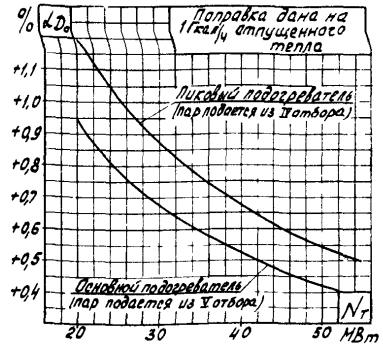
Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Поправки к расходу свежего пара

Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ

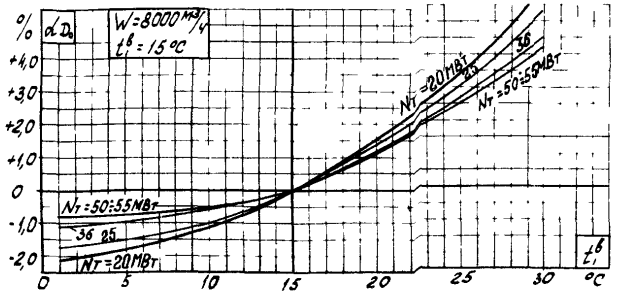
ж) На подачу пара в деаэратор из II отбора



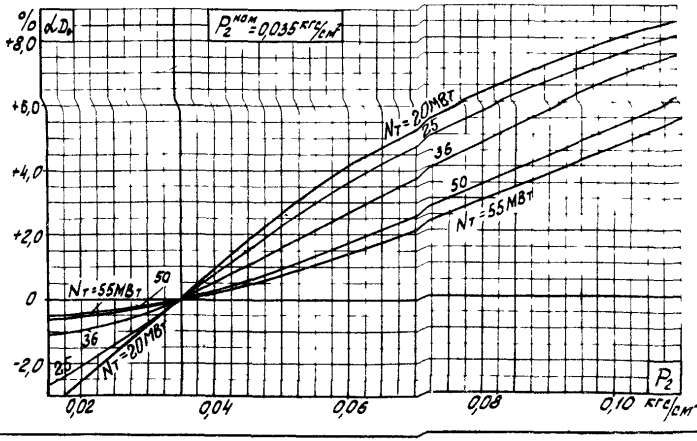
з) На включение в работу подогревателей сетевой воды



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

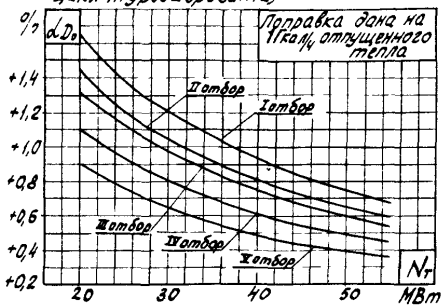


к) На отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального

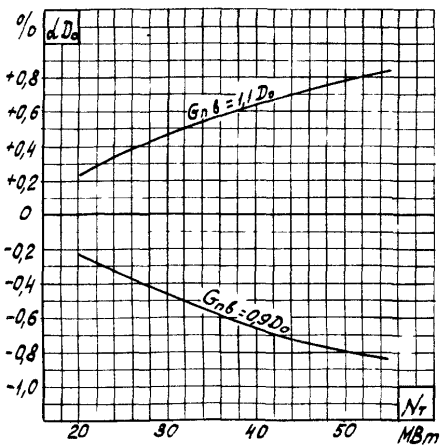


Т-86	Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Поправки к расходу свежего пара	Тип К-50-90-3 (ВК-50-3)ЛМЗ

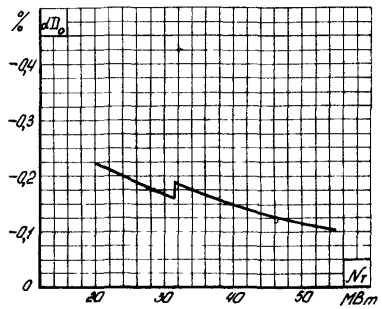
л) На отпуск пара из отборов сверх нужд регенерации (конденсат отбираемого пара не возвращается в тепловой цикл турбоагрегата)



м) На отклонение расхода питательной воды от номинального



н) На работу турбины с эжектором, питающимся паром из деаэратора 6 кгс/см²



ПРИЛОЖЕНИЕ

I. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата К-50-90-3 (ВК-50-3) ЛМЗ составлена на базе испытаний трех турбин (Добротворской ГРЭС, Симферопольской ГРЭС и Кировочепецкой ТЭЦ-3). Характеристика отражает среднюю экономичность прошедшего капитальный ремонт турбоагрегата, работающего по заводской расчетной тепловой схеме при следующих условиях:

- давление и температура свежего пара перед стопорным клапаном турбины соответственно 90 кгс/см^2 * и 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 тепловой характеристикой конденсатора 50-КЦС-5 ЛМЗ при W = 8000 м^3/ч и $t_1^в$ = I5^{0}С (график Т-6а), взятой из "Нормативных характеристик конденсационных установок паровых турбин типа К" (СЦНТИ ОРГРЭС, I974);

- система регенерации высокого и низкого давления включена полностью, на деаэратор 6 кгс/см^2 подается пар из III и II отборов (в зависимости от нагрузки: при $N_T \leq$ 3I,4 МВт деаэратор переводится на II отбор);

- расход питательной воды равен расходу свежего пара;

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

- КПД электрического генератора соответствует гарантийным данным завода-изготовителя;

- установка подогревателей сетевой воды отключена;

- внешние потребители пара из регенеративных отборов отсутствуют (ЛМЗ допускает по специальному согласованию с ним ограниченный отбор пара).

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

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

- генератор ТВ-50-2 завода МЭП с водородным охлаждением;

- пять подогревателей низкого давления, из них ПНД № I и 2 встроены в конденсатор, ПНД № 3, 4 и 5 - ПН-90, ПНД № 4 снабжен выносным охладителем дренажа;

- три подогревателя высокого давления ПВ-I50/I80-2;

- две группы основных трехступенчатых пароструйных эжекторов ЭП-3-600-4 и один пусковой эжектор;

- два конденсатных насоса 8КсД-5х3 с приводом от электродвигателя 75 кВт (постоянно в работе находится один насос, другой - в резерве);

- один сливной насос ПНД № 3 типа КСМ-30; мощность электродвигателя 20 кВт.

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

а) при постоянном давлении пара в конденсаторе (P_2 = 0,035 кгс/см^2 - график Т-2):

$$Q_0 = 11{,}3 + 2{,}004\ N_T + 0{,}232\ (N_T - 36{,}2)\ \text{Гкал/ч},$$

$$D_0 = 10{,}6 + 3{,}431\ N_T + 0{,}542\ (N_T - 36{,}2)\ \text{т/ч};$$

б) при постоянных расходе (W = 8000 м^3/ч) и температуре ($t_1^в$ = I5^{0}С) охлаждающей воды - график Т-I:

$$Q_0 = 9{,}8 + 2{,}048\ N_T + 0{,}230\ (N_T - 36{,}15)\ \text{Гкал/ч},$$

$$D_0 = 8{,}0 + 3{,}508\ N_T + 0{,}539\ (N_T - 36{,}15)\ \text{т/ч}.$$

Характеристика составлена при работе генератора с собственным возбудителем.

---

* В тексте и графиках приводится абсолютное давление.

4. Расходы тепла и свежего пара для заданной в условиях эксплуатации мощности определяются по приведенным выше зависимостям характеристики с последующим введением необходимых поправок (графики Т-8а и Т-8б); эти поправки учитывают отклонения эксплуатационных условий от номинальных (от условий характеристики).

Система поправочных кривых практически охватывает весь диапазон возможных отклонений условий эксплуатации турбоагрегата от номинальных. Это обеспечивает возможность нормирования и планирования работы турбоагрегатов в условиях электростанции.

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

Пользование системой поправочных кривых поясняется на следующем примере.

Турбоагрегат эксплуатировался со средней электрической нагрузкой брутто N_T = 45 МВт при следующих условиях:

- все подогреватели высокого давления были отключены;
- температура свежего пара составляла 525°С;
- давление отработавшего пара в конденсаторе поддерживалось равным 0,04 кгс/см^2.

При данных условиях необходимо определить общий и удельный расходы тепла и расход свежего пара.

Решение:

По соответствующим уравнениям графика Т-2 Типовой характеристики при N_T = 45 МВт определяются расходы тепла и свежего пара при номинальных условиях, при которых составлена характеристика:

$$Q_0^{ном} = 103{,}52 \text{ Гкал/ч};$$

$$q_T^{ном} = \frac{Q_0^{ном}}{N_T} = \frac{103{,}52 \cdot 10^3}{45} = 2300 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

$$D_0^{ном} = 169{,}76 \text{ т/ч}.$$

На отклонения фактических условий от номинальных по соответствующим графикам находятся поправки, которые вносятся в полученные при номинальных условиях данные:

а) к полному и удельному расходам тепла:

- на отключение группы ПВД αq_T = +1,96% (график Т-8а,п.г);
- на отклонение температуры свежего пара αq_T = +0,24% (график Т-8а, п.б);
- на отклонение давления отработавшего пара αq_T = +0,35% (график Т-8а, п.к).

Суммарная поправка $\Sigma \alpha q_T$ = +2,55%.

Удельный и полный расходы тепла, соответствующие данным условиям работы турбоагрегата:

$$q_T' = q_T^{ном}\left(1 + \frac{\Sigma \alpha q_T}{100}\right) = 2300 \left(1 + \frac{2{,}55}{100}\right) = 2358{,}6 \text{ ккал/(кВт·ч)};$$

$$Q_0' = Q_0^{ном}\left(1 + \frac{\Sigma \alpha q_T}{100}\right) = 103{,}52 \left(1 + \frac{2{,}55}{100}\right) = 106{,}2 \text{ Гкал/ч};$$

б) к расходу свежего пара:

- на отключение группы ПВД αD_0 = -6,6% (график Т-8б,п.г);
- на отклонение температуры свежего пара αD_0 = +1,36% (график Т-8б, п.б);
- на отклонение давления отработавшего пара αD_0 = +0,35% (график Т-8б, п.к).

Суммарная поправка к расходу свежего пара $\Sigma \alpha D_0$ = -4,89%.

Расход свежего пара соответствует данным условиям работы турбоагрегата:

$$D_0' = D_0^{ном}\left(1 + \frac{\Sigma \alpha D_0}{100}\right) = 169{,}76 \left(1 - \frac{4{,}89}{100}\right) = 161{,}46 \text{ т/ч}.$$

В случае отклонения фактических расходов тепла и свежего пара от полученных значений по данной характеристике с учетом поправок (что свидетельствует об отклонении состояния оборудования от среднеэксплуатационного уровня, при котором составлена

настоящая Типовая энергетическая характеристика) необходимо определить и устранить причины отклонения.

5. Типовая энергетическая характеристика нетто турбоагрегата рассчитана на основе характеристики брутто этого турбоагрегата при постоянном давлении пара в конденсаторе 0,035кгс/см^2. Характеристика нетто соответствует следующим условиям:

- параметры и тепловая схема установки - график Т-2;
- напор, развиваемый циркуляционными насосами, - 10 м вод.ст.;
- расход циркуляционной воды через конденсатор турбины - 8000 м^3/ч, в целом на турбоагрегат - 8800 м^3/ч;
- КПД циркуляционного насоса - 80%, КПД его электродвигателя - 95%;
- расход тепла на собственные нужды турбоагрегата составляет 0,13 Гкал/ч (0,1% расхода тепла при максимальной мощности);
- расход электроэнергии на собственные нужды турбоагрегата включает расход энергии на работу насосов (циркуляционных, конденсатных, сливного из ПНД № 3, газоохладителей, системы регулирования, бака запасного конденсата, дренажного бака); также учтено 3% потерь в трансформаторах собственных нужд.

При определении мощности нетто (N_T^H) из мощности на выводах генератора (N_T) вычиталась мощность, затраченная на собственные нужды турбоагрегата (N_T^{CH}):

$$N_T^H = N_T - N_T^{CH} \quad \text{МВт.}$$

Расход тепла нетто на выработку электроэнергии определялся с учетом затраты тепла на собственные нужды (Q_T^{CH}):

$$Q_Э' = Q_0 + Q_T^{CH} \quad \text{Гкал/ч.}$$

Типовая энергетическая характеристика нетто по расходу тепла аналитически выражается уравнением

$$Q_Э' = 12{,}25 + 2{,}006\, N_T^H + 0{,}232\,(N_T^H - 35{,}76) \text{ Гкал/ч.}$$

Удельный расход тепла нетто на выработку электроэнергии определяется по выражению

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

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.

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

Требуется определить расход тепла нетто при мощности турбоагрегата нетто N_T^H = 50 МВт и напоре циркуляционных насосов $H_{ц.к}$ = 20 м вод.ст.

Решение:

По уравнению характеристики нетто ($Q_Э'$) определяется расход тепла нетто при $H_{ц.н}$ = 10 м вод.ст.:

$$Q_Э' = 115{,}85 \text{ Гкал/ч.}$$

Определяется поправка к расходу тепла нетто на отклонение напора циркуляционных насосов:

$\alpha Q_Э' = 0{,}60\%$ - см. характеристику нетто турбоагрегата.

Искомый расход тепла нетто при $H_{ц.н}$ = 20 м вод.ст. и неизменной мощности нетто (50 МВт) определяется по выражению

$$Q_Э'' = Q_Э'\left(1 + \frac{\alpha Q_Э'}{100}\right) = 115{,}85\ (1 + \frac{0{,}60}{100}) = 116{,}55 \text{ Гкал/ч.}$$

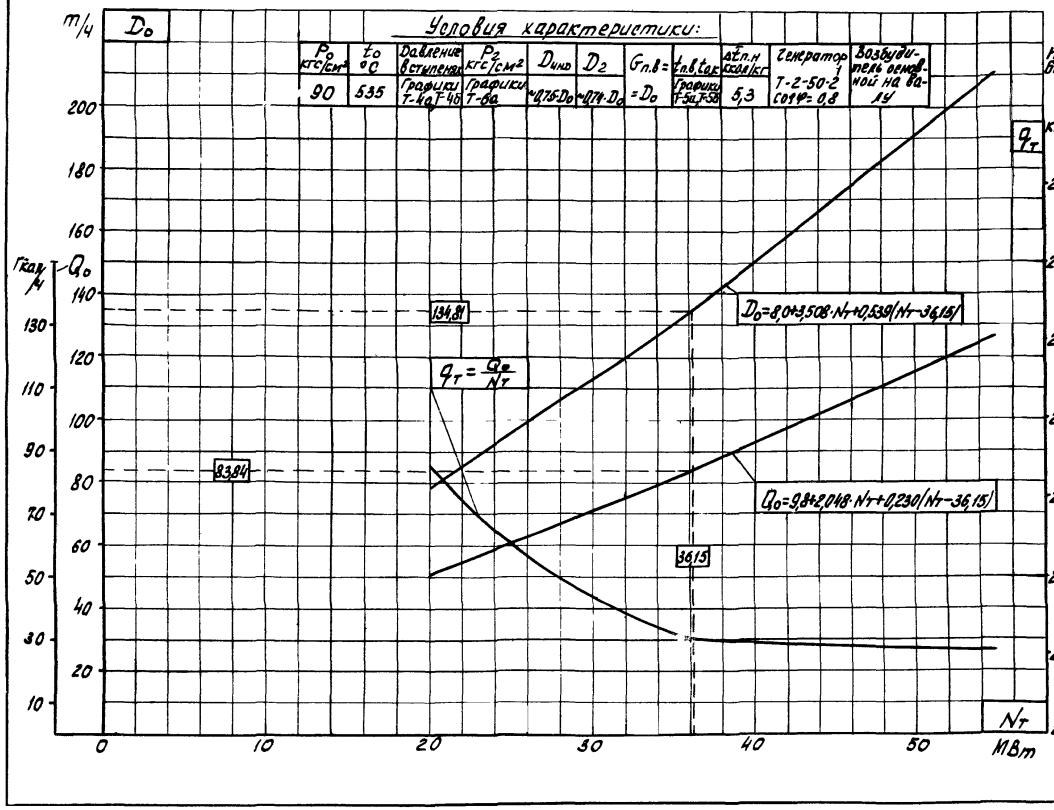
Типовая энергетическая характеристика составлена с подачей на основной эжектор 0,65 т/ч свежего пара.

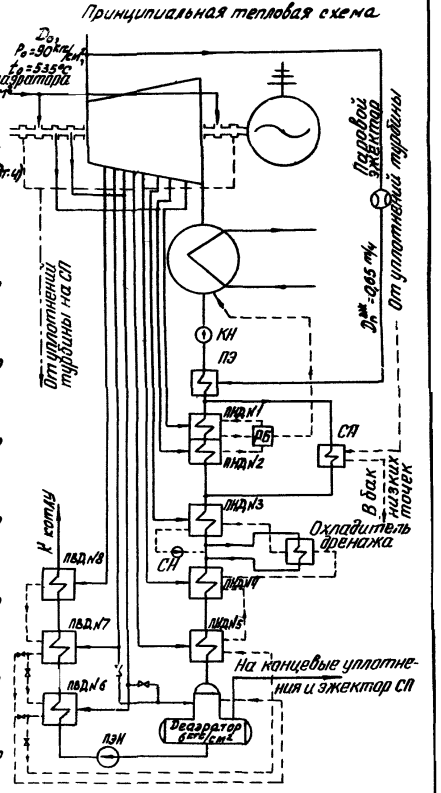
При подаче на этот эжектор пара из деаэратора 6 кгс/см^2 в том же количестве к значениям расходов тепла (полному и удельному), пара, определенным по графикам Т-1, Т-2, следует вводить поправки, изображенные на графиках Т-8а, п.н, Т-8б, п.н.

Т-1

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата
Расход пара и тепла при $W = 8000\ м^3/ч$ и $t_1^в = 15°C$

Тип К-50-90-3 / ВК-50-3/13

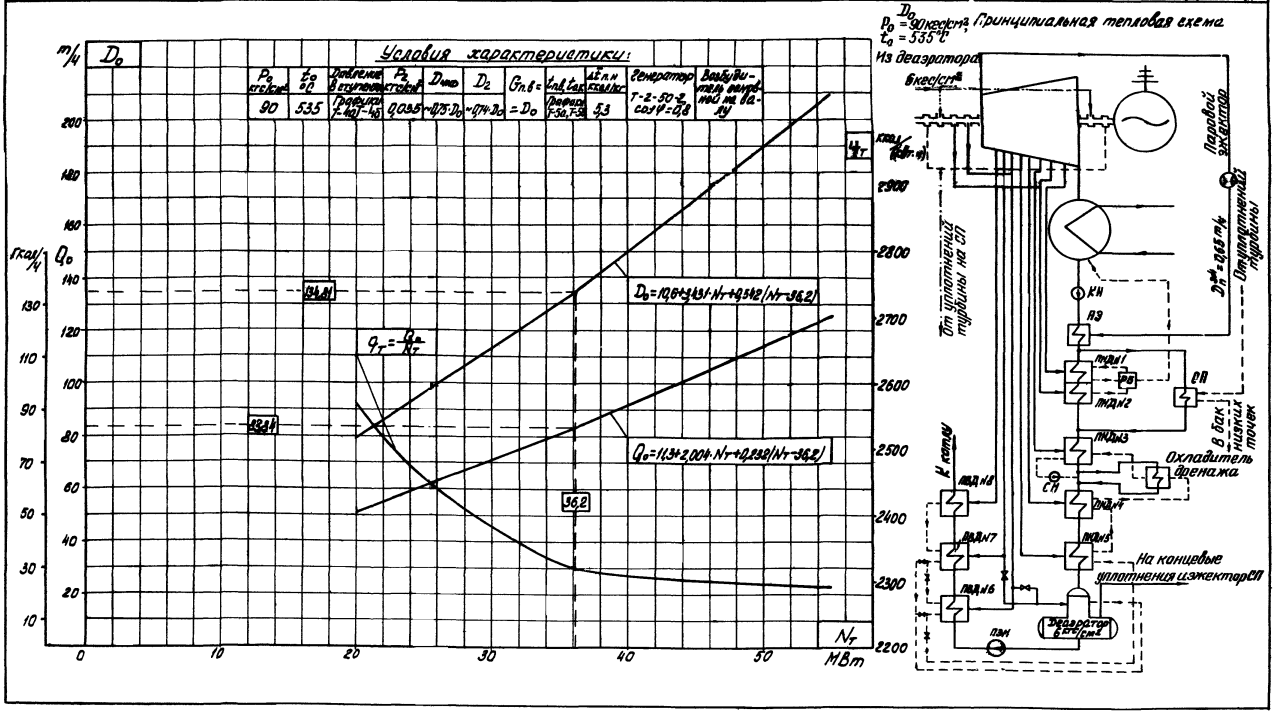




Т-2

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

Тип К-50-90-3 (ВК-50-90/13)



gost.e-ecolog.ru