МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

ТИПОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОАГРЕГАТА Т-175/210-130 ПО ТМЗ И КОНДЕНСАТОРНОЙ ГРУППЫ КГ2-12000-1

ТХ 34-70-025-87

РД 34.30.733

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.165-186.5(0.83.75)

ТИПОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОАГРЕГАТА
Т-175/210-130 ПО ТМЗ
И КОНДЕНСАТОРНОЙ ГРУППЫ
КГ2-12000-1

ТХ 34-70-025-87

Настоящие типовые энергетические характеристики (ТЭХ) распространяются на турбоагрегаты Т-175/210-130 и конденсаторные группы КГ2-12000-1 производственного объединения ТМЗ.

Типовые энергетические характеристики предназначены для нормирования основных технико-экономических показателей работы турбоагрегатов и конденсаторных групп, их контроля и анализа в процессе эксплуатации.

Таблица 1	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Основные заводские данные турбоагрегата	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

$N_т^{ном}$ МВт	$N_т^{макс}$ МВт	$Q_т^{ном}$ Гкал/ч	$Q_т^{макс}$ Гкал/ч	$G_0^{ном}$ т/ч	$G_0^{макс}$ т/ч	P_0 МПа (кгс/см^2)	t_0 °С	t_1^{δ} °С	W м^3/ч
175	210	270	280	745	760	12,8(130)	555	20	24800

Таблица 2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА
Сравнение данных типовой энергетической характеристики с гарантийными данными

Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Показатель		Обозначение	Нагрузка, кВт					
			175000	210000	160000	140000	180000	175000
Тепловая нагрузка, Гкал/ч		$Q_т$	-	-	70	200	230	270
Режим работы турбоагрегата		-	Конденсационный		Одноступенчатый подогрев сетевой воды	Двухступенчатый подогрев сетевой воды		
Данные ПО ТМЗ ТУ-108-899-82 (условия):								
давление свежего пара, МПа (кгс/см^2)		P_0	12,8 (130)					
температура свежего пара, °С		t_0	555					
давление в регулируемом отборе, МПа (кгс/см^2)		$P_{рег}$	-	-	0,049 (0,5)	0,118(1,2)	0,078(0,8)	0,098(1,0)
КПД генератора, %		$\eta_г$	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8
температура питательной воды за ПВД № 7, °С		$t_{пит}$	222	232	221	221	232	232
температура обратной сетевой воды, °С		t_2	-	-	37,6	57,0	42,8	51,4
давление отработавшего пара при W_0 = 24800 м^3/ч и t_1^2 = 20°С, кПа (кгс/см^2)		P_2^*	5,1 (0,0517)	5,8 (0,0590)	4,2 (0,0430)	3,9 (0,0395)	3,9 (0,0395)	3,8 (0,0389)
удельный расход пара, кг/(кВт·ч)		$d_т^{гар}$	3,51	3,54	3,72	4,33	4,10	4,25
удельный расход тепла, ккал/(кВт·ч)		$q_т^{гар}$	2121	2100	-	-	-	-
Данные типовой энергетической характеристики (условия):								
давление свежего пара, МПа(кгс/см^2)		P_0	12,8 (130)					
температура свежего пара, °С		t_0	555					
давление в регулируемом отборе, МПа(кгс/см^2)		$P_{рег}$	-	-	0,049(0,5)	0,118(1,2)	0,078(0,8)	0,098(1,0)
КПД генератора, %		$\eta_г$	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8
температура питательной воды, °С		$t_{пит}$	226	235	224	223	233	234
температура обратной сетевой воды, °С		t_2	-	-	37,6	57,0	42,8	51,4
давление отработавшего пара, кПа(кгс/см^2) при t_1^0 = 20°С; W_0 = 20000 м^3/ч	в конденсаторе I	$P_2^{I к}$	5,1 (0,052)	6,0 (0,061)	3,9(0,040)	3,7(0,038)		
	в конденсаторе II	$P_2^{II к}$	6,8 (0,069)	8,2 (0,084)	4,8(0,049)	3,7(0,038)		

Таблица 2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА
Сравнение данных типовой энергетической характеристики с гарантийными данными

Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Показатель		Обозначение	Нагрузка, кВт					
			175000	210000	160000	140000	180000	175000
удельный расход пара, кг/(кВт·ч)		$d_T^{тэх}$	3,57	3,58	3,70	4,19	3,96	4,17
удельный расход тепла, ккал/(кВт·ч)		$q_T^{тэх}$	2126	2104	-	-	-	-
поправка к удельному расходу пара на температуру питательной воды, %		$\alpha^{t_{пит}} d_T$	-0,40	-0,33	-0,42	-0,28	-0,14	-0,29
Поправка на давление отработавшего пара, %	к удельному расходу пара	$\alpha^{P_2} d_T$	-0,38	-0,49	-	-	-	-
	к удельному расходу тепла	$\alpha^{P_2} q_T$	-0,39	-0,50	-	-	-	-
Приведенный к гарантийным условиям при $P_2 = P_2^*$	удельный расход тепла, $\frac{кг}{(кВт·ч)}$	$d_T^{пр}$	3,54	3,55	3,68	4,18	3,95	4,16
	удельный расход пара, $\frac{ккал}{(кВт·ч)}$	$q_T^{пр}$	2118	2094	-	-	-	-
Отклонение удельного расхода пара от гарантийного	кг/(кВт·ч)	Δd_T	+0,03	+0,01	-0,04	-0,15	-0,15	-0,09
	%	αd_T	+0,85	+0,28	-1,08	-3,46	-3,66	-2,12
Отклонение удельного расхода теплоты от гарантийного	ккал/(кВт·ч)	Δq_T	-3,0	-6,0	-	-	-	-
	%	αq_T	-0,14	-0,28	-	-	-	-
Приведенный к гарантийным условиям при $W_{в.в} = 20000$ м³/ч и $t_1 = 20°C$	удельный расход пара, $\frac{кг}{(кВт·ч)}$	$d_T^{пр}$	3,56	3,56	3,68	4,18	3,95	4,16
	удельный расход тепла, $\frac{ккал}{(кВт·ч)}$	$q_T^{пр}$	2126	2104	-	-	-	-
Отклонение удельного расхода пара от гарантийного	кг/(кВт·ч)	Δd_T	+0,05	+0,02	-0,04	-0,15	-0,15	-0,09
	%	αd_T	+1,42	+0,56	-1,08	-3,46	-3,66	-2,12
Отклонение удельного расхода тепла от гарантийного	ккал/(кВт·ч)	Δq_T	+5,0	+4,0	-	-	-	-
	%	αq_T	+0,24	+0,19	-	-	-	-

*Для параллельного включения конденсаторов по охлаждающей воде.

Рис.I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Принципиальная тепловая схема турбоагрегата	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

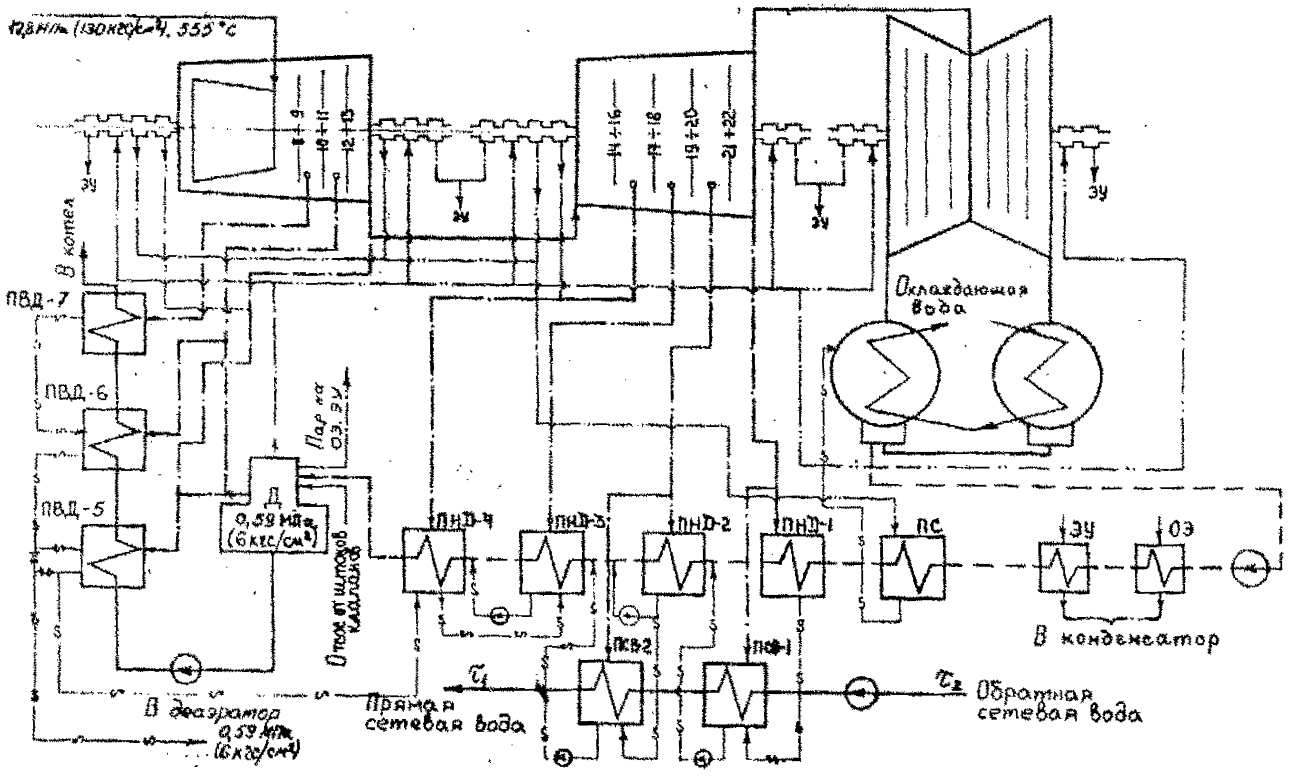


Рис.2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Диаграмма парораспределения ЦВД	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$.

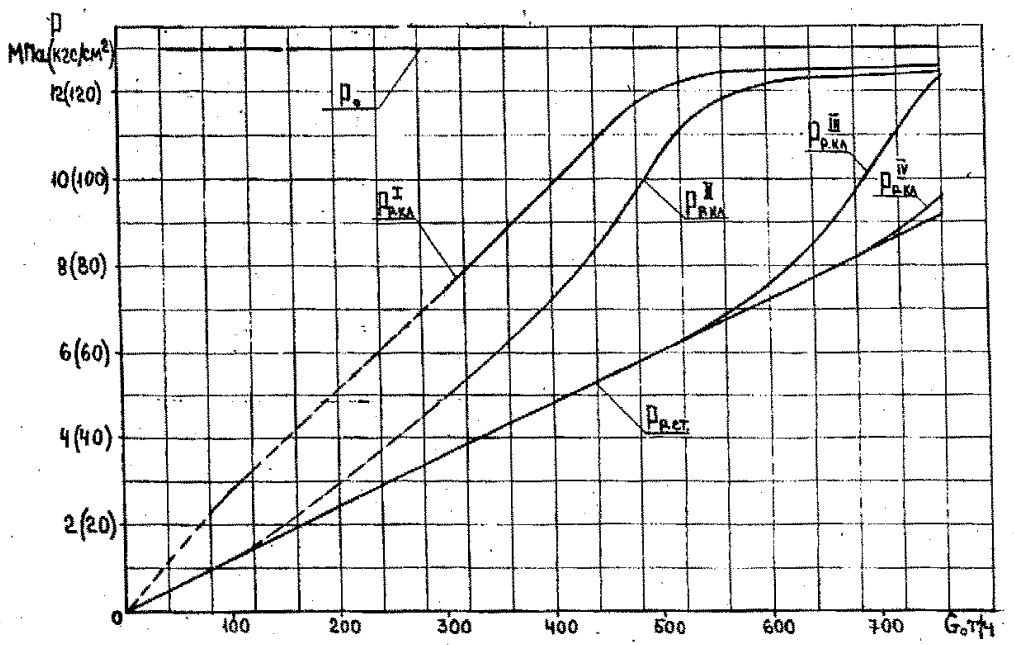


Рис.3,а	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах I, II и III отборов	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$

конденсационный режим

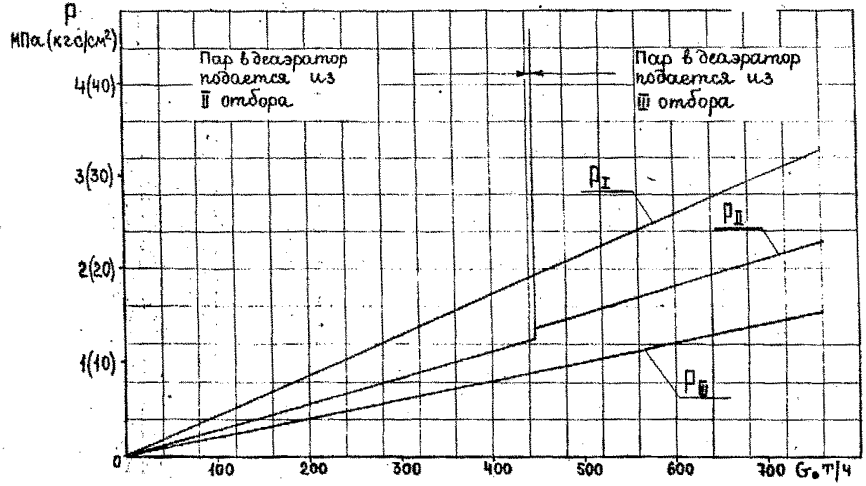


Рис.3, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах I, II и III отборов	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

теплофикационный режим

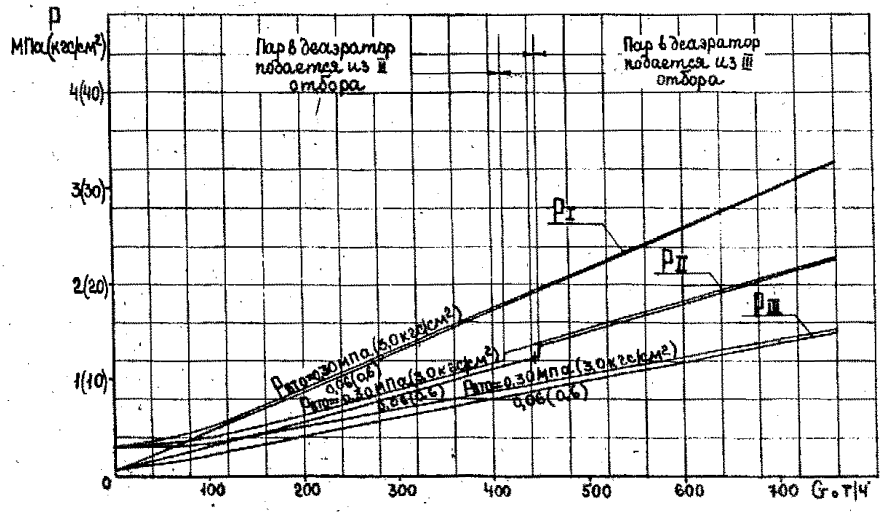


Рис.4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах IV и V отборов при конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$.

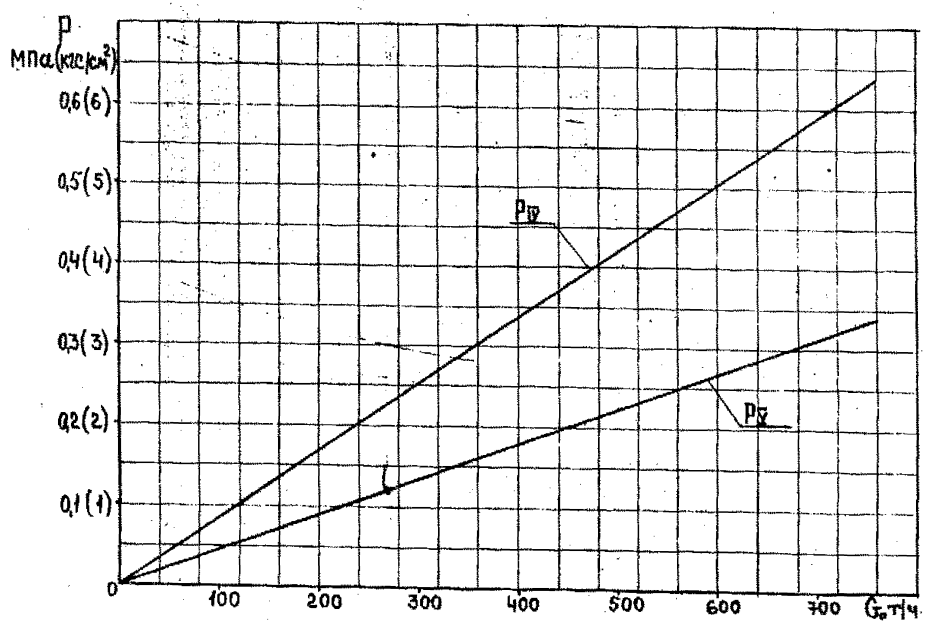


Рис.5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах УI и УП отборов при конденсационном режиме	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = I2,8 МПа (I30 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит}=G_0$.

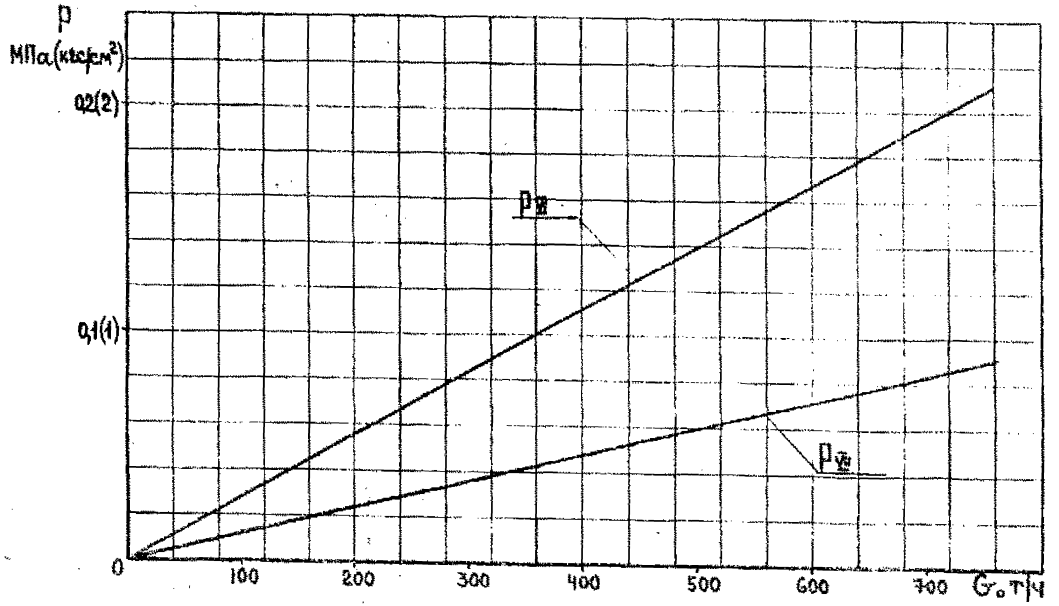


Рис.6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах IУ и У отборов при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = I2,8 МПа (I30 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит}=G_0$.

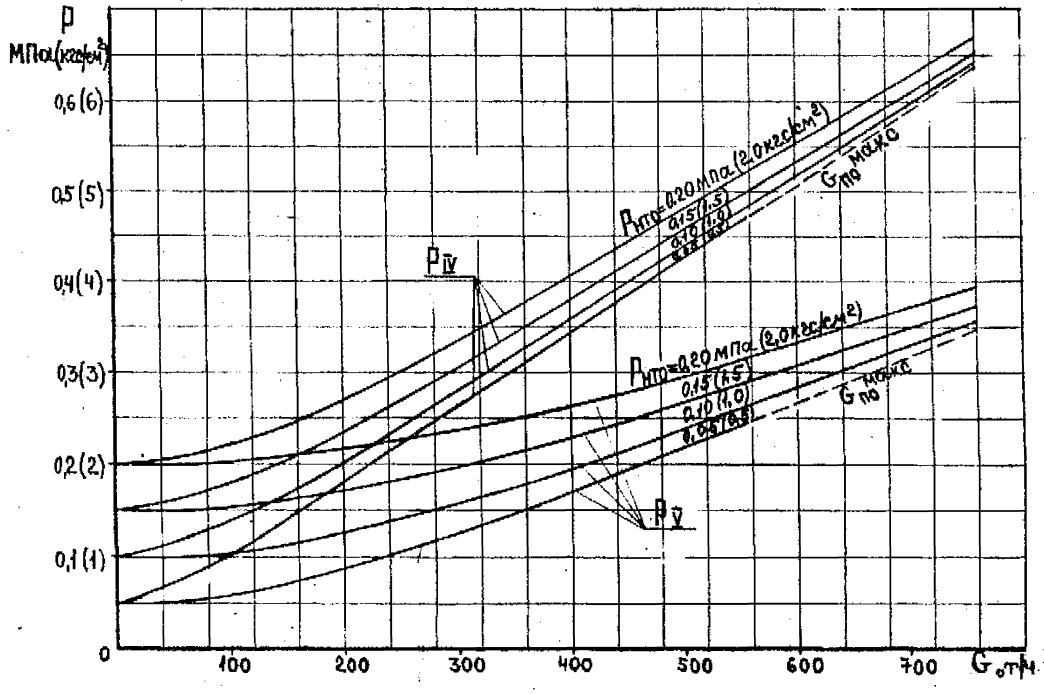


Рис.7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камере УП отбора при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит}=G_0$.

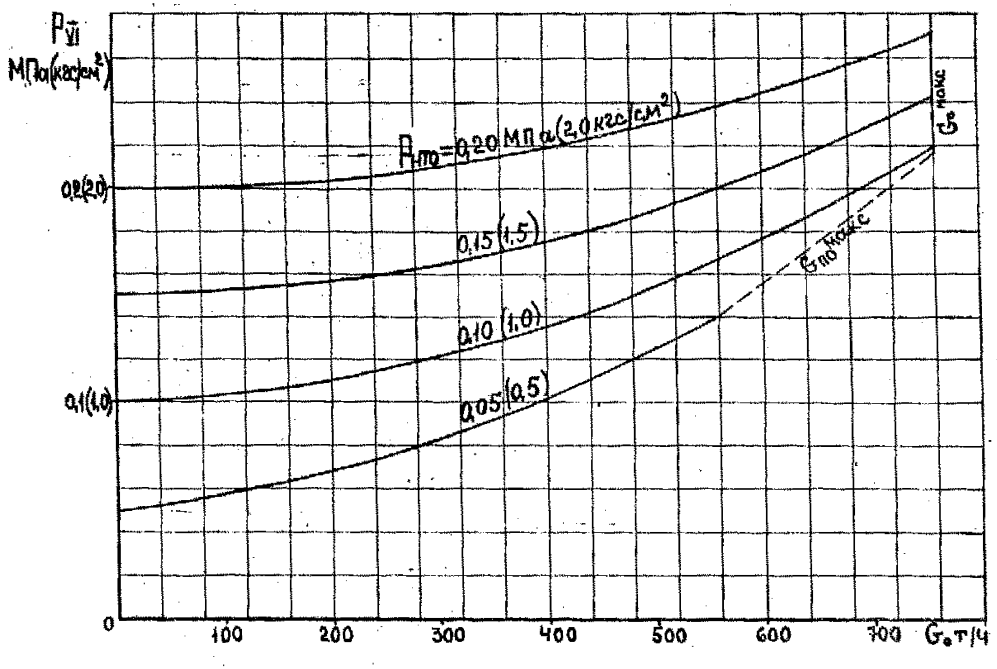


Рис.8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камерах IV и V отборов при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = I2,8 МПа (I30 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$:

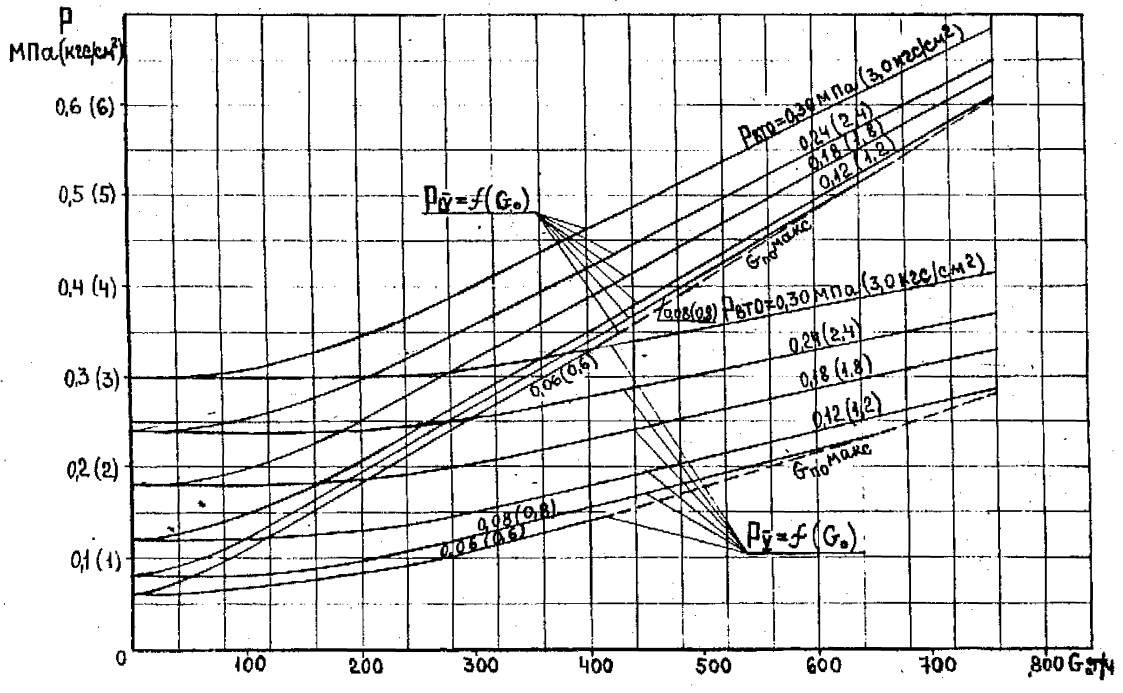


Рис.9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора при различных значениях $P_{НТО}$ и $G_{ПО}$	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

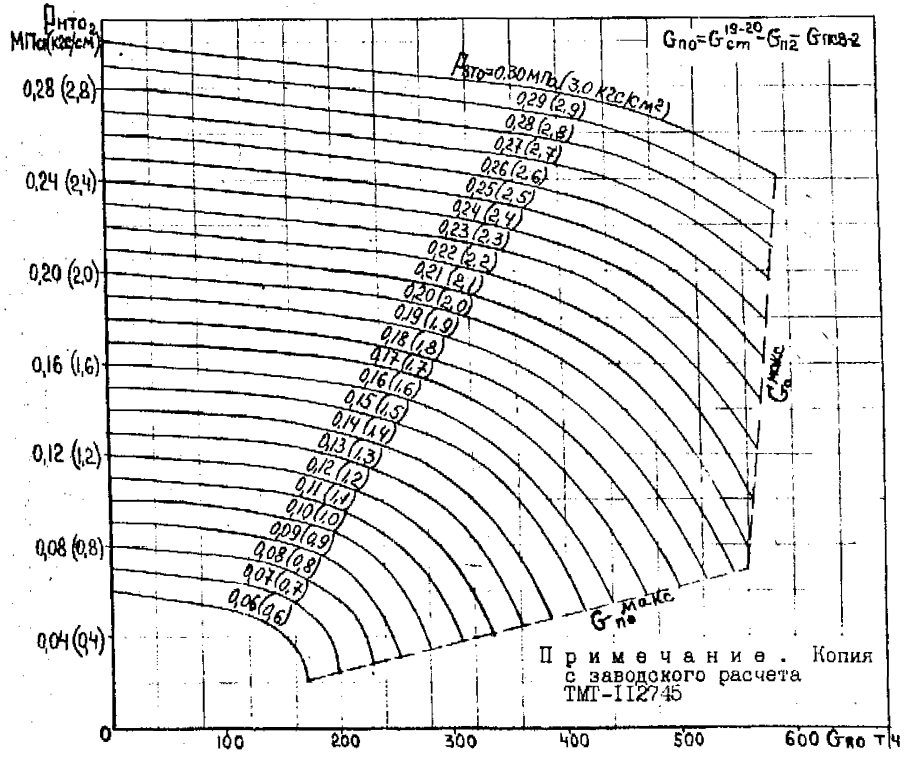


Рис.10	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температура и энтальпия питательной воды за подогревателями высокого давления	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

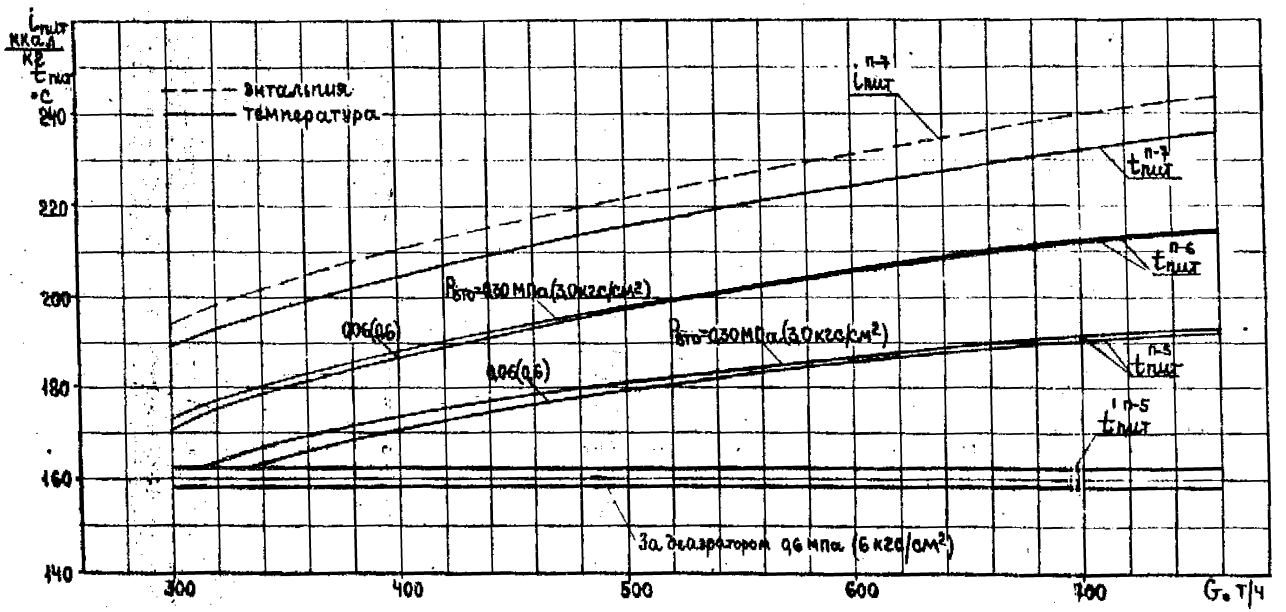


Рис.II	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температура конденсата за ПНД № 3 и 4 при одноступенчатом подогреве сетевой воды и конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

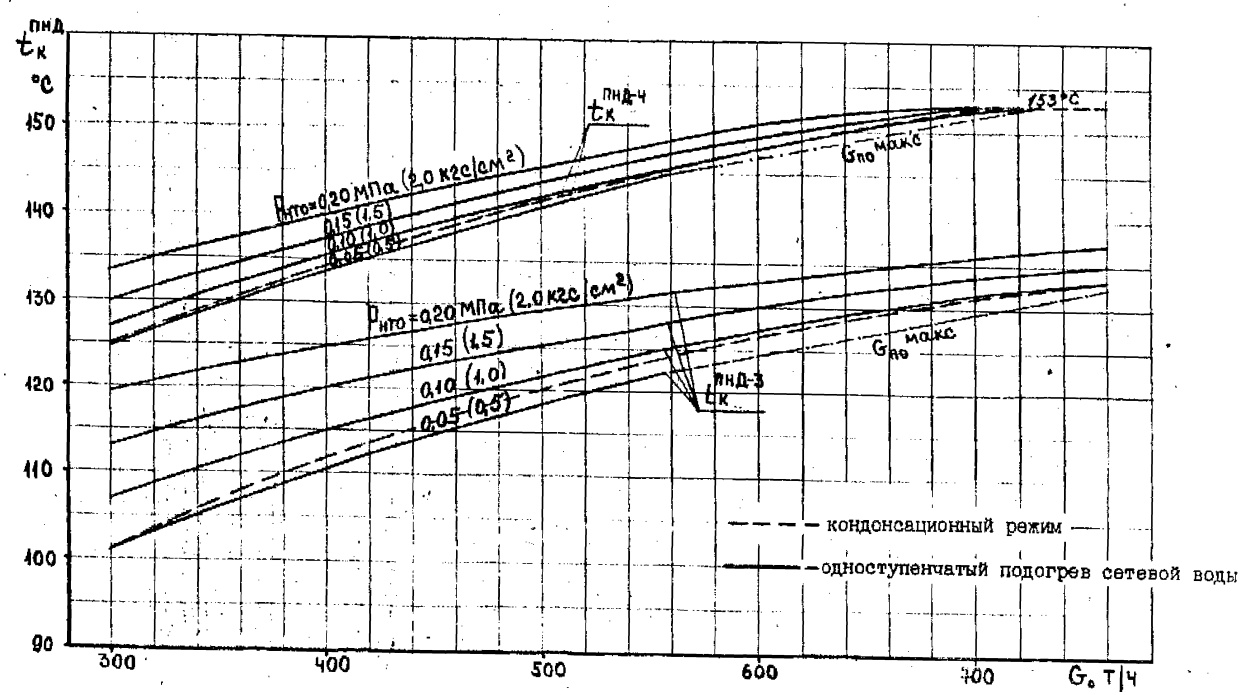


Рис.12	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температура конденсата за ПНД № 3 и 4 при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

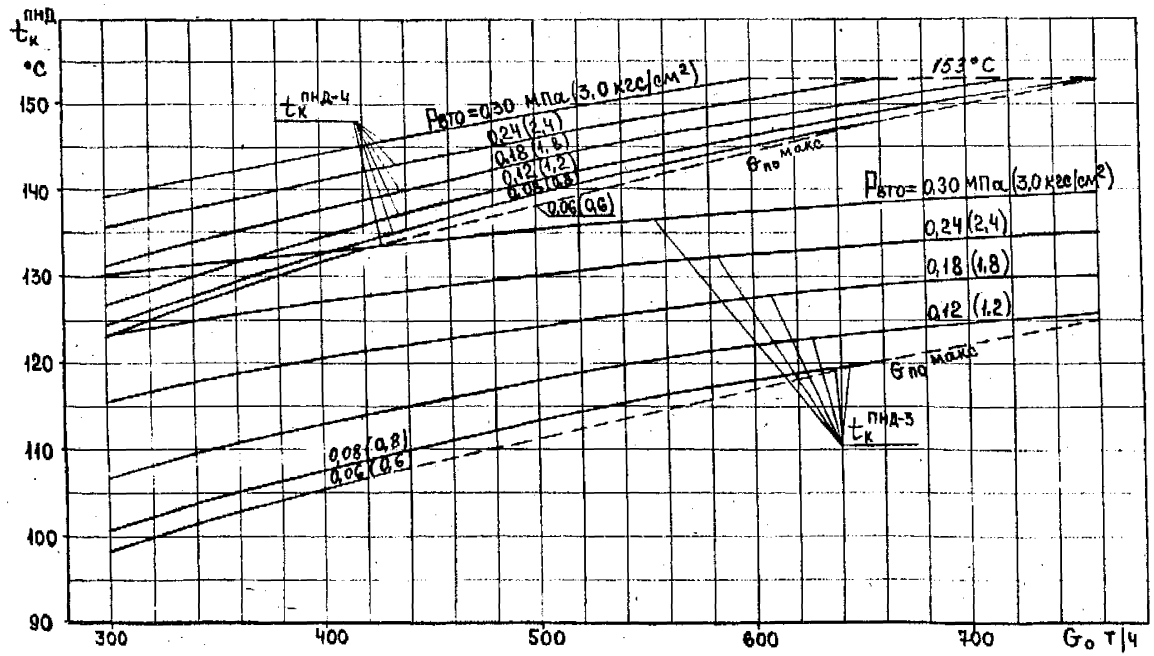


Рис.I3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара на подогреватели высокого давления	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

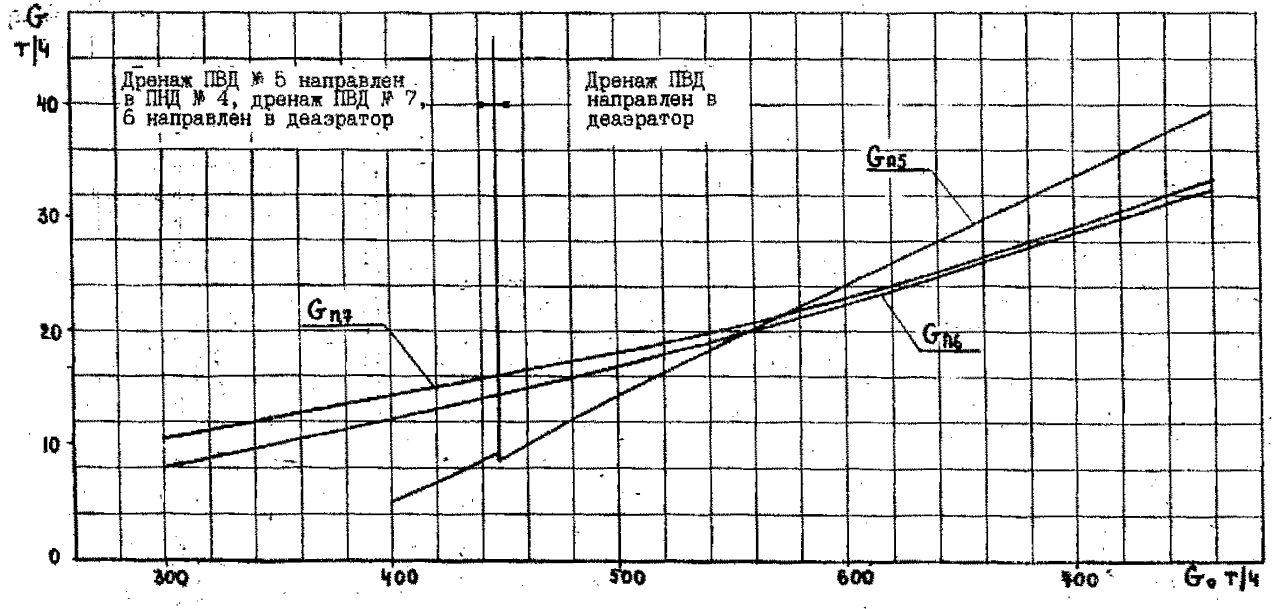


Рис.I4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара на деаэратор при одноступенчатом подогреве сетевой воды и конденсационном режиме	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

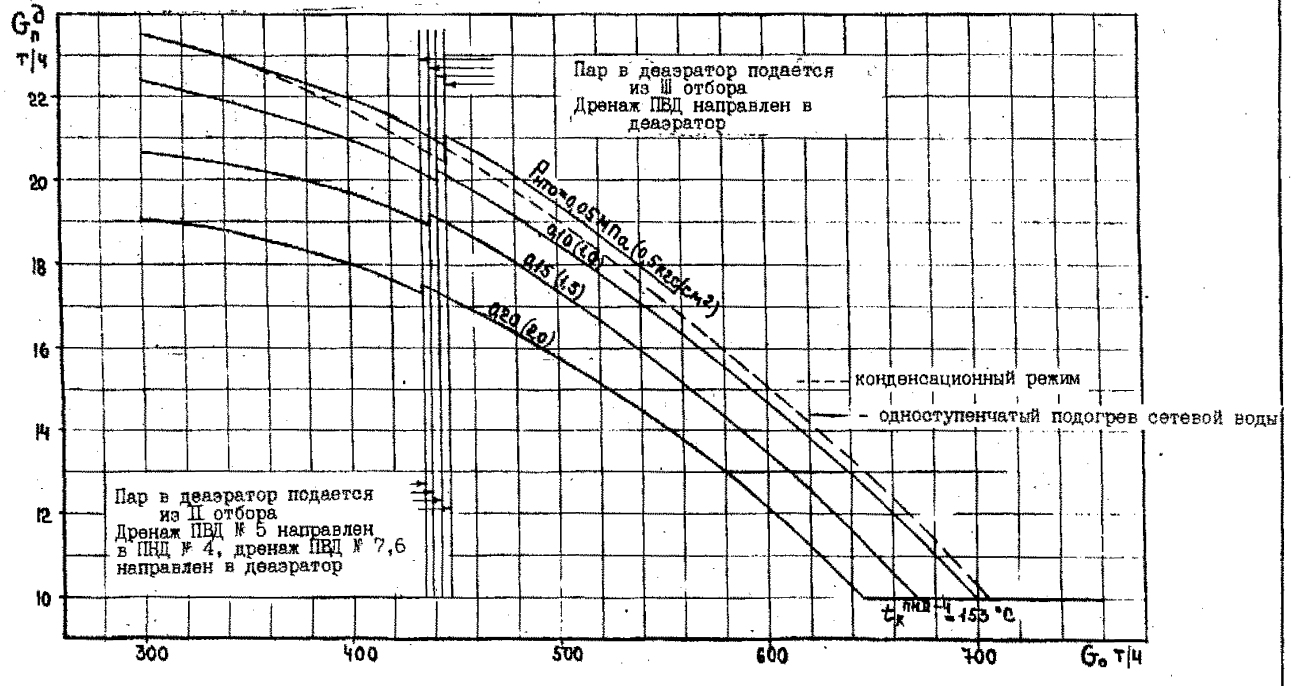


Рис. I5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара на деаэратор при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

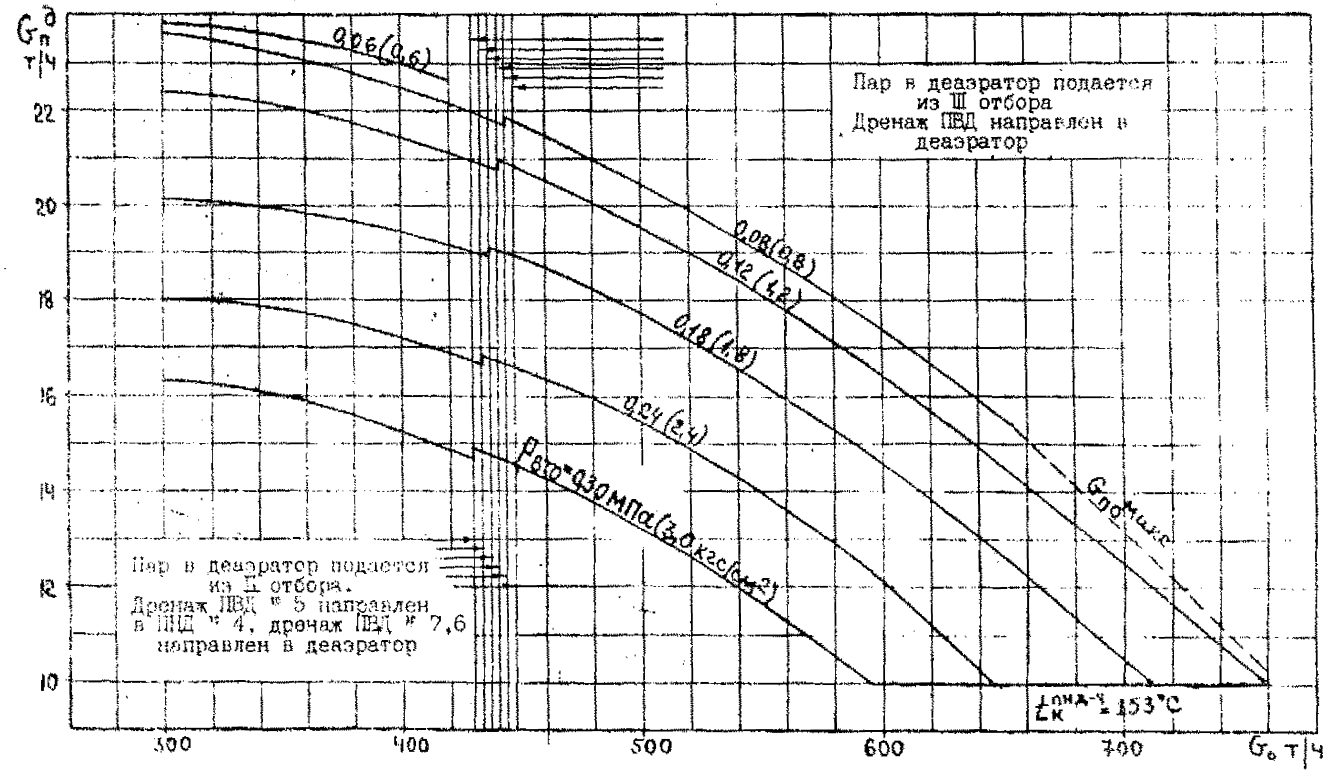


Рис.16	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара на подогреватели низкого давления № 3 и 4 при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

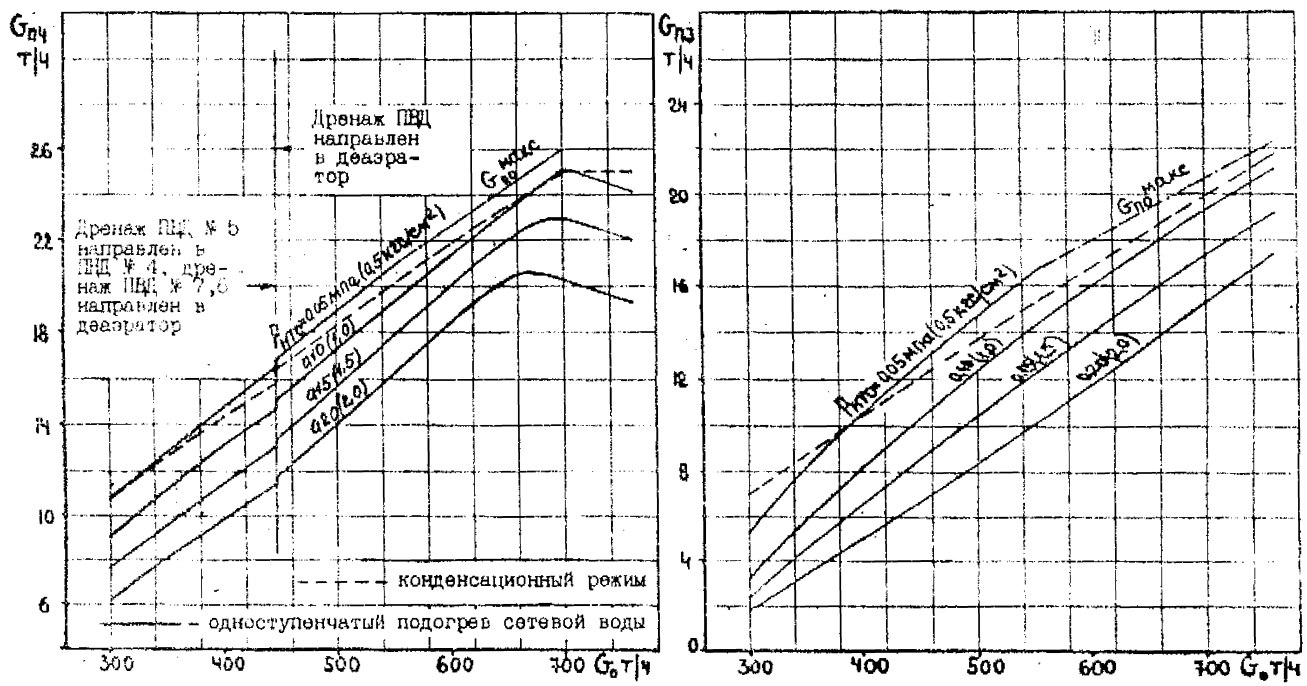


Рис.17	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара на подогреватели низкого давления № 3 и 4 при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

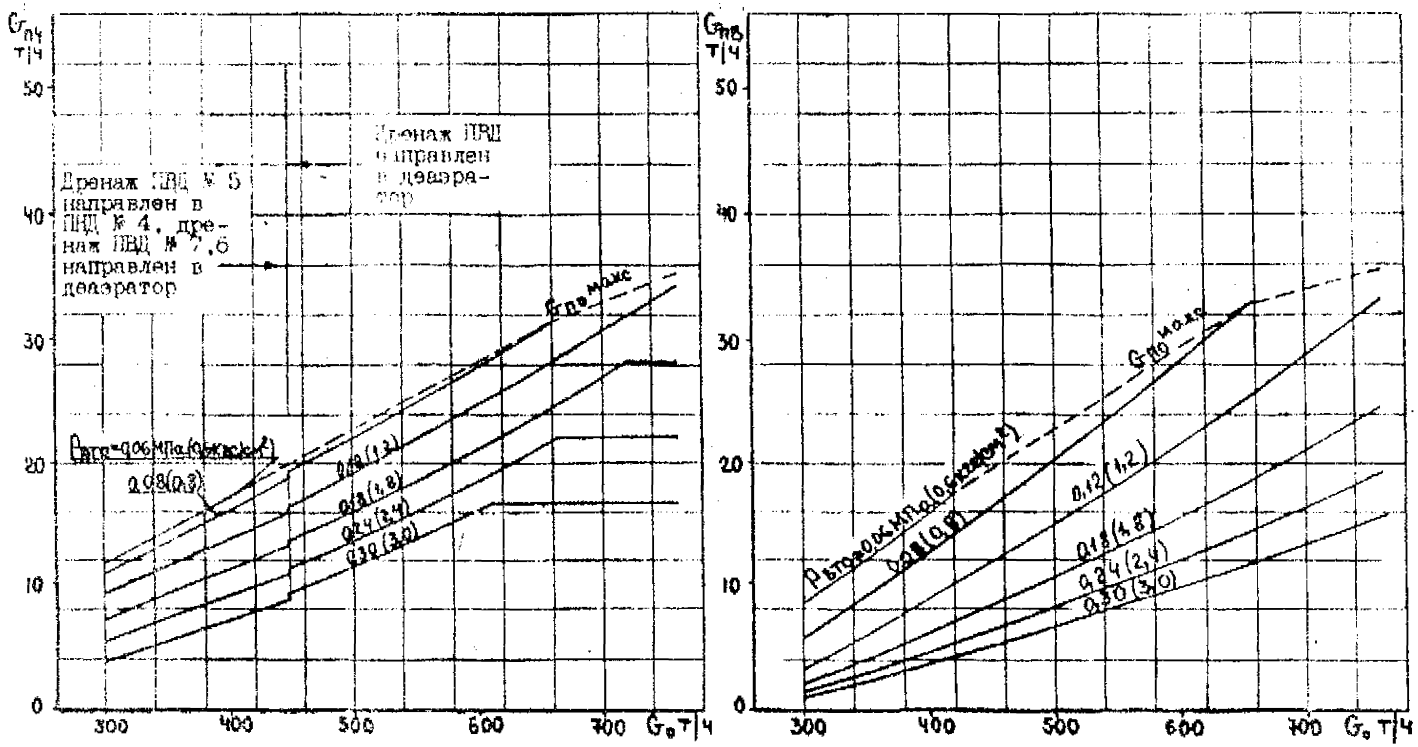


Рис.I8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара через промежуточный отсек при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

Условия: $t_{пит}$ - рис.I0; $t_к$ - рис.II

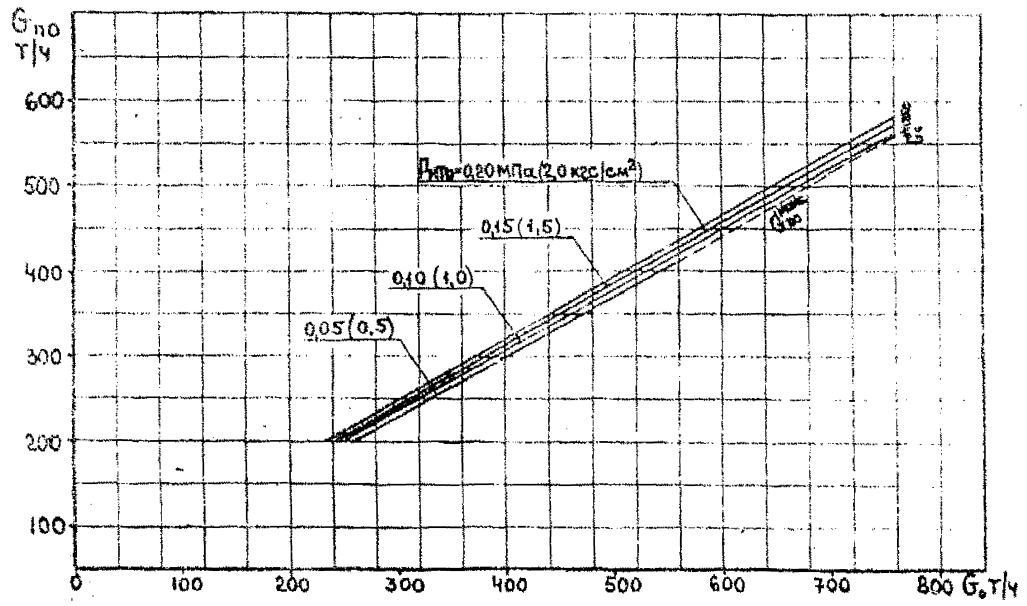


Рис.19	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара через 20-ю ступень при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: $t_{пит}$ - рис.10; $t_к$ - рис.12

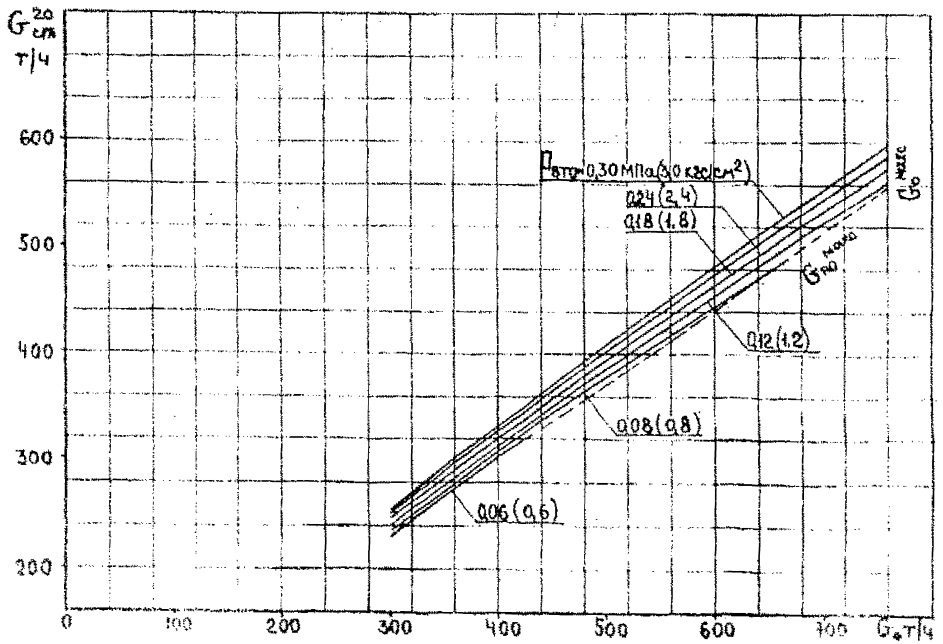
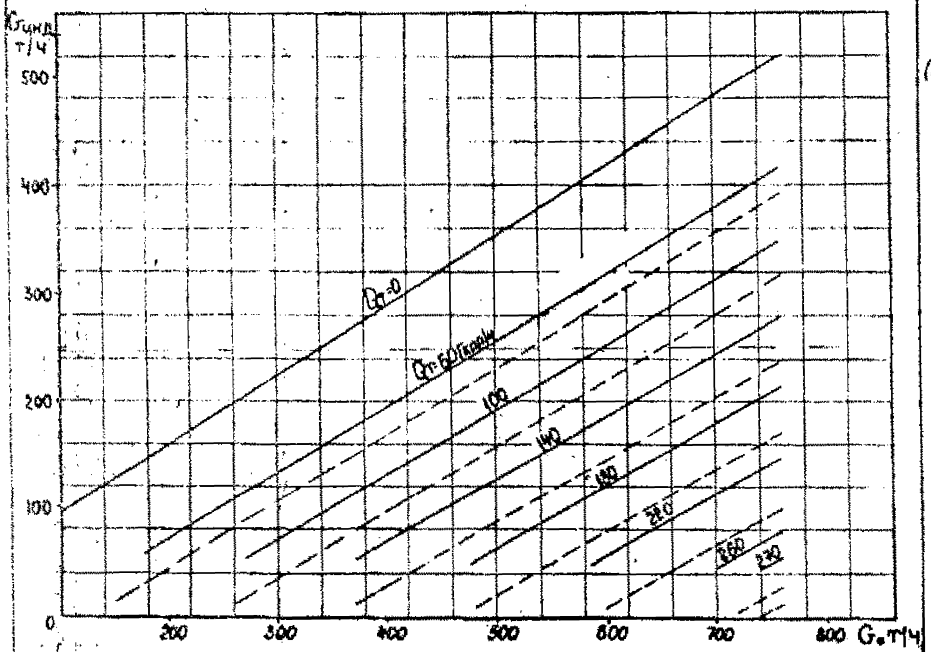


Рис.20	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара в ЦНД при конденсационном режиме и работе по электрическому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: $t_{пит}$ - рис.10; $t_к$ - рис.11, 12



——— - $P_{рто}$ = 0,3 МПа (3 кгс/см^2)

– – – - $P_{рто}$ = 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2)

Рис.21	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара в ЦНД при закрытой диафрагме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

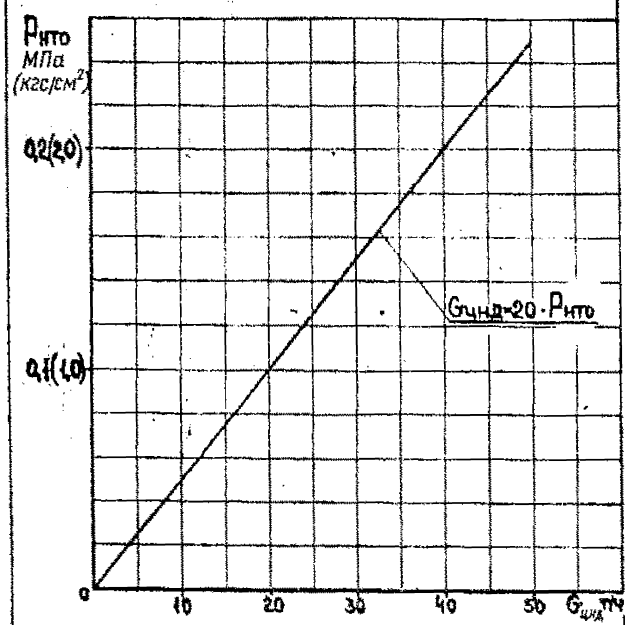


Рис.22	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Протечки пара через концевые уплотнения ЦВД и ЦСД	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

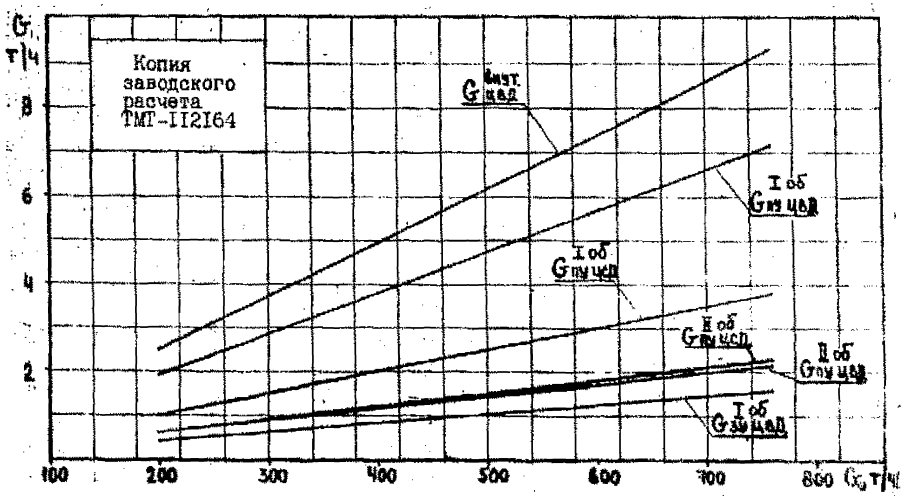


Рис.23	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Внутренняя мощность ступеней I-й – 22-й при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$; $t_{пит}$ – рис.10; $t_к$ – рис.11

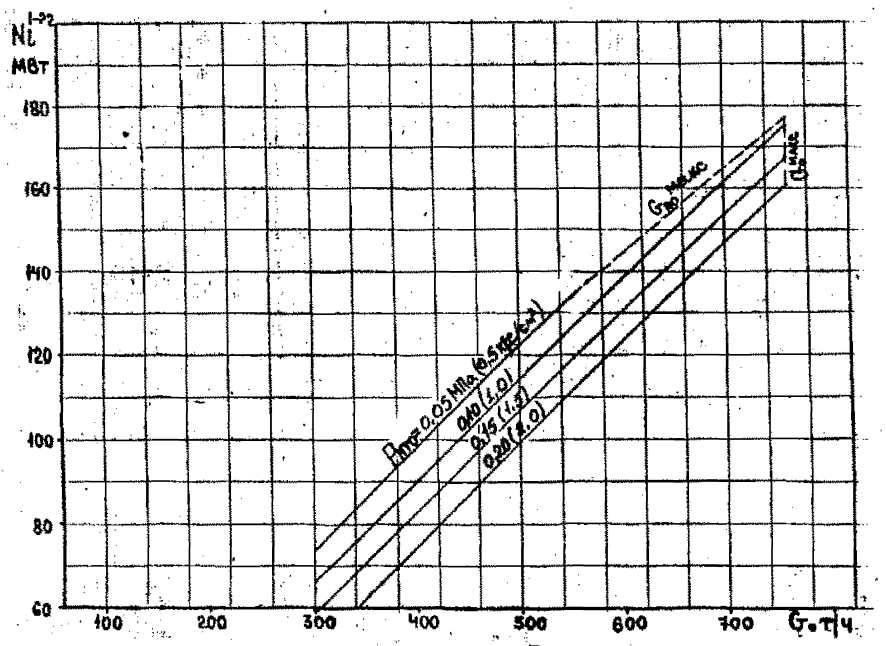


Рис.24	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Внутренняя мощность ступеней I-й – 20-й при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$; $t_{пит}$ – рис.10; $t_к$ – рис.12

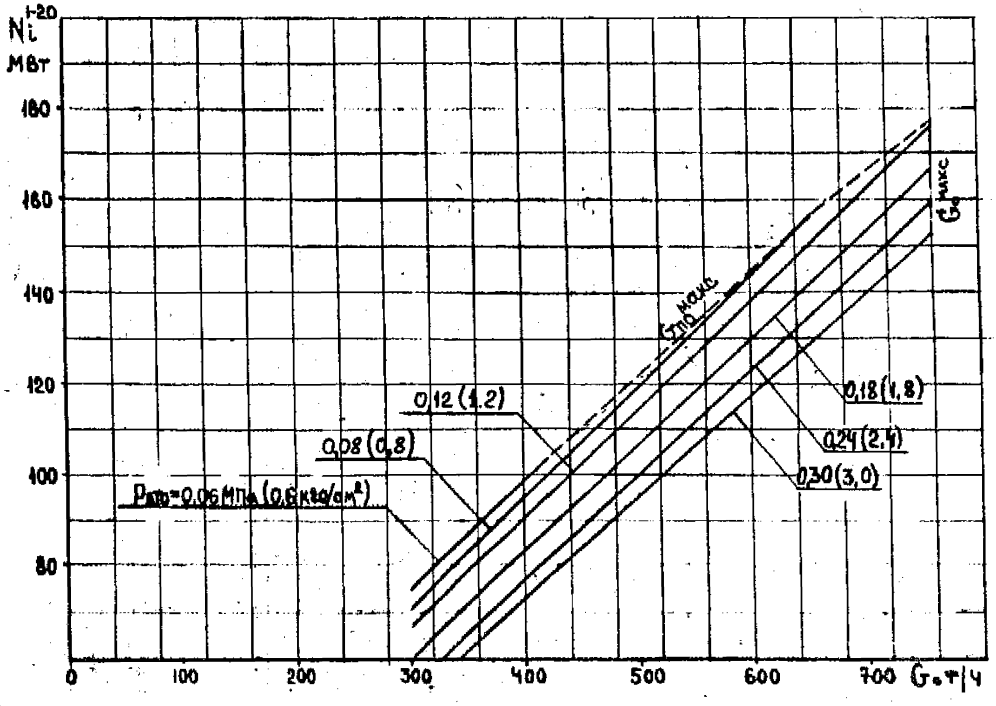
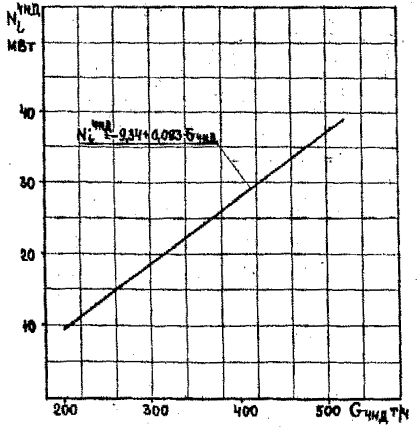


Рис.25	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Характеристика ЧНД	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: $i_{нтв}$ = 615 ккал/кг; $P_{нтв}$ = 0,10 МПа (1,0 кгс/см^2); P_2 - рис.45;
W = 20000 м^3/ч; $t_1^в$ = 20°С; $i_{нтв}$ - рис.36



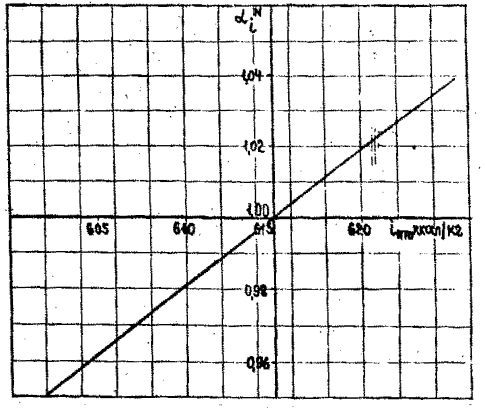
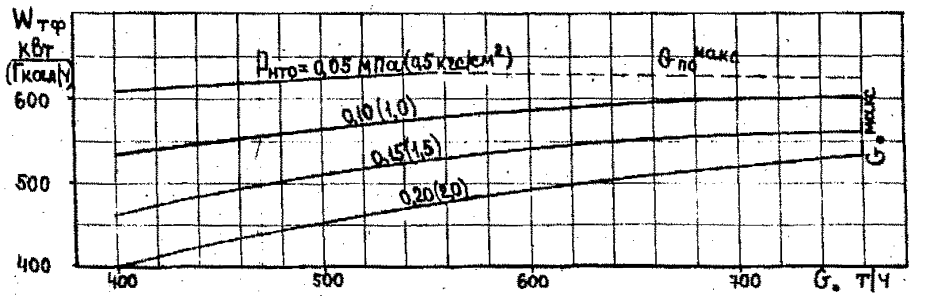


Рис.26,*а*,*б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

а) одноступенчатый подогрев сетевой воды



б) двухступенчатый подогрев сетевой воды

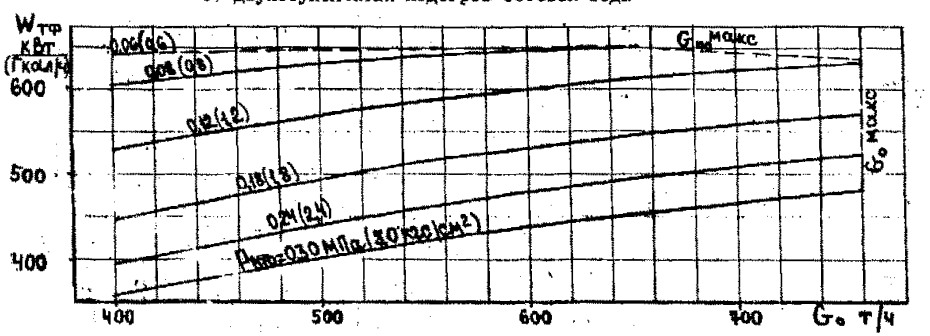


Рис.27	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Суммарные потери турбоагрегата	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

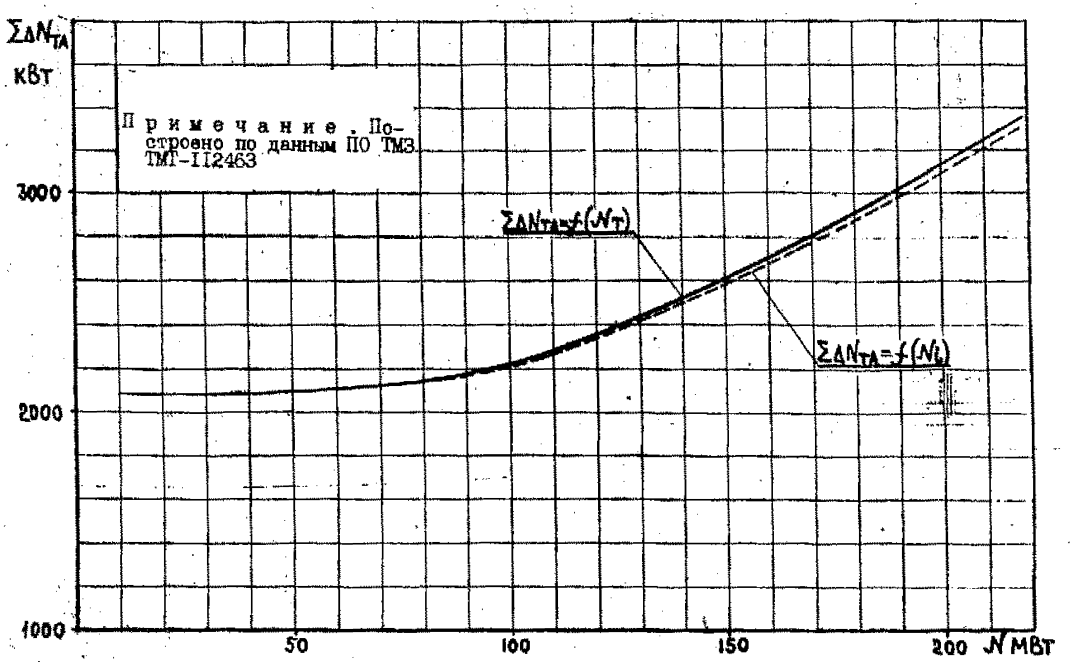


Рис.28	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Относительный внутренний КПД ЦВД	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; регенерация включена полностью; $G_{пит} = G_0$

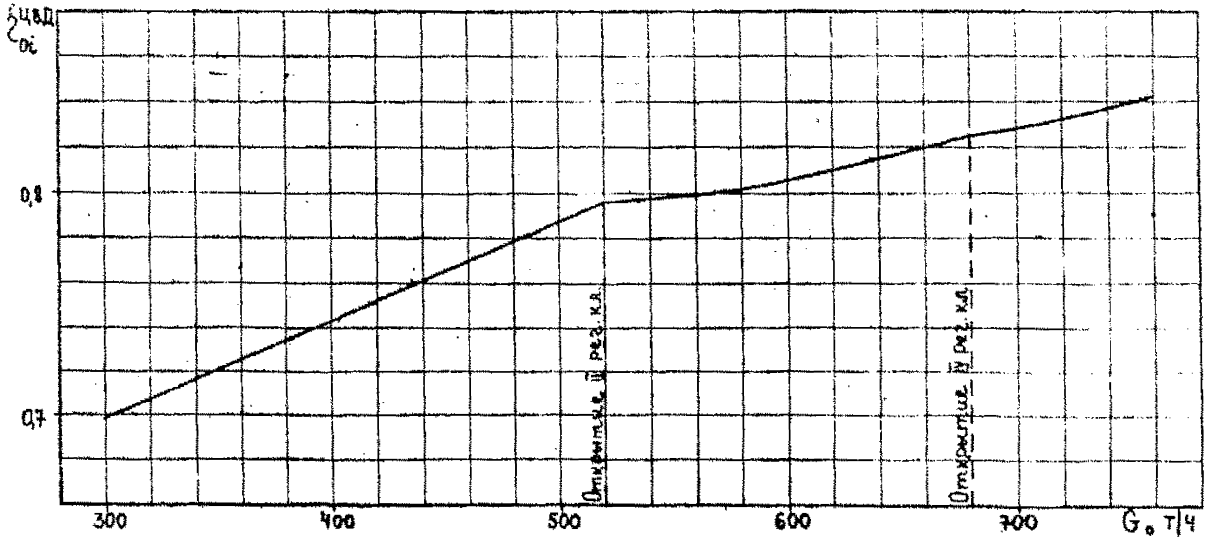


Рис.29	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход свежего пара и тепла при конденсационном режиме с отключенным регулятором давления	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; регенерация включена полностью;
t^0_1 = 20°С; W = 20000 м^3/ч; P_2 - рис.45

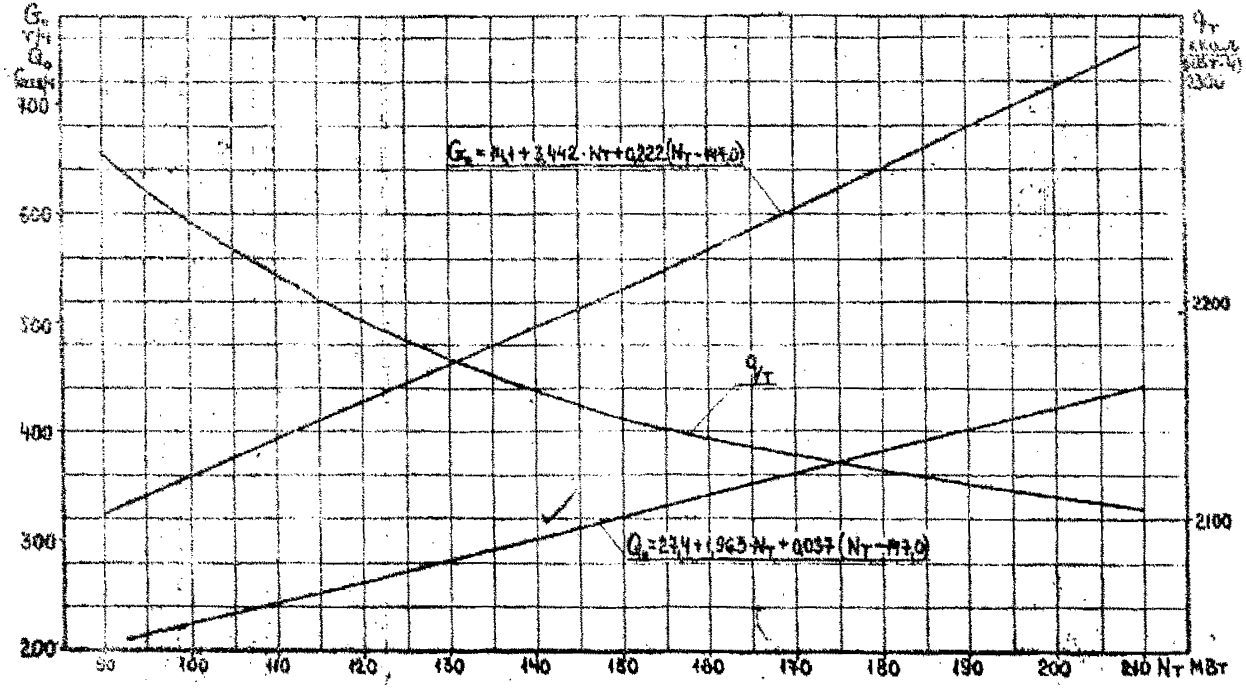
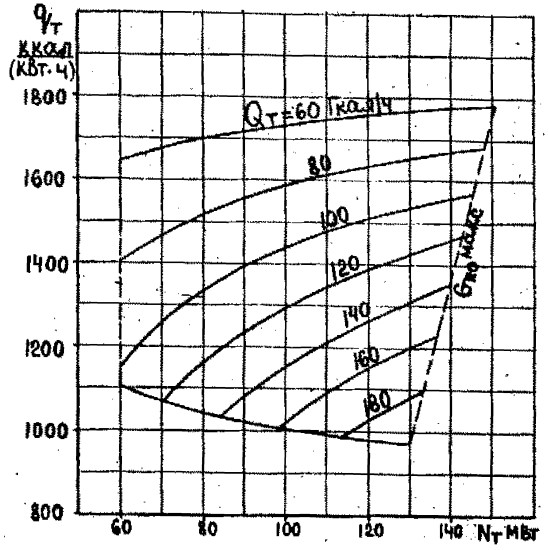


Рис.30, *а, б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $t_1^в$ = 20°С; W = 20000 м^3/ч; $t_{пит}$ – рис.10; $G_{пит} = G_0$; τ_2 – рис.41

а) $P_{нтв}$ = 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2)



б) $P_{нтв}$ = 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2)

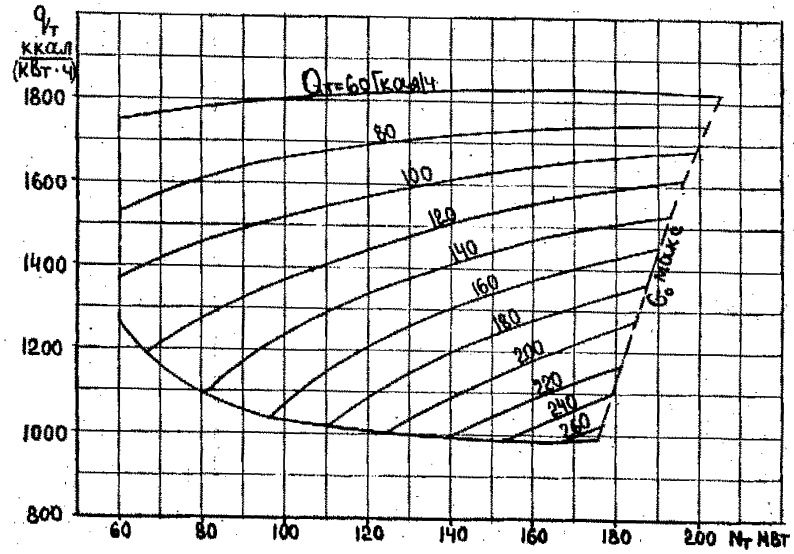


Рис.30, *б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

$P_{нто}$ = 0,09 МПа (0,9 кгс/см^2)

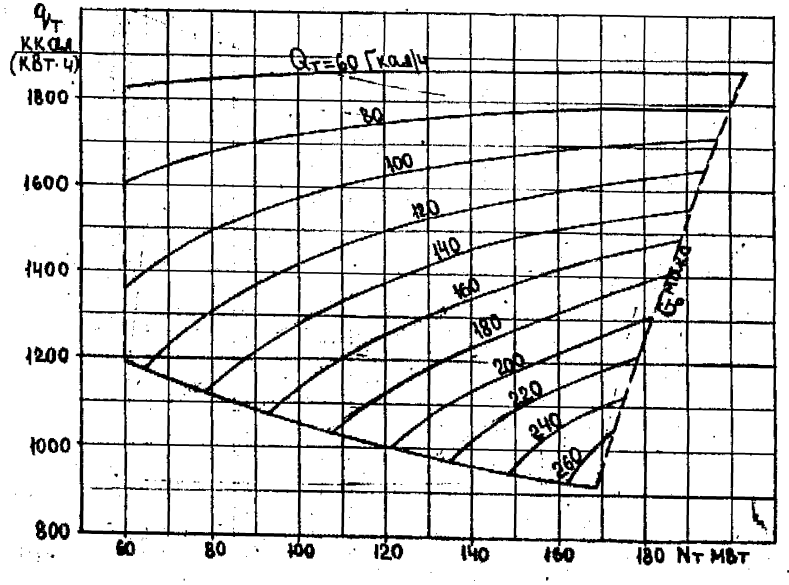


Рис.30,г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

г) $p_{нто}$ = 0,10 МПа (1,0 кгс/см^2)

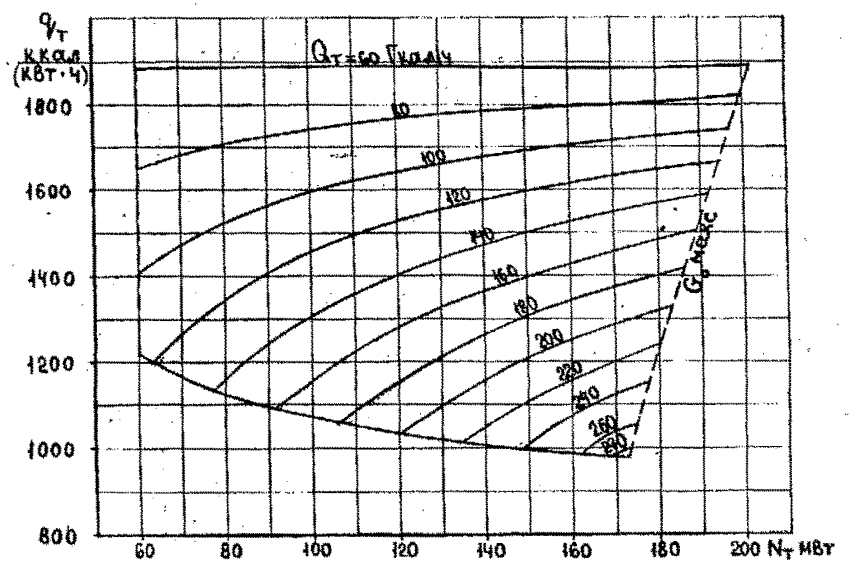
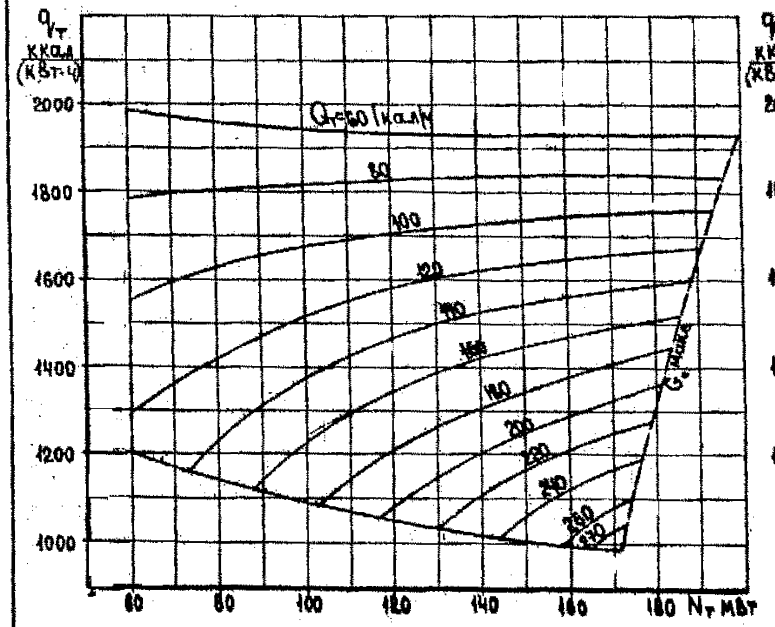


Рис.30,д,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

д) $P_{НТО}$ = 0,12 МПа (1,2 кгс/см^2)



е) $P_{НТО}$ = 0,15 МПа (1,5 кгс/см^2)

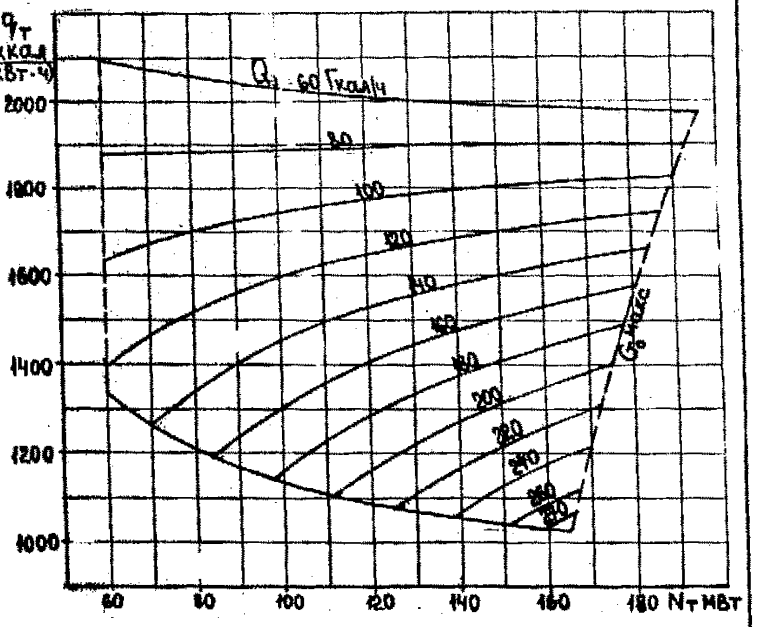
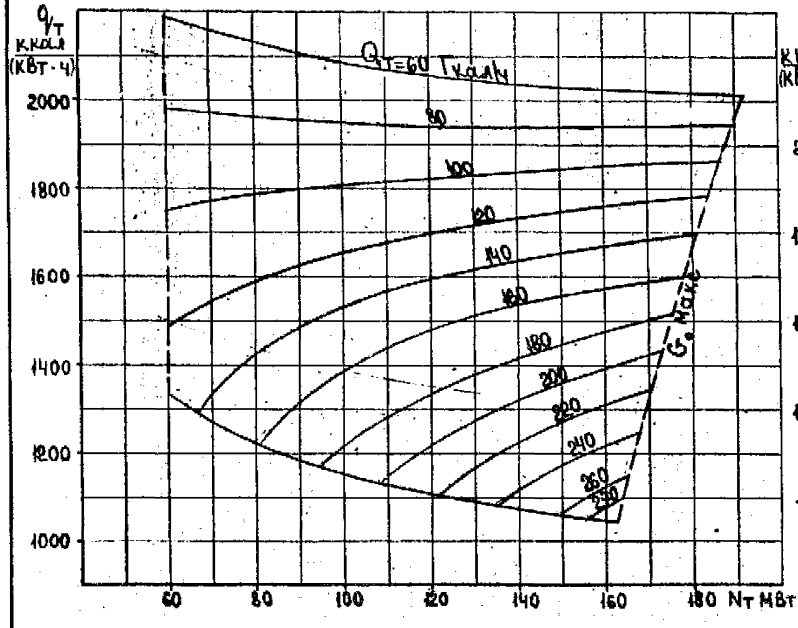


Рис.30, ж, з	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

ж) $P_{НТП}$ = 0,17 МПа (1,7 кгс/см^2)



з) $P_{НТП}$ = 0,20 МПа (2,0 кгс/см^2)

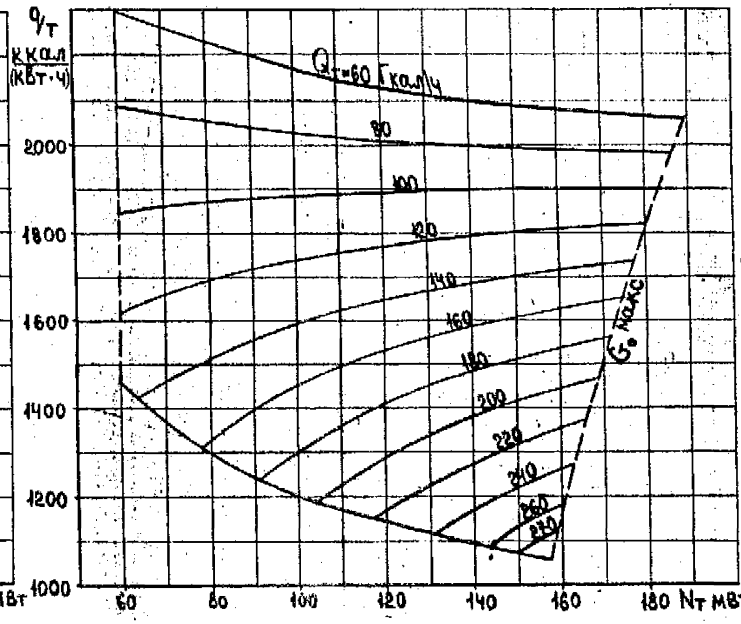
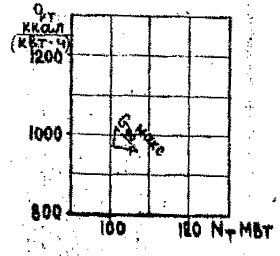


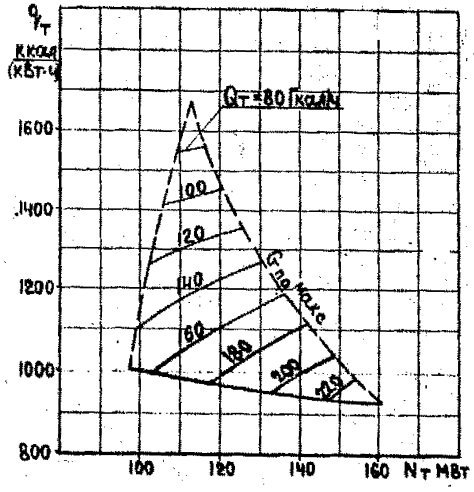
Рис.31, *а*, *б*, *в*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; P_2 - рис.45; $t_1^в$ = 20°С; W = = 20000 м^3/ч; $t_{пит}$ - рис.10; $G_{пит} = G_0$; τ_2 - рис.41

а) $P_{ВТО}$ = 0,06 МПа (0,6 кгс/см^2)



б) $P_{ВТО}$ = 0,08 МПа (0,8 кгс/см^2)



в) $P_{ВТО}$ = 0,10 МПа (1,0 кгс/см^2)

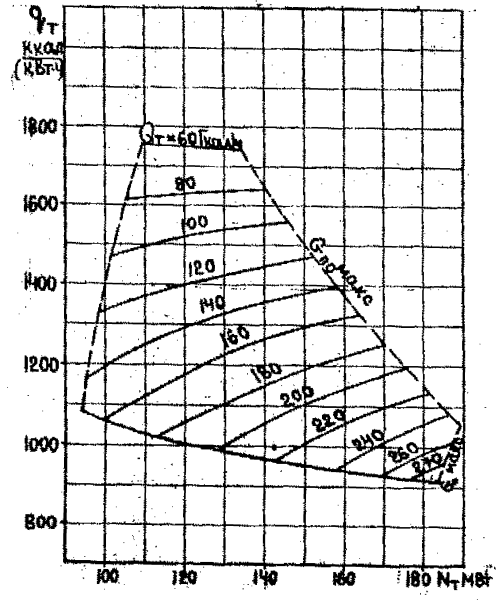
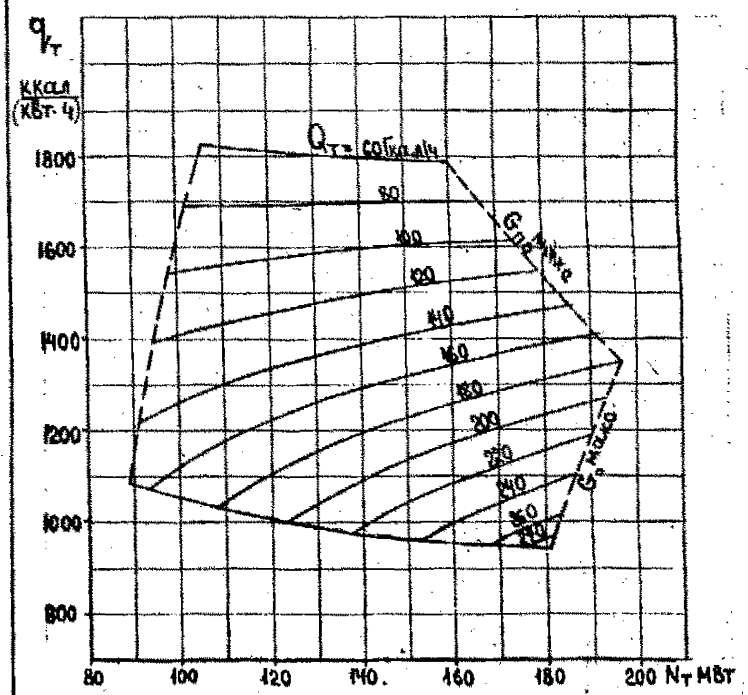


Рис.3I,2, *д*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

г) $P_{ВТП}$ = 0,I2 МПа (I,2 кгс/см^2)



д) $P_{ВТП}$ = 0,I4 МПа (I,4 кгс/см^2)

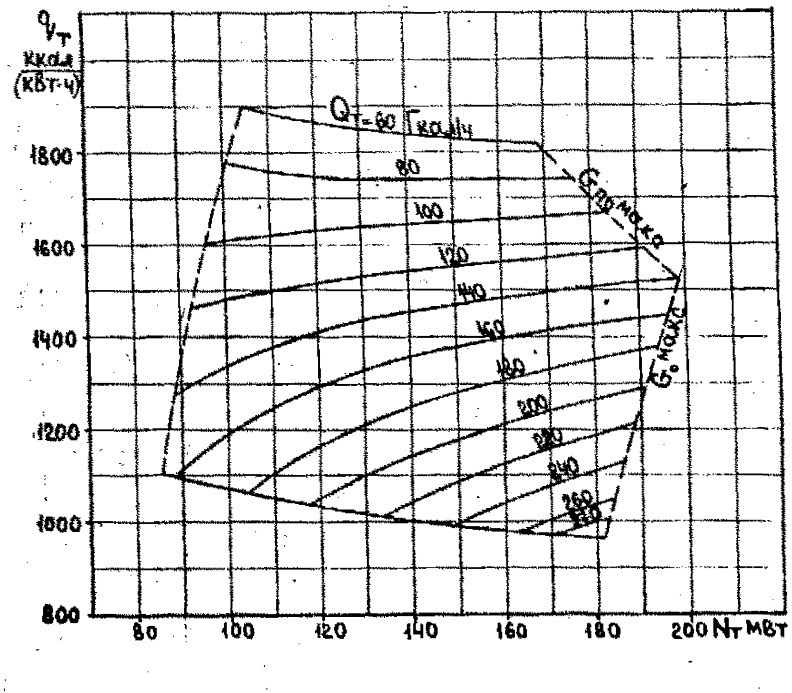
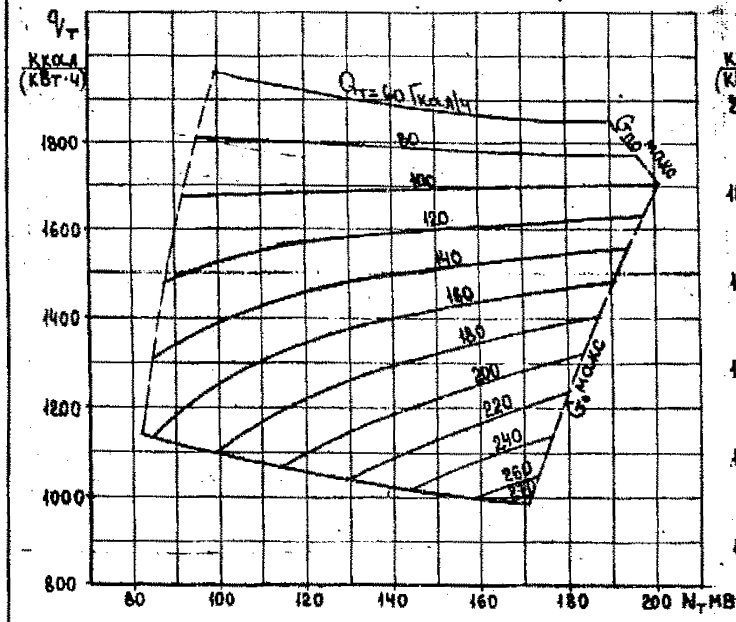


Рис.31,*е*,*ж*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

е) $P_{ВТО}$ = 0,16 МПа (1,6 кгс/см^2)



ж) $P_{ВТО}$ = 0,18 МПа (1,8 кгс/см^2)

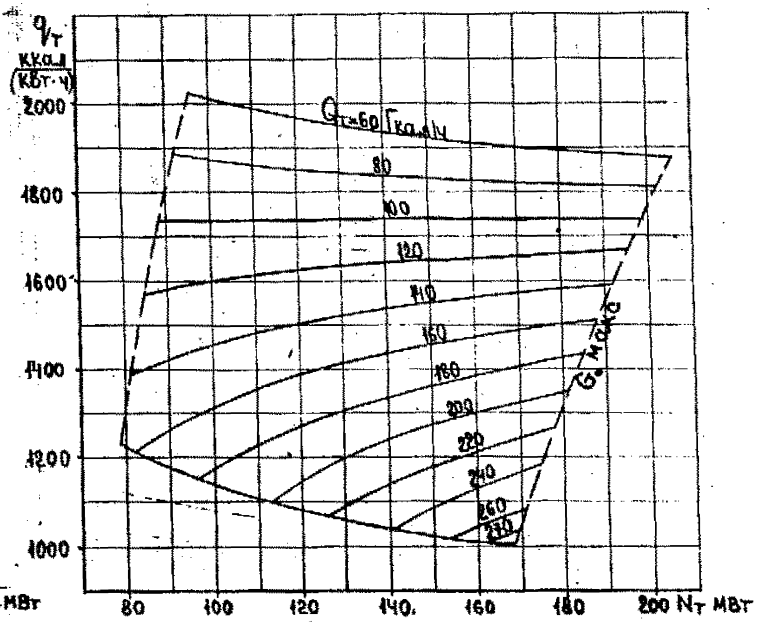
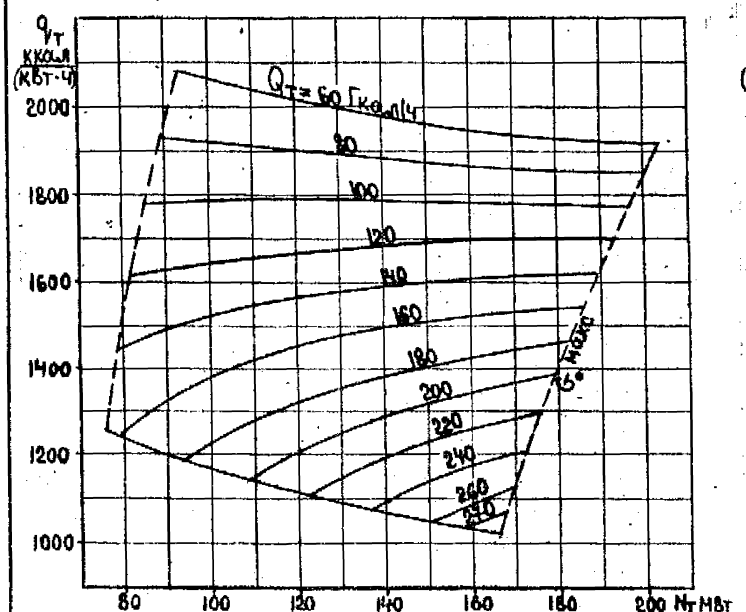


Рис.31,з,и	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

з) $P_{ВТО}$ = 0,20 МПа (2,0 кгс/см^2)



и) $P_{ВТО}$ = 0,22 МПа (2,2 кгс/см^2)

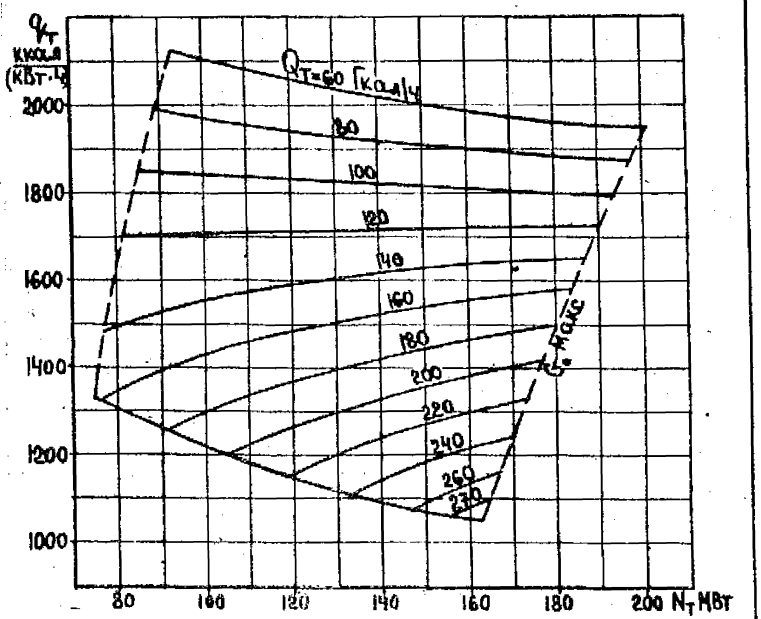
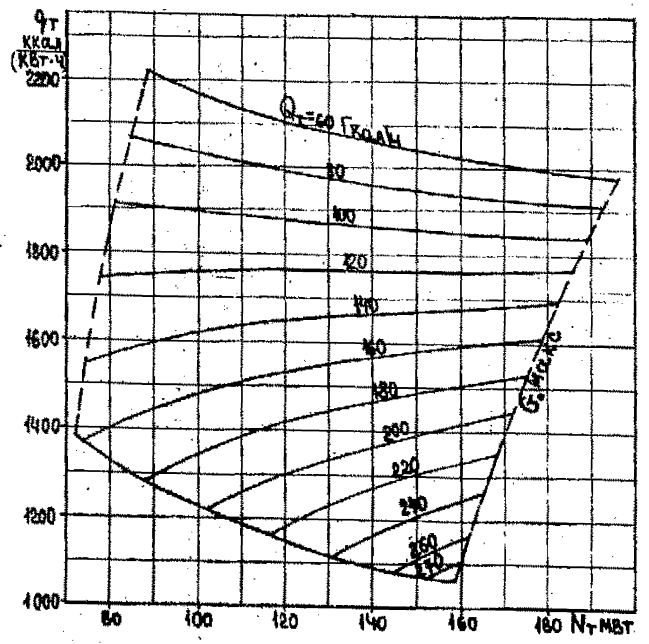


Рис.3I,К, л	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

к) $P_{ВТО}$ = 0,24 МПа (2,4 кгс/см^2)



л) $P_{ВТО}$ = 0,26 МПа (2,6 кгс/см^2)

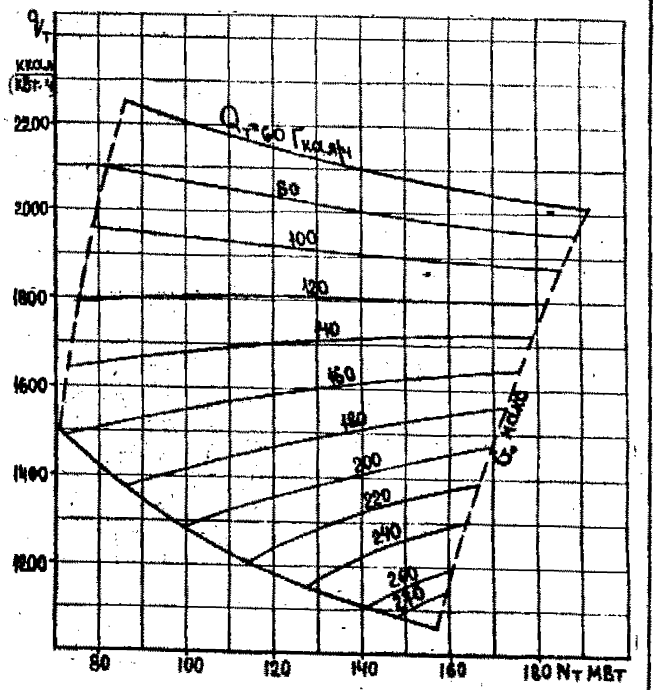
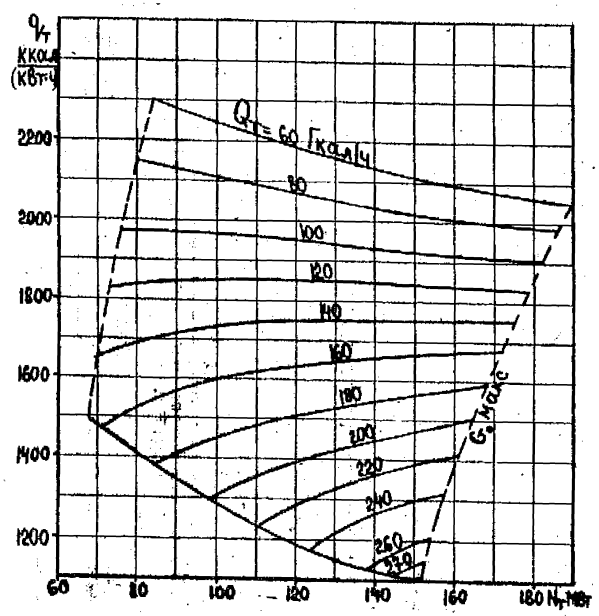


Рис.31,м,н	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

м) $P_{ВТО}$ = 0,28 МПа (2,8 кгс/см^2)



н) $P_{ВТО}$ = 0,30 МПа (3,0 кгс/см^2)

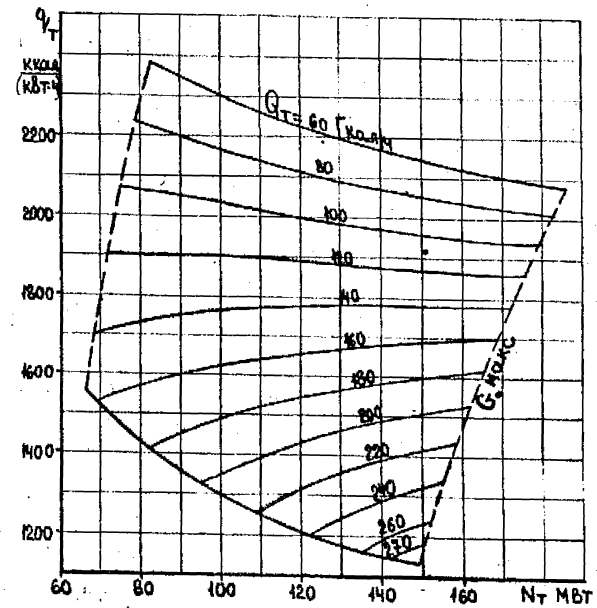


Рис.32	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурный напор подогревателей высокого и низкого давления	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

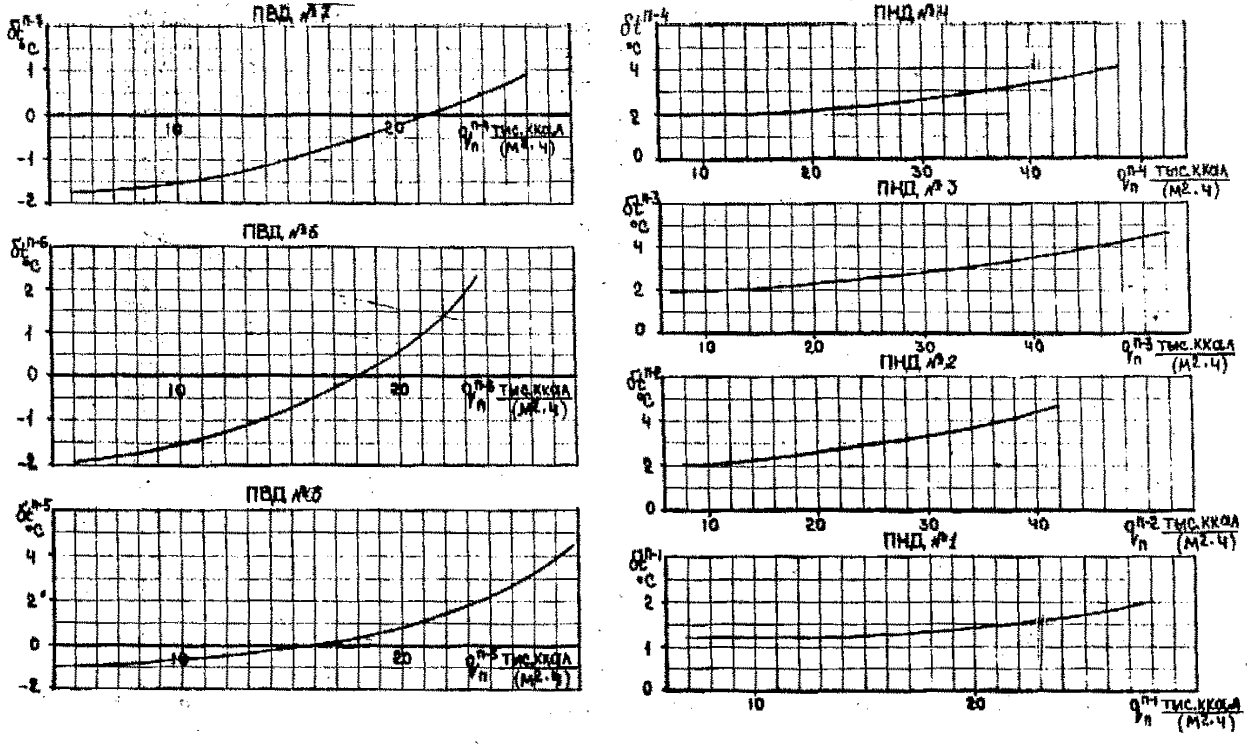


Рис.33	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расчетный температурный напор подогревателей сетевой воды № I и 2	Тип Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

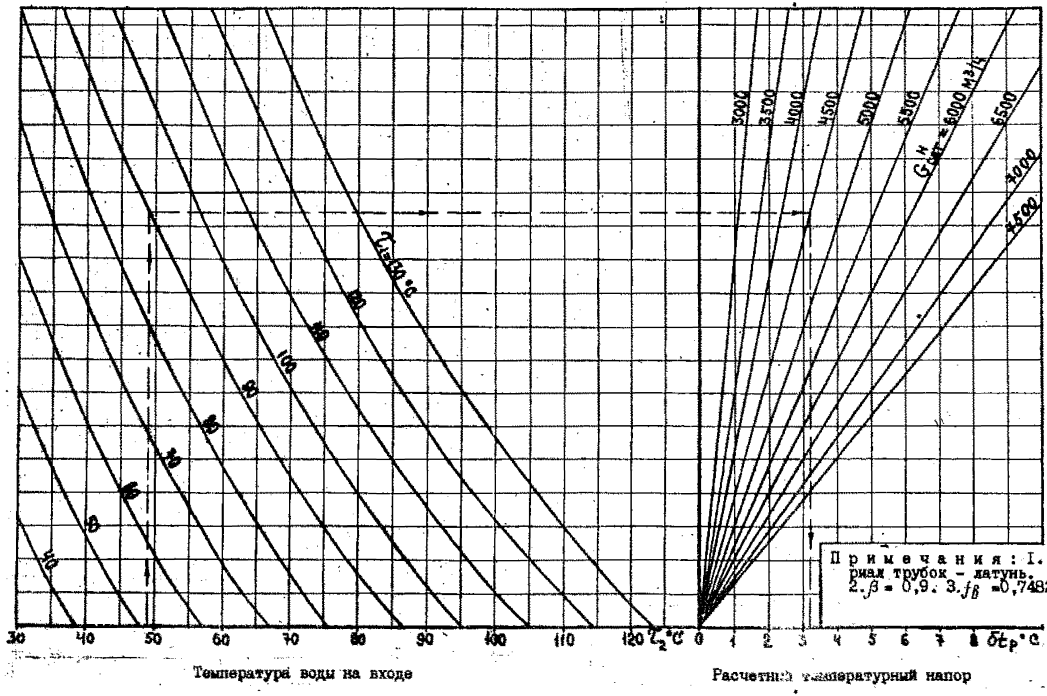
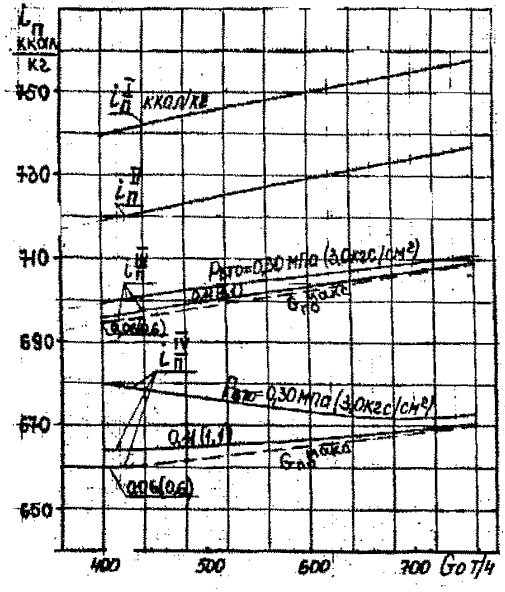


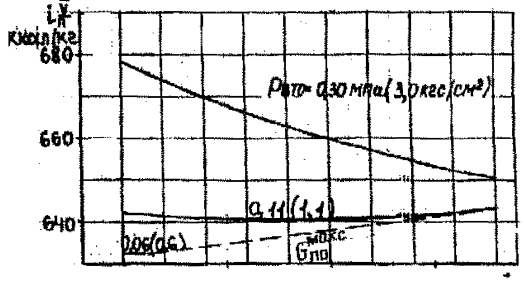
Рис.34,*а*, *б*, *в*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Энтальпия пара в камерах I, II, III, IУ, У отборов при одно- и двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С

а) I-$\overline{IУ}$ отборы; одно- и двухступенчатый подогрев сетевой воды



б) $\overline{У}$ отбор; двухступенчатый подогрев сетевой воды



в) $\underline{У}$ отбор; одноступенчатый подогрев сетевой воды

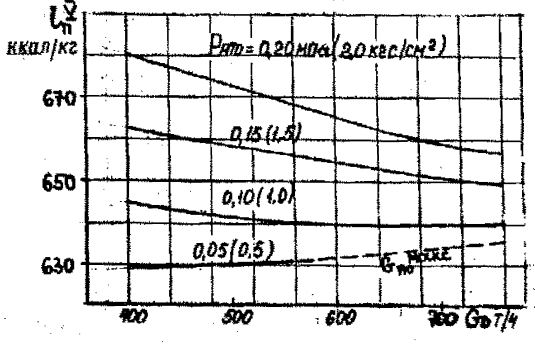


Рис.35	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Энтальпия пара в камере УП отбора при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С

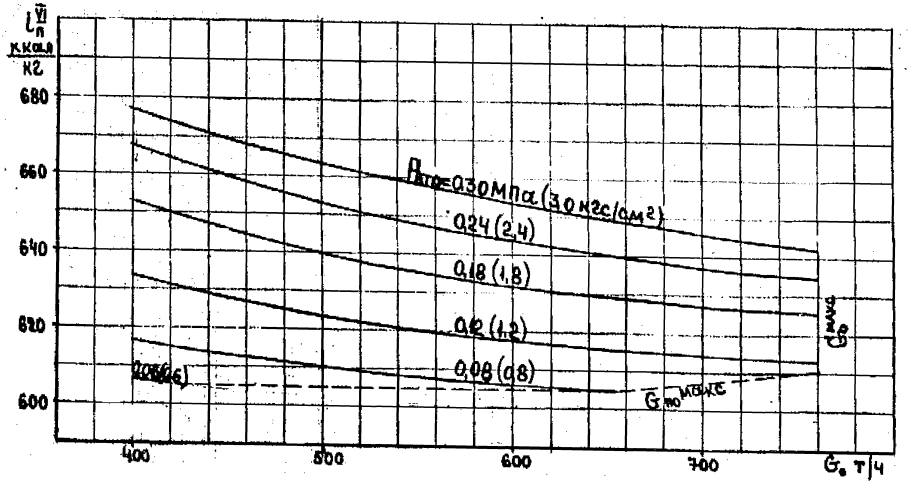


Рис.36	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Энтальпия пара в камерах УI и УП отборов при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555^{0}С

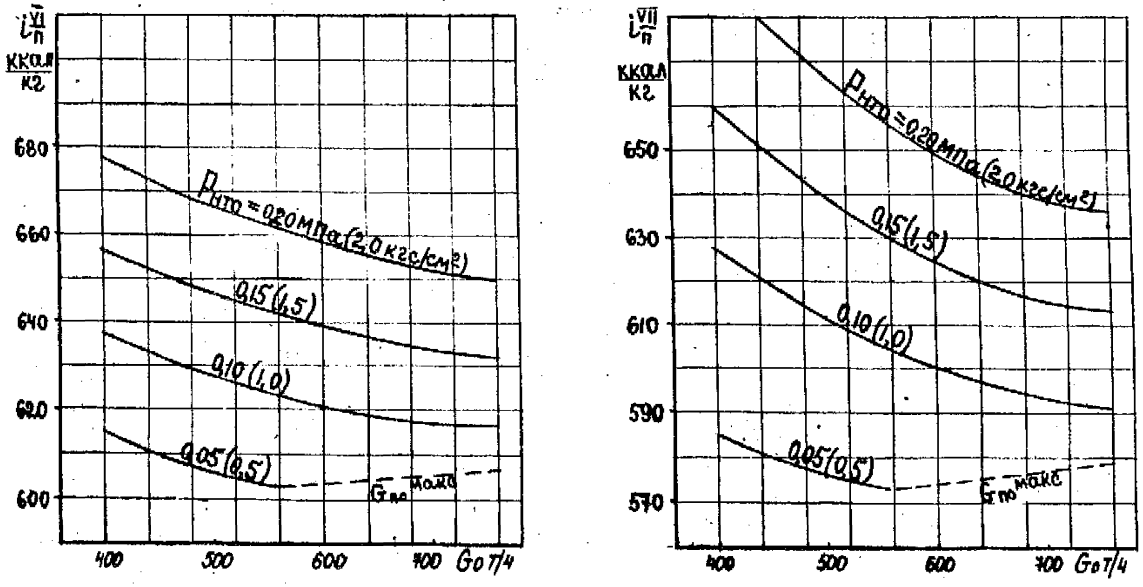


Рис.37	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Использованный теплоперепад промежуточного отсека	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

$G_{ПО} = G_{СТ}^{20} - G_{П2} - G_{ПСВ-2}$; $G_{СТ}^{20}$ - рис.19; для одноступенчатого подогрева $G_{ПО}$ - рис.18; $\mu_{ВТО}$ - рис.9

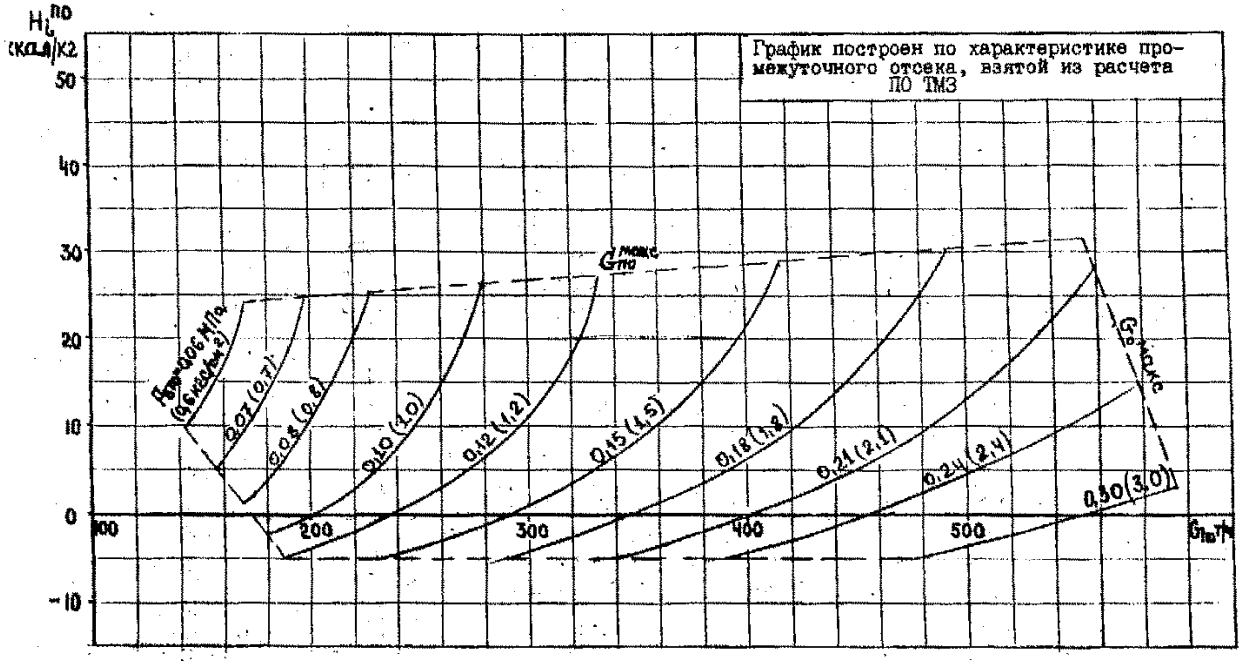
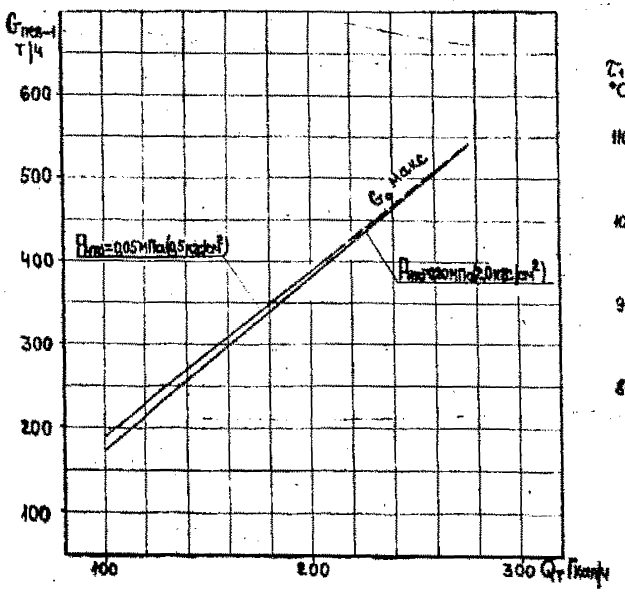


Рис.38	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара в регулируемый отбор и температура прямой сетевой воды при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; τ_2' - рис.41



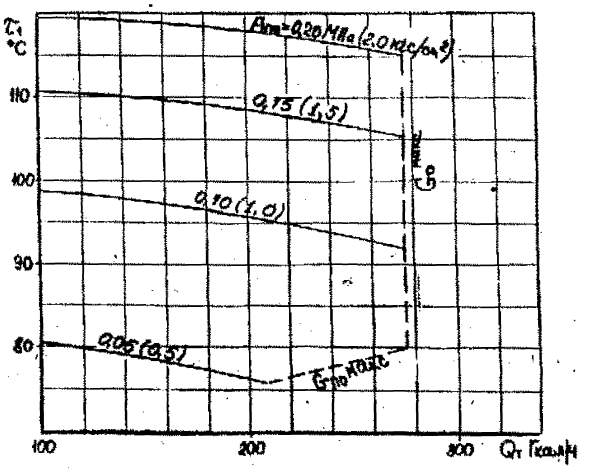


Рис.39	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Расход пара в регулируемые отборы при работе по тепловому графику с двухступенчатым подогревом сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; φ_2 – рис.41

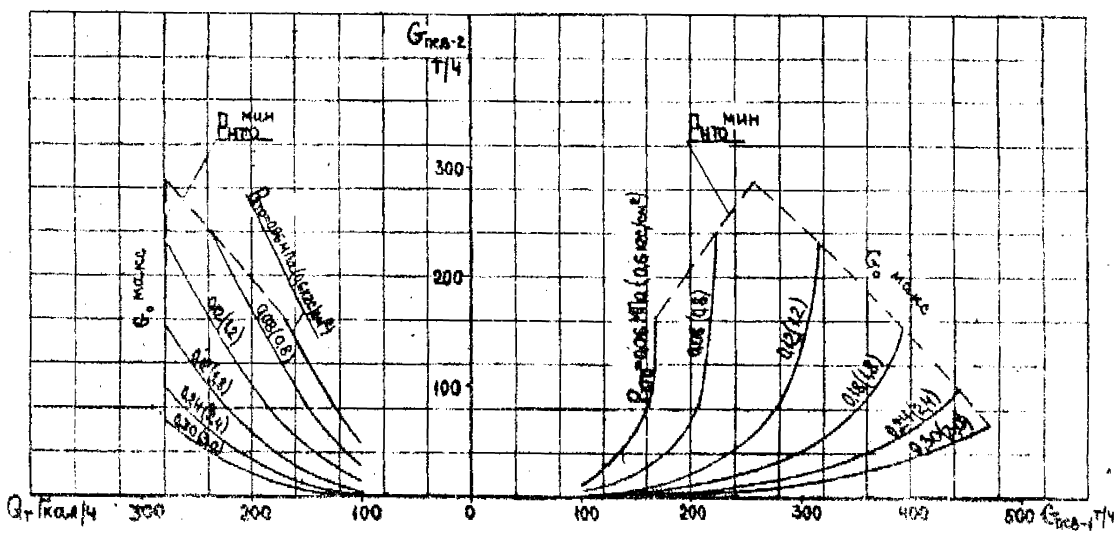
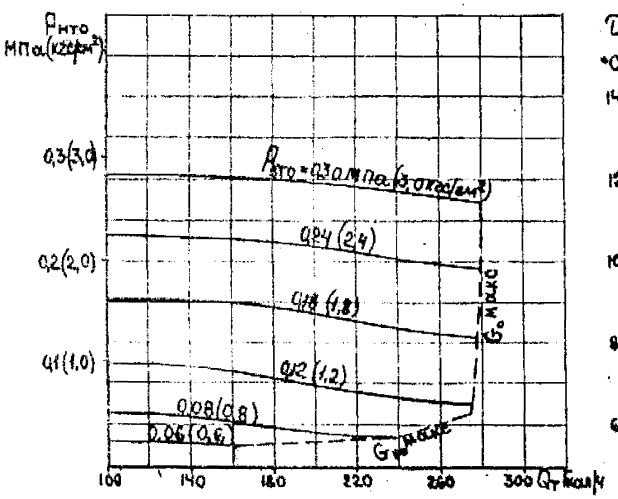


Рис.40, *а, б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Двухступенчатый подогрев сетевой воды при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; τ_2 - рис.41

а) давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора



б) температура прямой сетевой воды

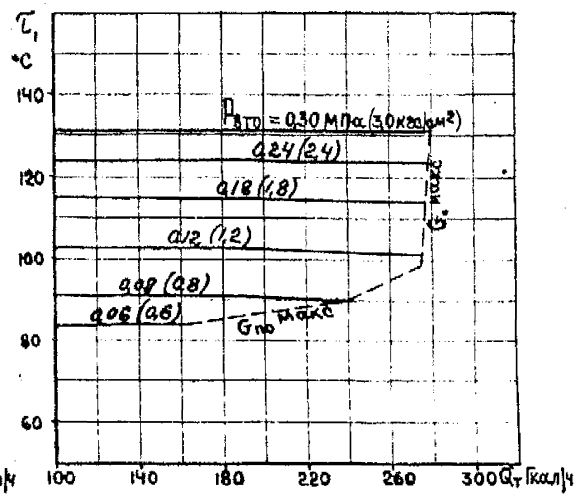


Рис.41	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температура обратной сетевой воды при работе с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

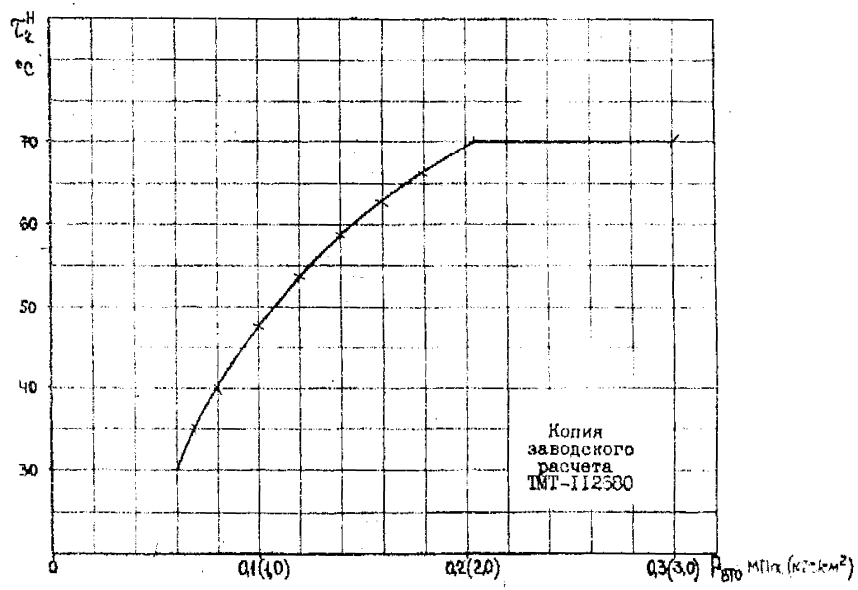


Рис.42	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Диаграмма режимов при одноступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит}=G_0$; P_2 – рис.45;
W = 20000 м^3/ч; $t_1^{в}$ = 20°С; $t_{пит}$ – рис.10; $t_к$ – рис.11; τ_2 – рис.41

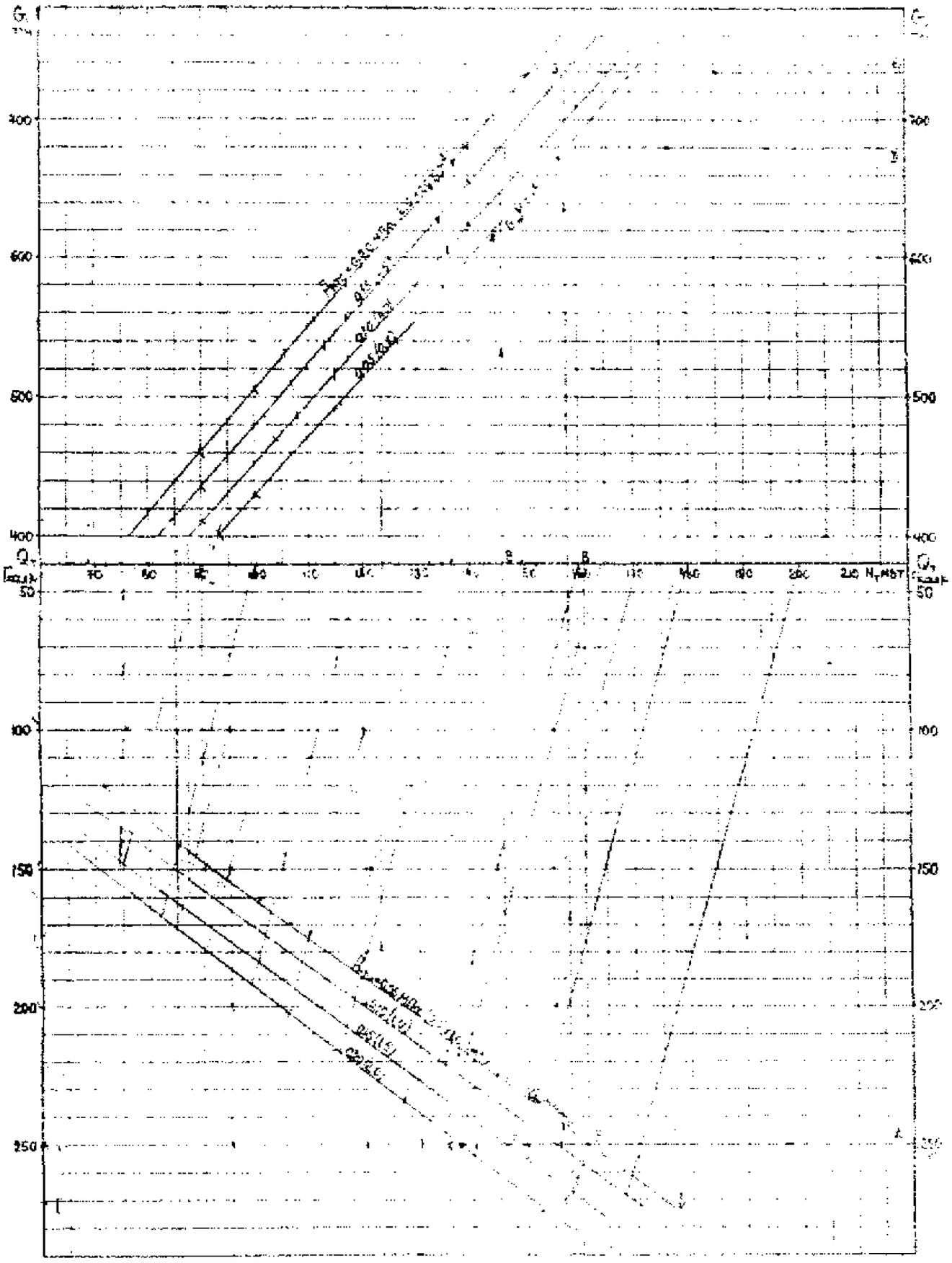


Рис.43	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Диаграмма режимов при двухступенчатом подогреве сетевой воды	Тип Т-175/210-130 ЛМЗ ТМЗ

Условия: P_0 = 12,8 МПа (130 кгс/см^2); t_0 = 555°С; $G_{пит} = G_0$; P_2 - рис.45;
W = 20000 м^3/ч; $t_i^в$ = 20°С; $t_{пит}$ - рис.10; $t_к$ - рис.12; τ_2 - рис.41

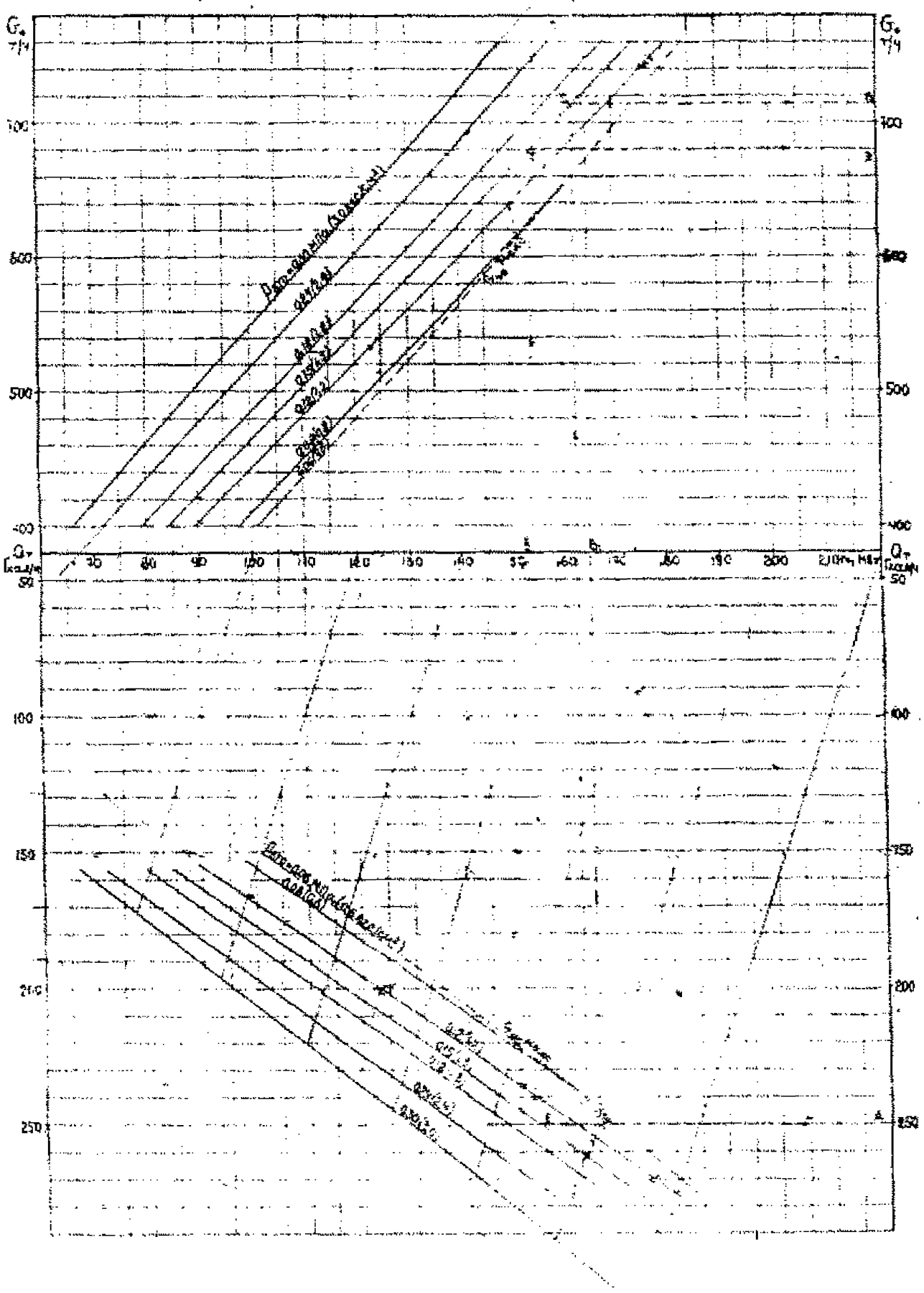
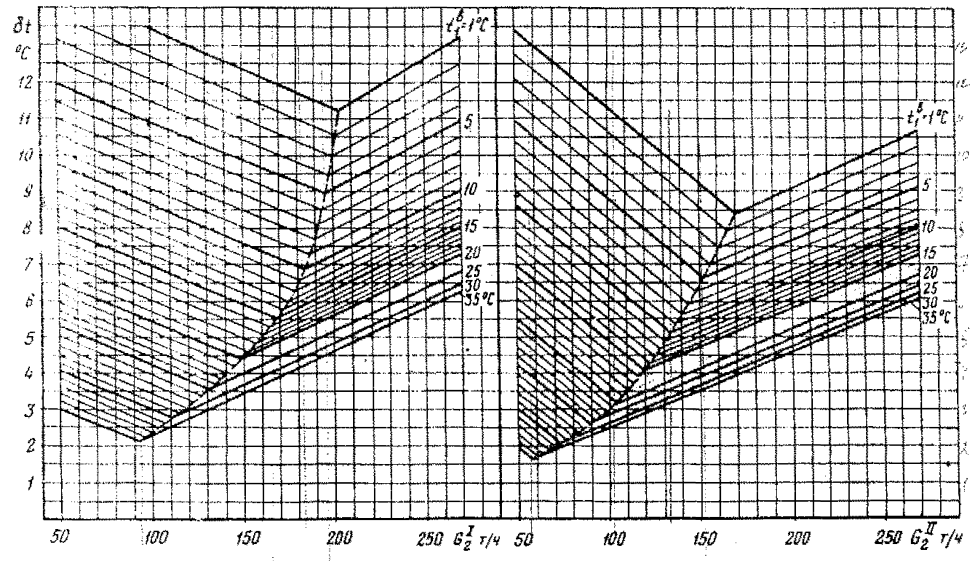


Рис.44,а	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 24800 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I



Конденсатор II

Рис.44, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 20000 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I

Конденсатор II

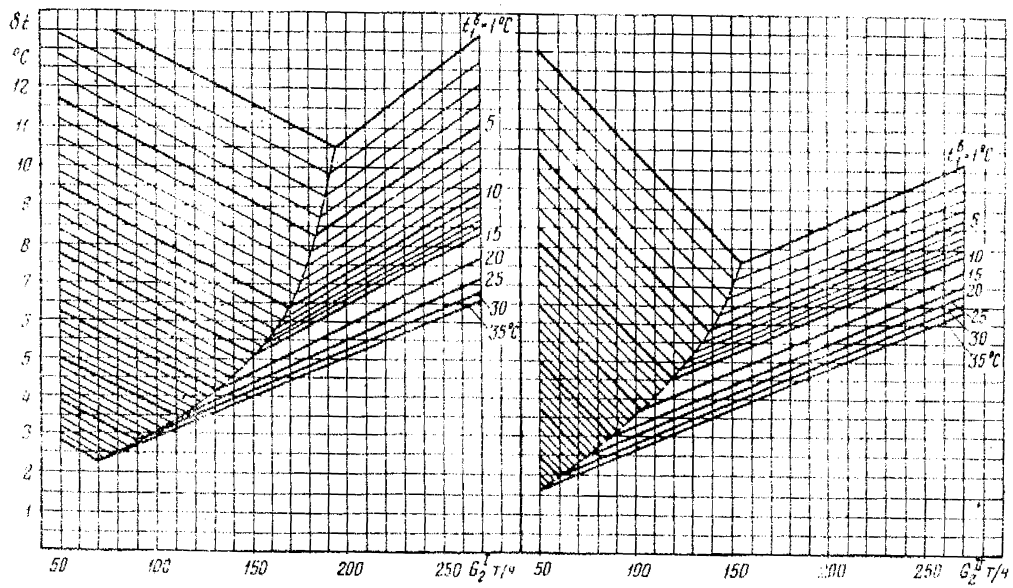


Рис.44,б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 12400 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I

Конденсатор II

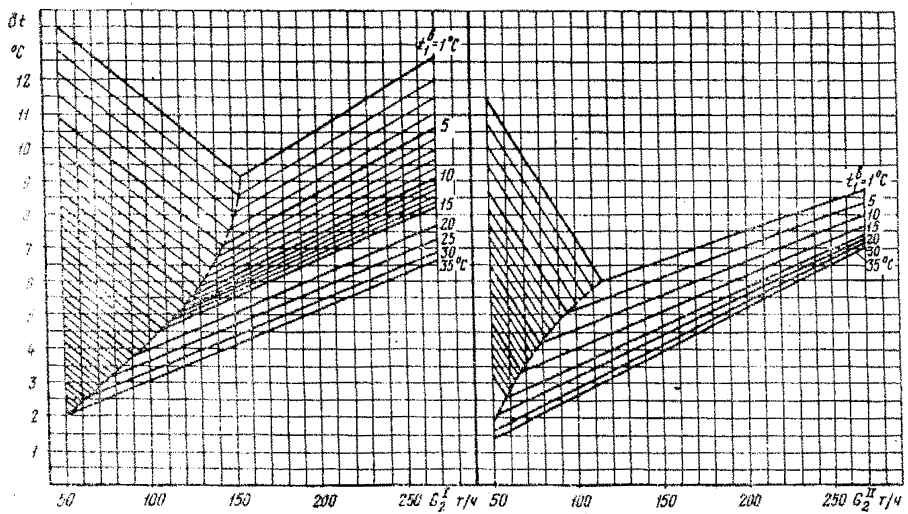


Рис.44, г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 20000 м³/ч, F = 9800 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

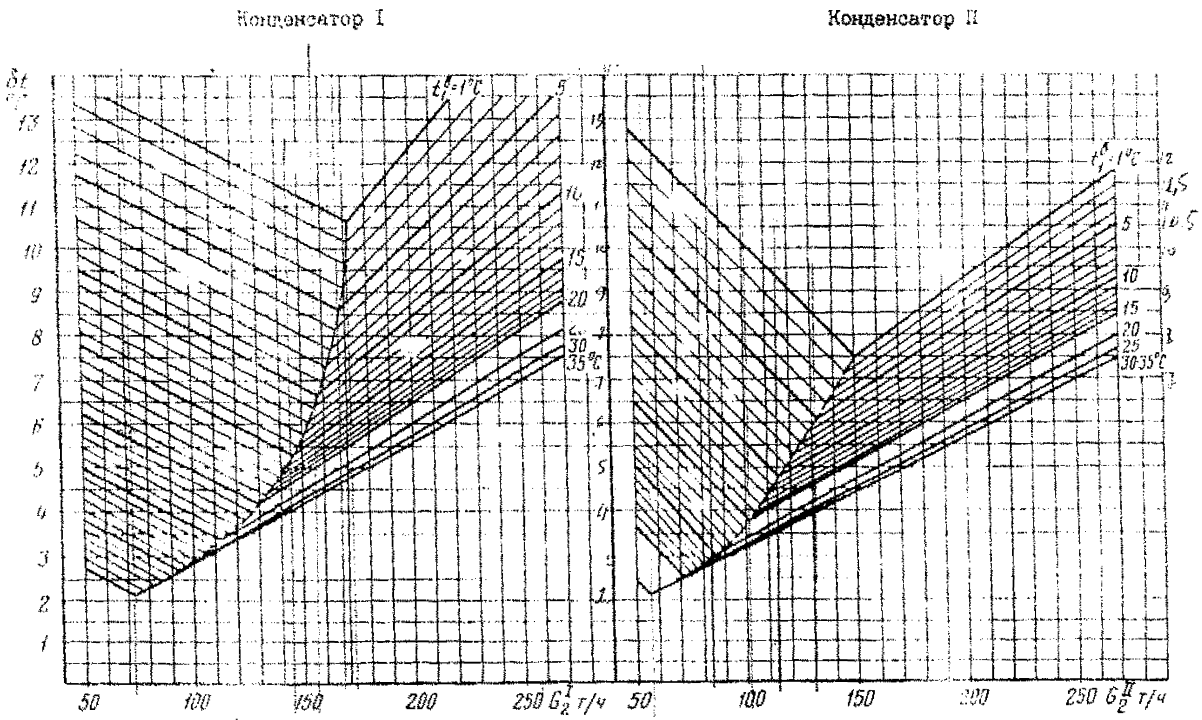


Рис.44, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 16000 м³/ч, F = 9600 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I

Конденсатор II

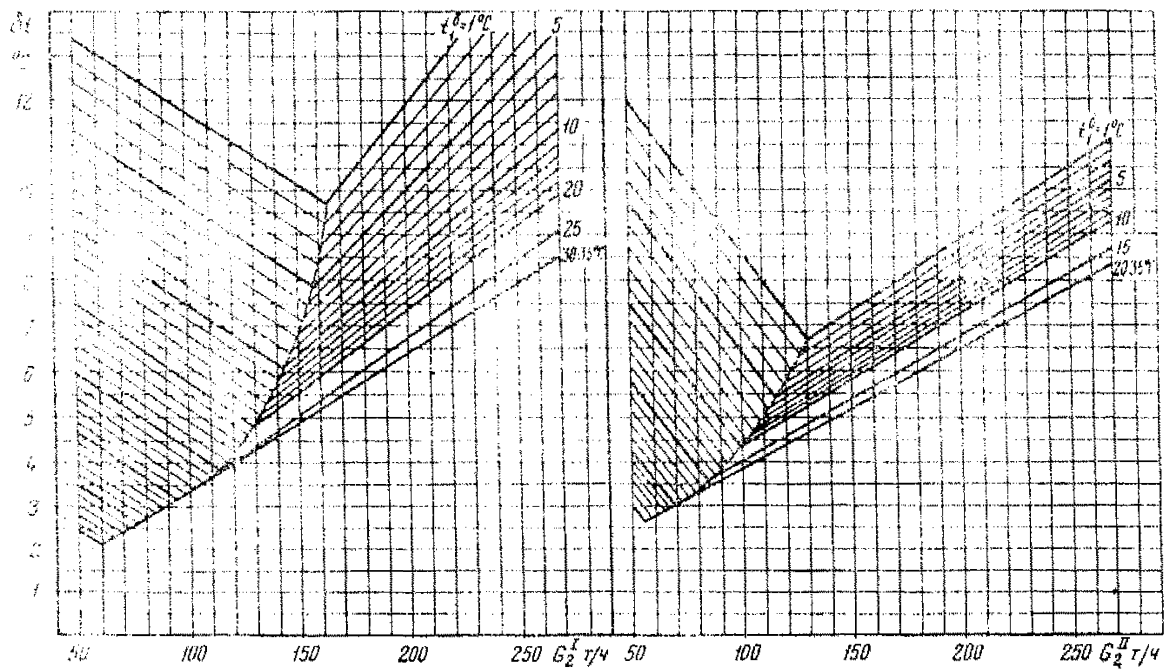


Рис.44,*в*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Температурные напоры конденсаторов при W = 10000 м³/ч, F = 9600 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

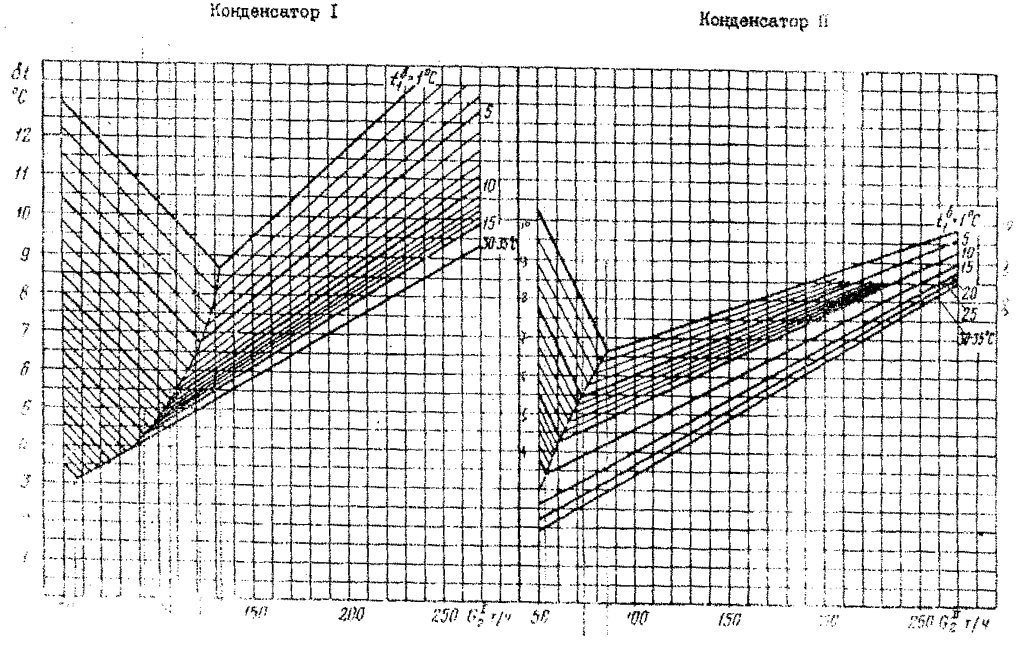


Рис.45,а	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W = 24800 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

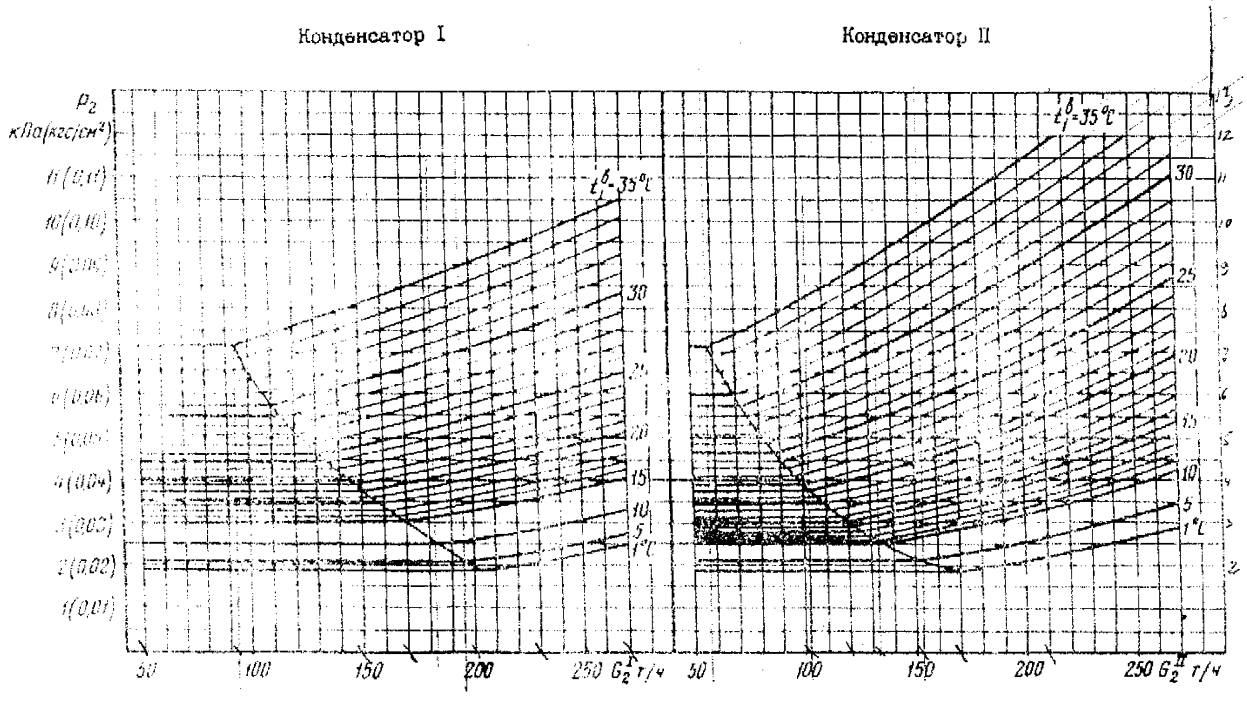


Рис.45, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W= 20000 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I

Конденсатор II

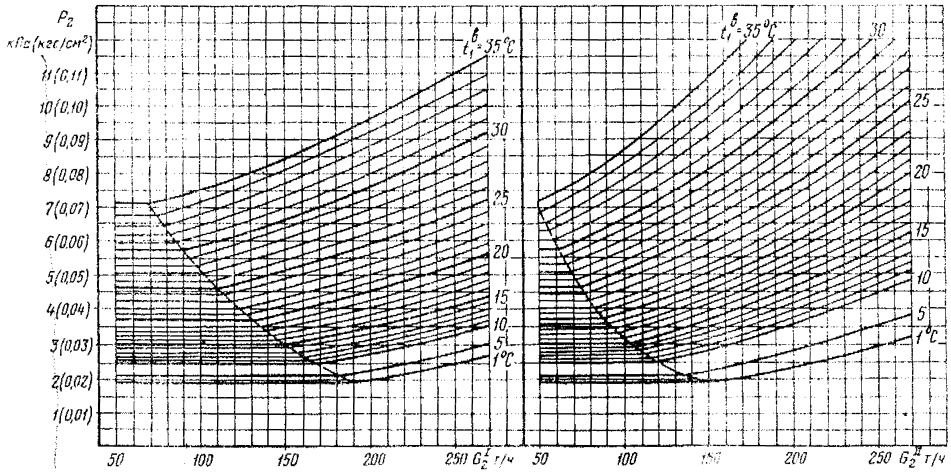


Рис.45,б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W = 12400 м³/ч, F = 11960 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

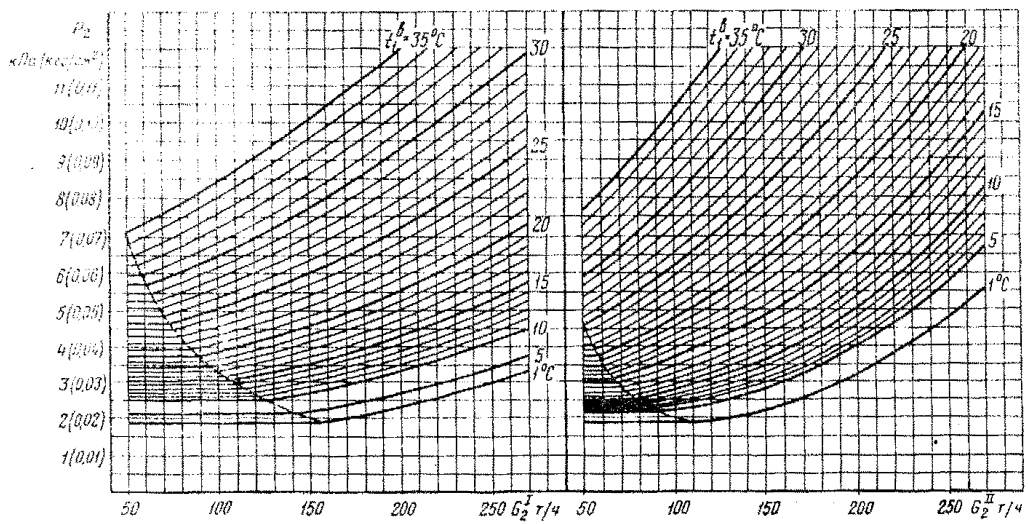


Рис.45,г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W= 20000 м³/ч, F= 9800 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

Конденсатор I

Конденсатор II

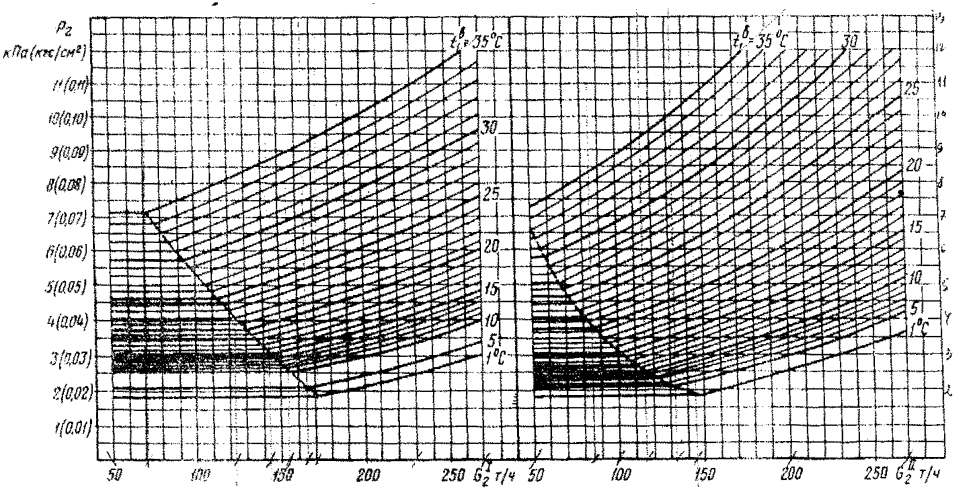


Рис.45, *б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W = 16000 м³/ч, F = 9600 м²	Тип Т-175/210-130 ПС ТМЗ

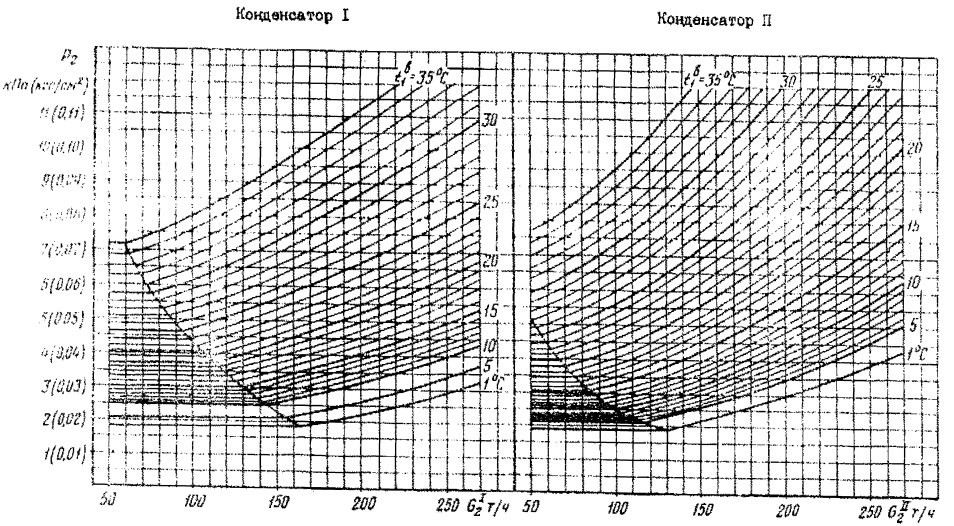


Рис.45,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Давление пара в конденсаторах при W = 10000 м³/ч, F = 9800 м²	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

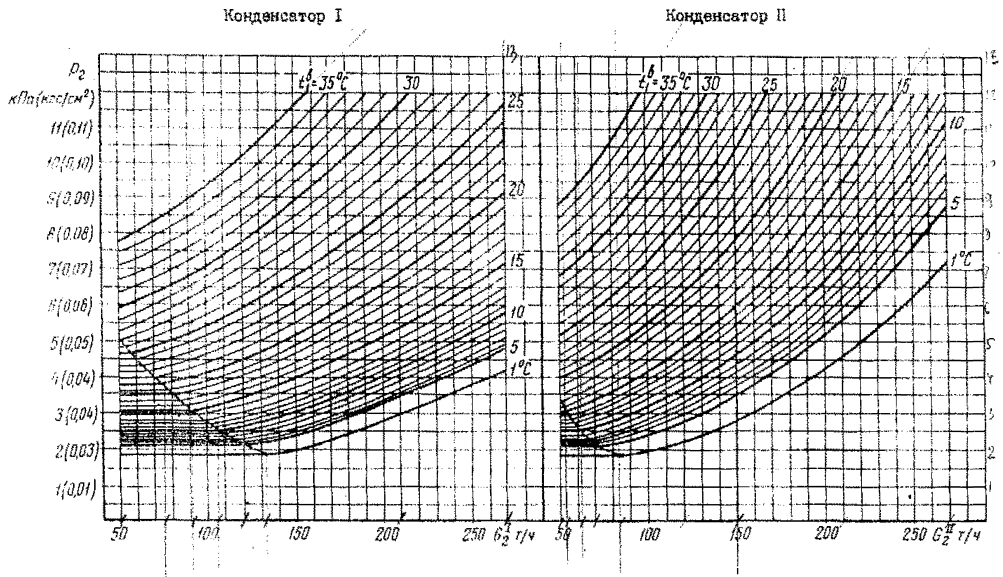
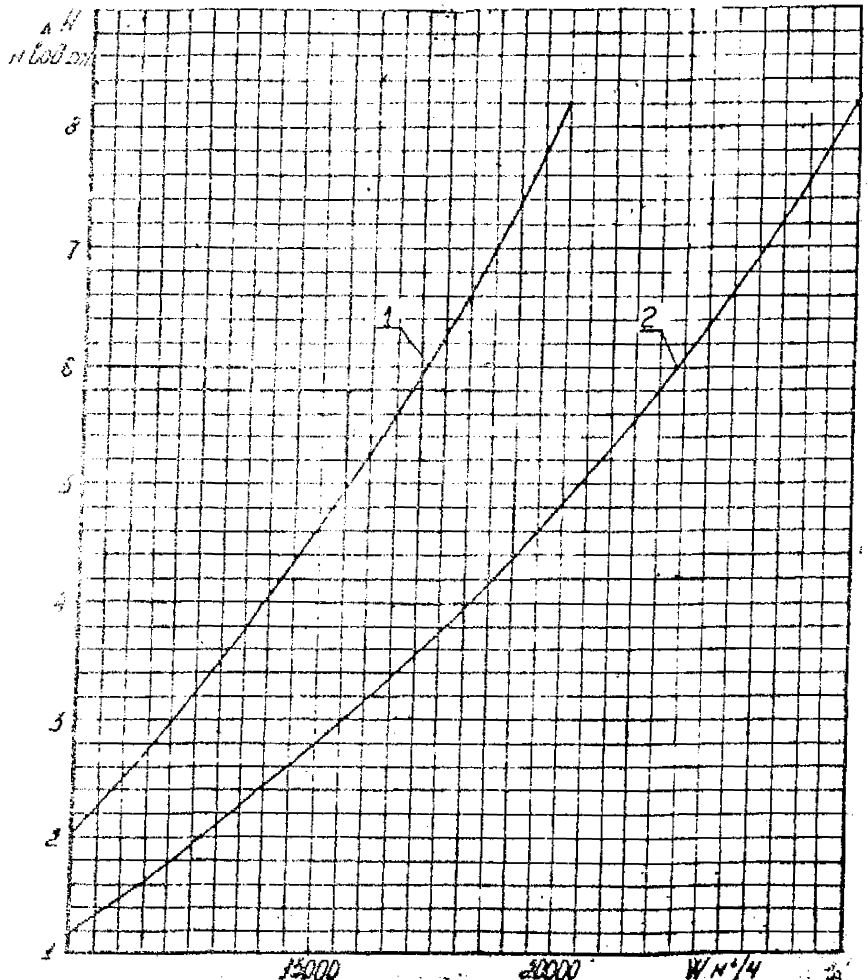
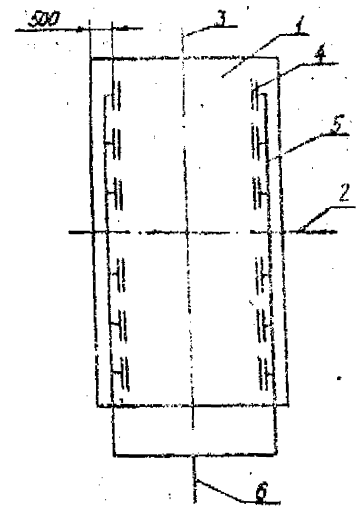


Рис.46	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Гидравлическое сопротивление конденсаторов	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ



1 - охлаждающая вода проходит только через основные пучки;
2 - охлаждающая вода проходит через основные и встроенные пучки.

Рис.47	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Схема измерения давления отработавшего пара (штатная)	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

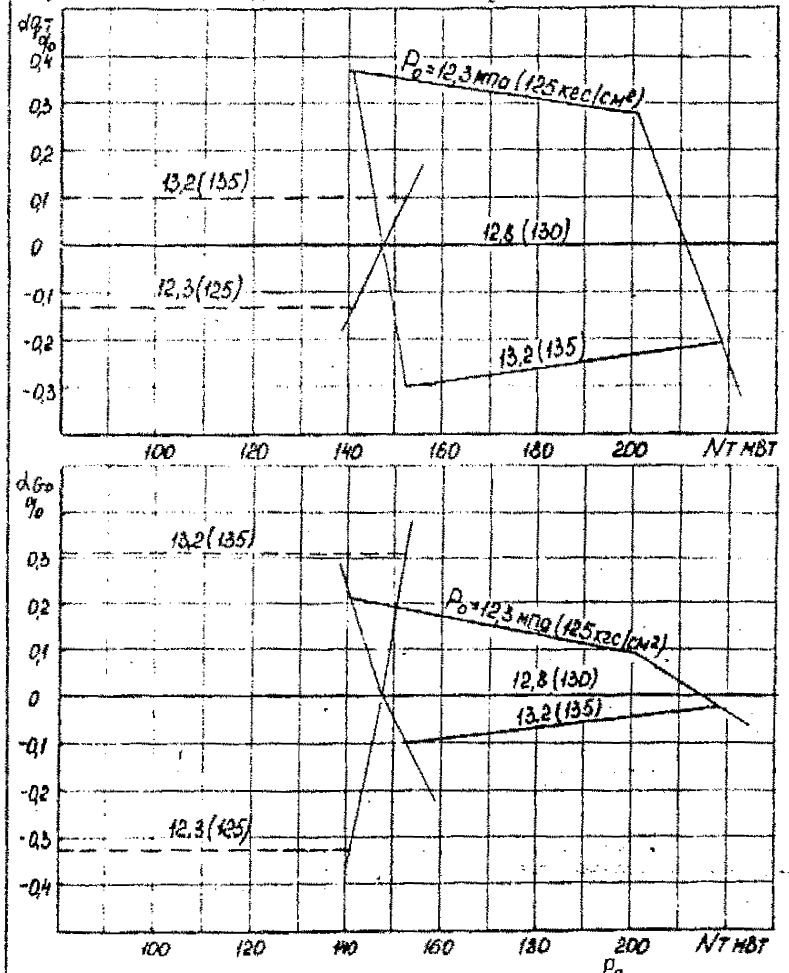


I - конденсатор; 2 - ось турбины; 3 - ось конденсатора; 4 - плоскопараллельные пластины; 5 - усредняющий коллектор; 6 - соединительная (импульсная) линия к первичному измерительному прибору.

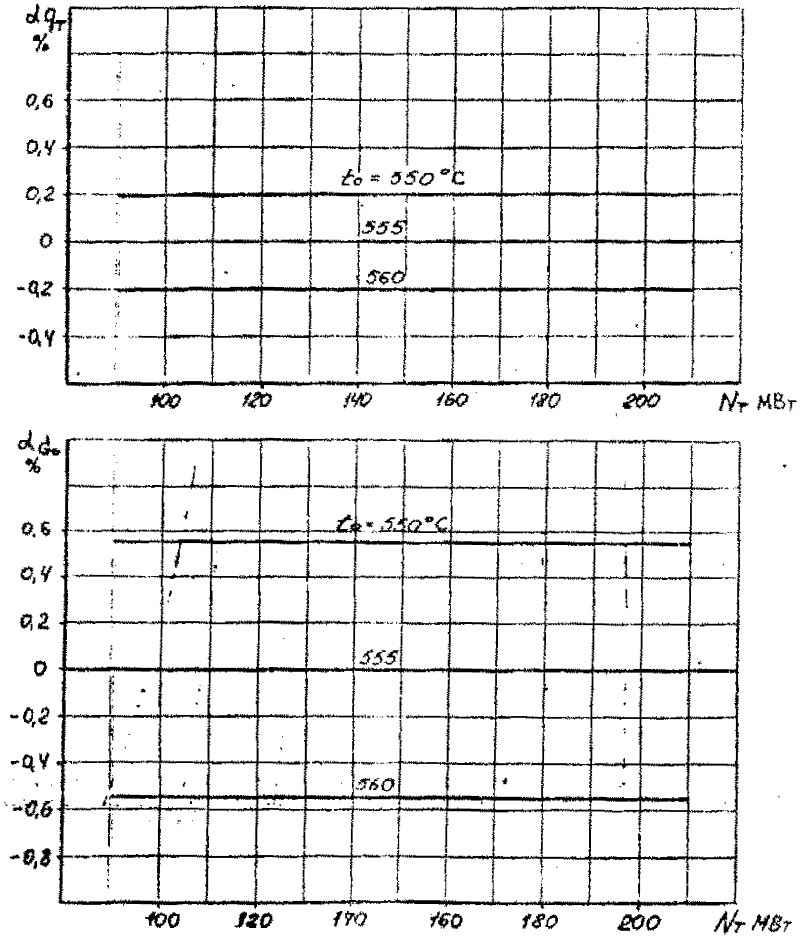
Примечание. Устройство для измерения давления отработавшего пара (плоскопараллельные пластины, усредняющий коллектор) поставляется ПО ТМЗ.

Рис.48,а,б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара при конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

а) на отклонение давления свежего пара от номинального



б) на отклонение температуры свежего пара от номинальной

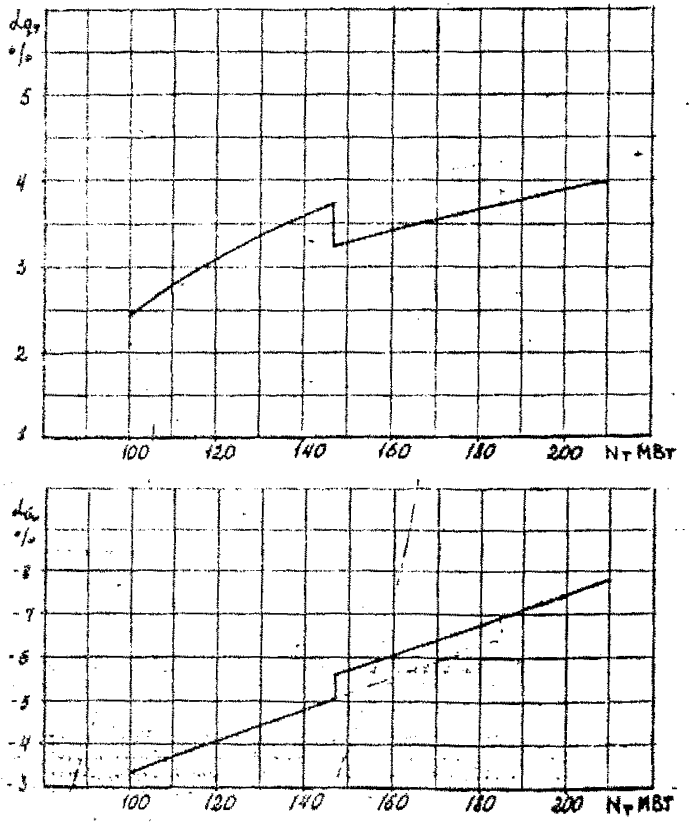


— — — зона дроссельного регулирования $G_0 < 520 \frac{P_0}{130}$;

——— зона соплового регулирования $G_0 \geq 520 \frac{P_0}{130}$.

Рис.48,б,г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара при конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

в) на отключение группы подогревателей высокого давления



г) на отклонение расхода питательной воды от номинального

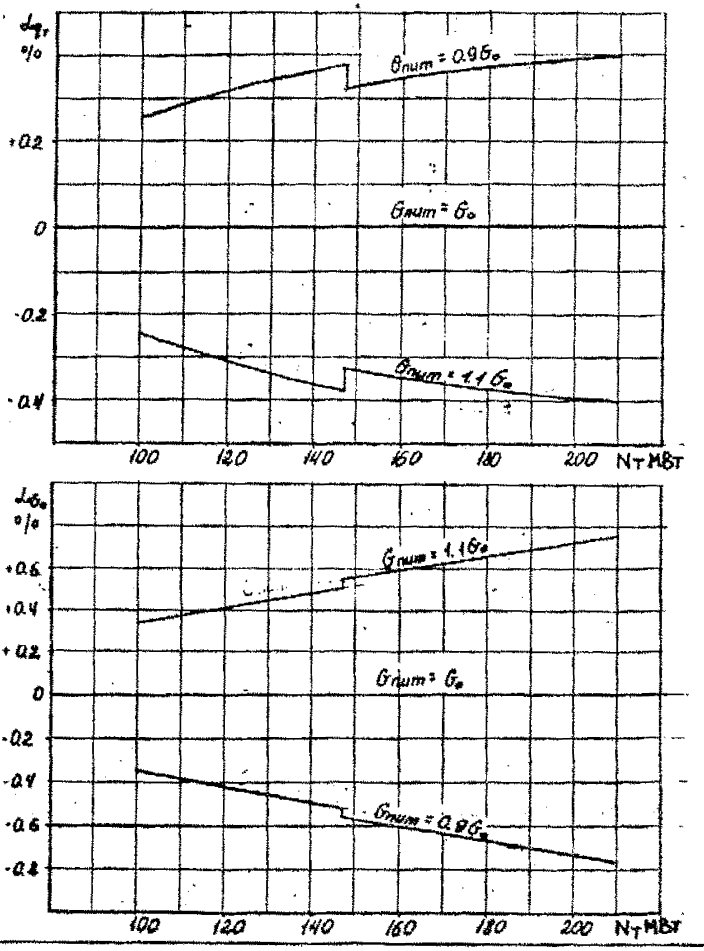
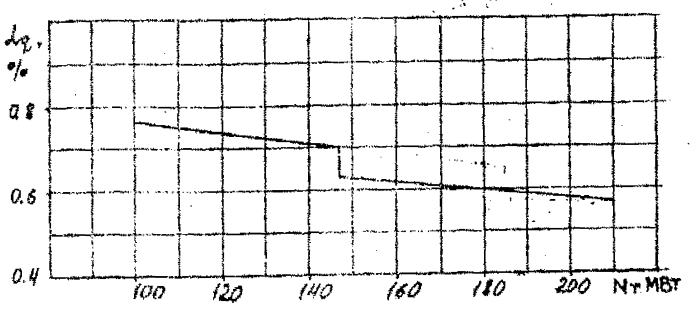
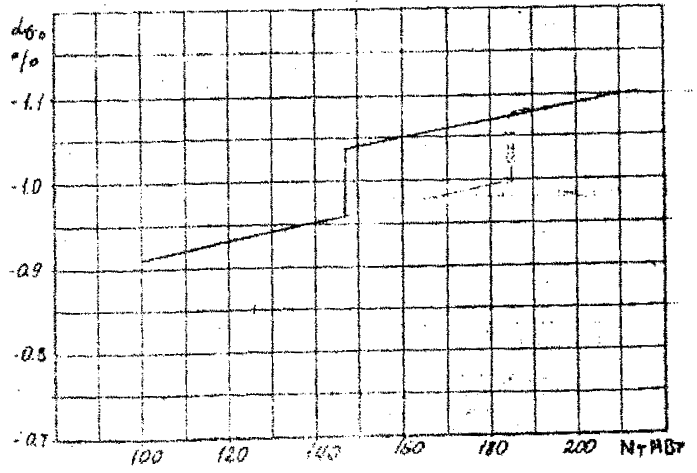


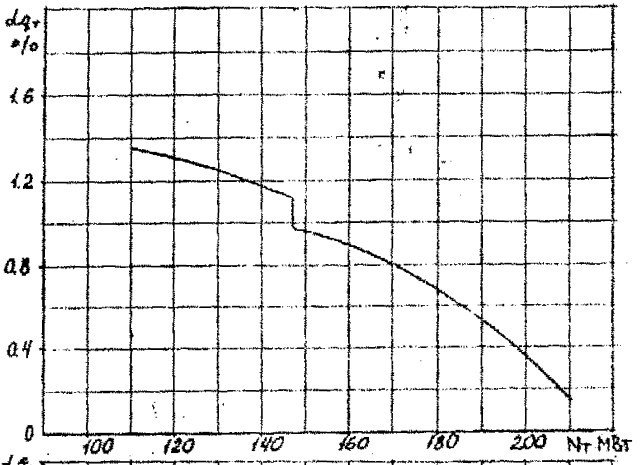
Рис.48,д,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара при конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

д) на подогрев питательной воды на 10°С





е) на питание деаэратора паром от постороннего источника



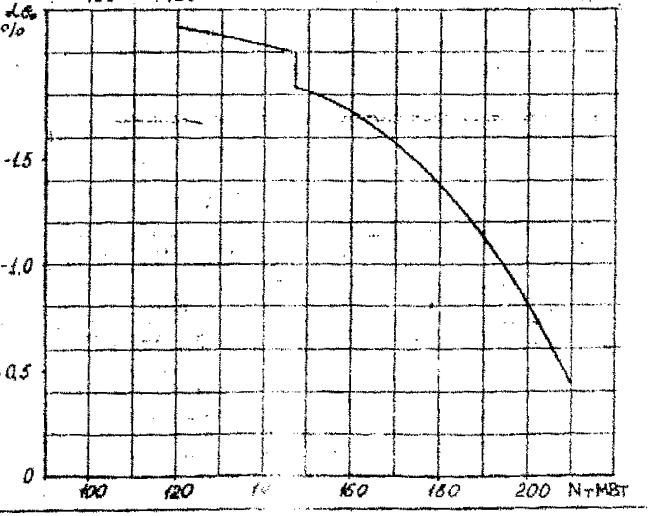
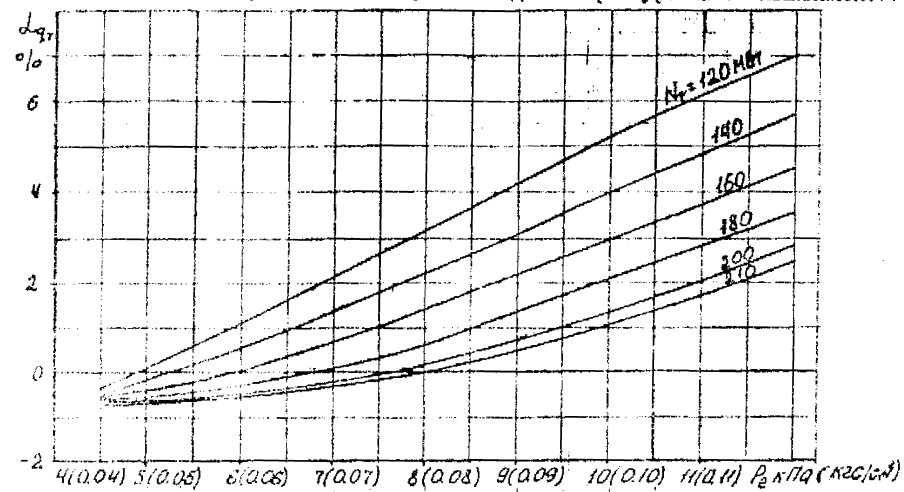


Рис.48, ж	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара при конденсационном режиме	Тип Т-175/210-130 ЛМЗ

на отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального



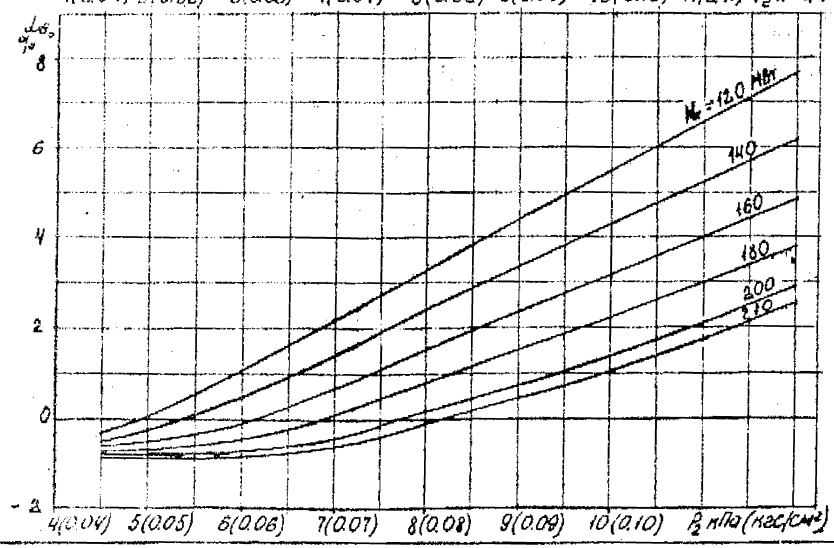
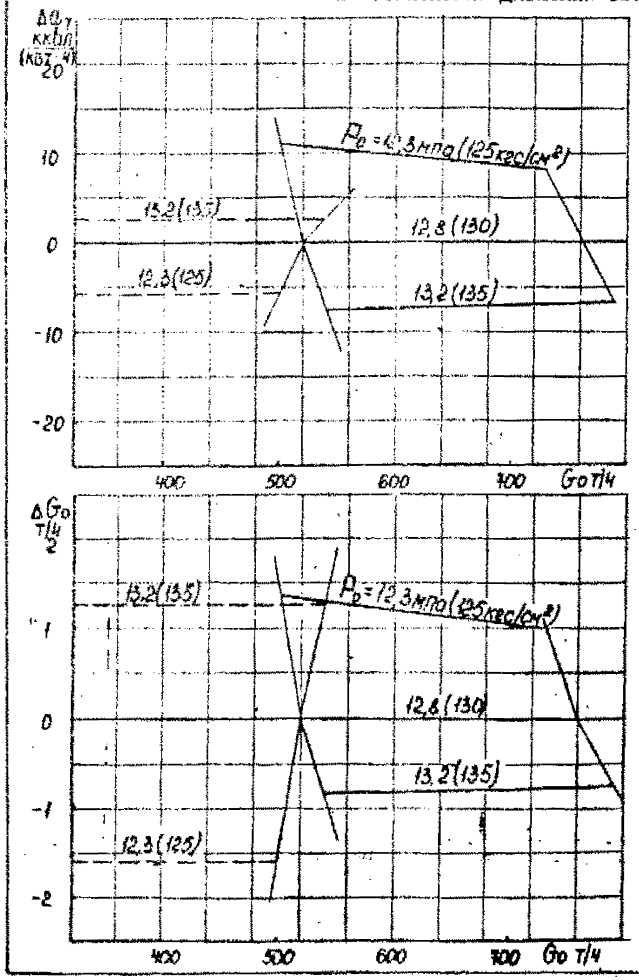
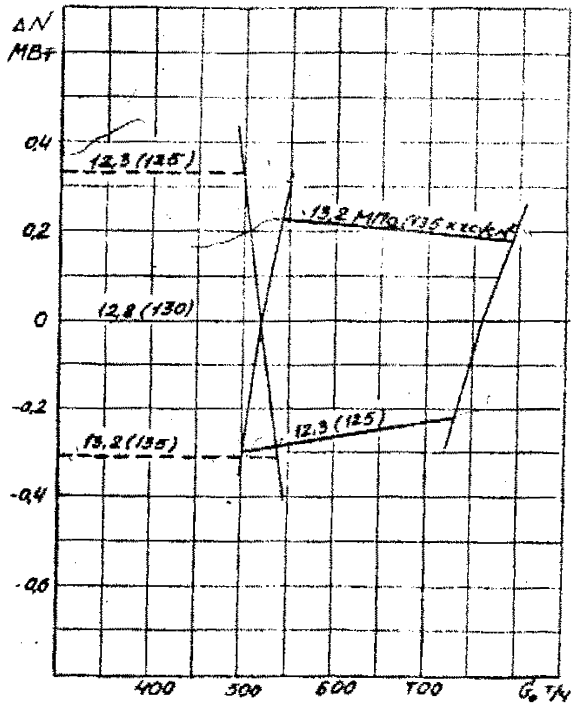


Рис.49, а	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение давления свежего пара от номинального



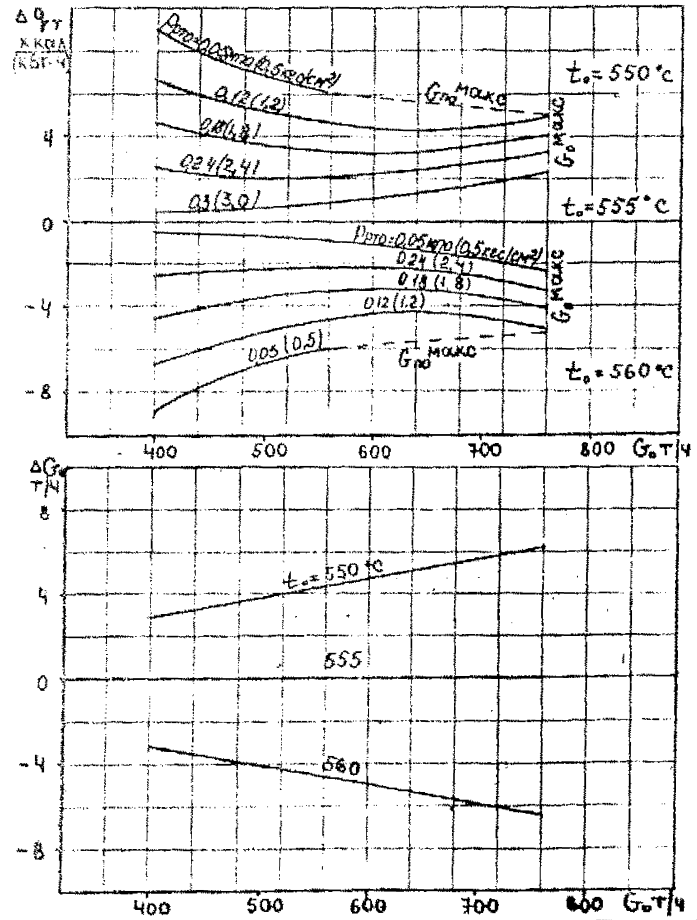


— — — зона дроссельного регулирования $G_0 < 520 \frac{p_0}{130}$;

——— зона соплового регулирования $G_0 \geqslant 520 \frac{p_0}{130}$.

Рис.49, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение температуры свежего пара от номинальной



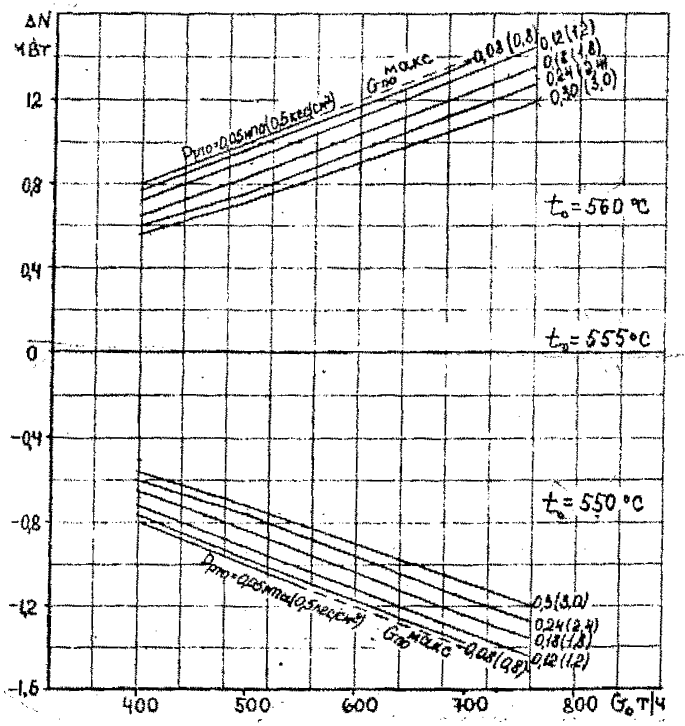


Рис.49, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отключение группы подогревателей высокого давления

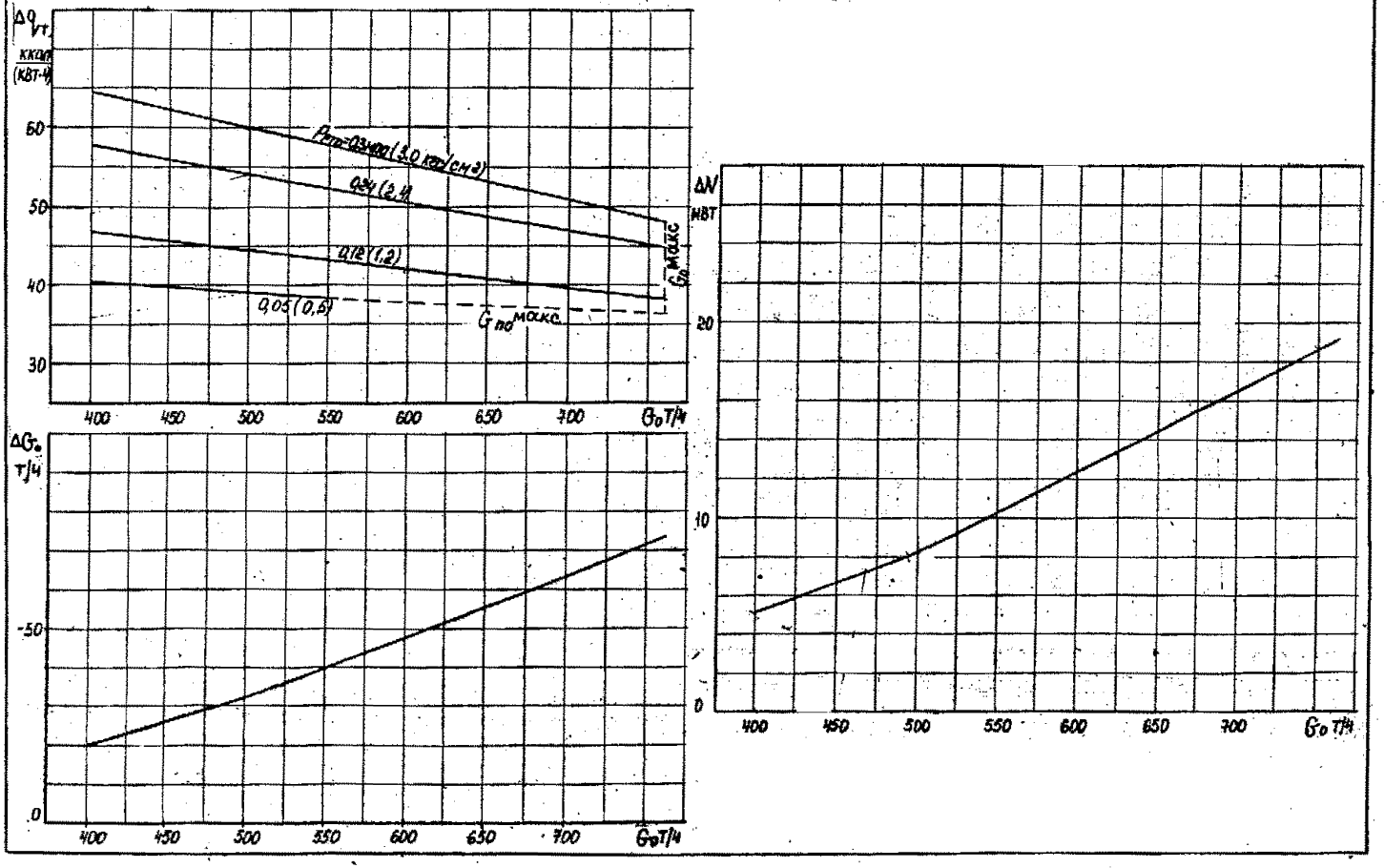


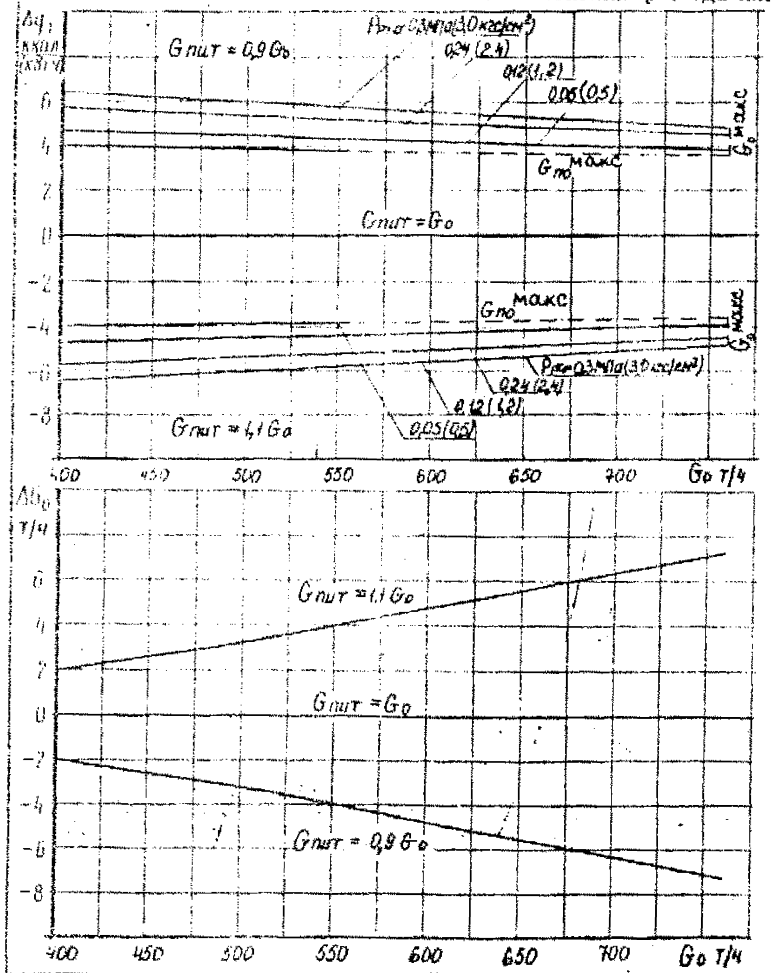
Рис.49,2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА

Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами

Тип
Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение расхода питательной воды от номинального



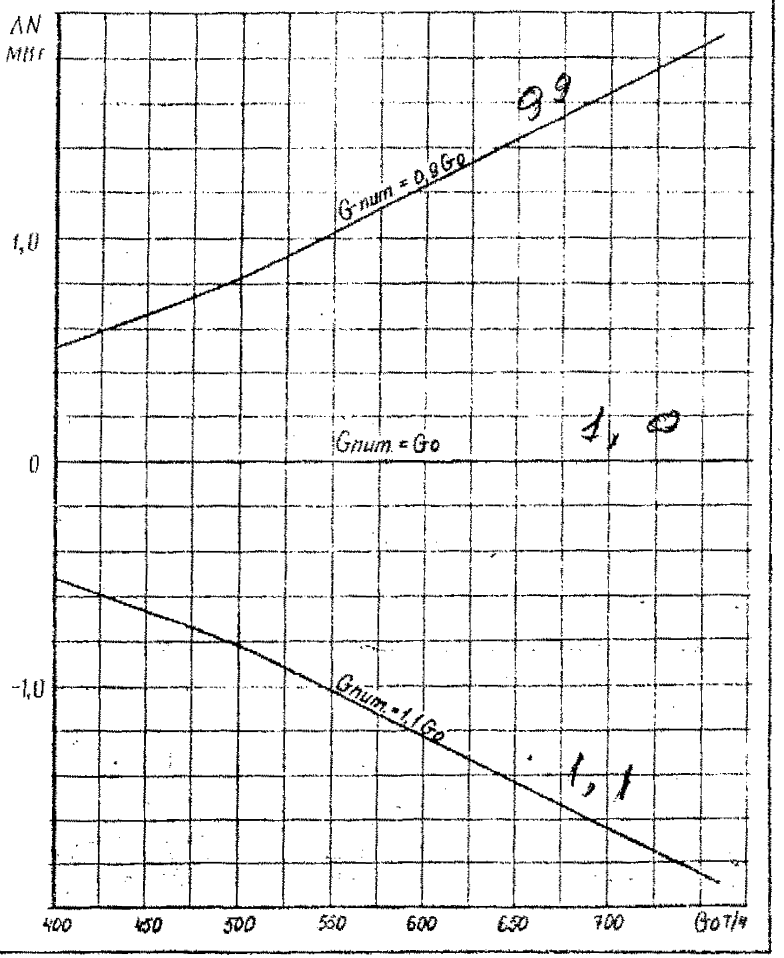


Рис.49, *б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на недогрев питательной воды на 10°С

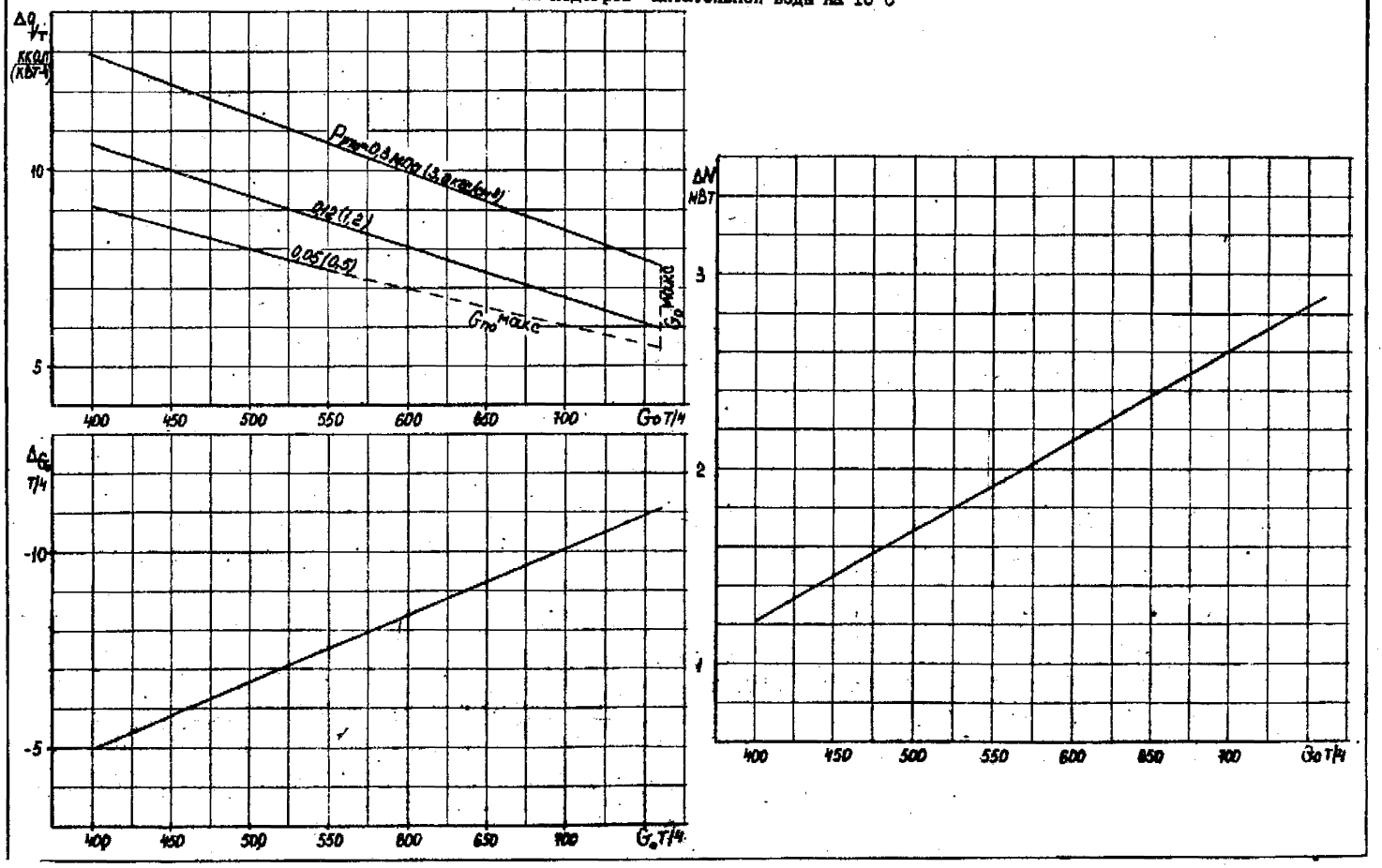


Рис.49,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на питание деаэратора паром от постороннего источника

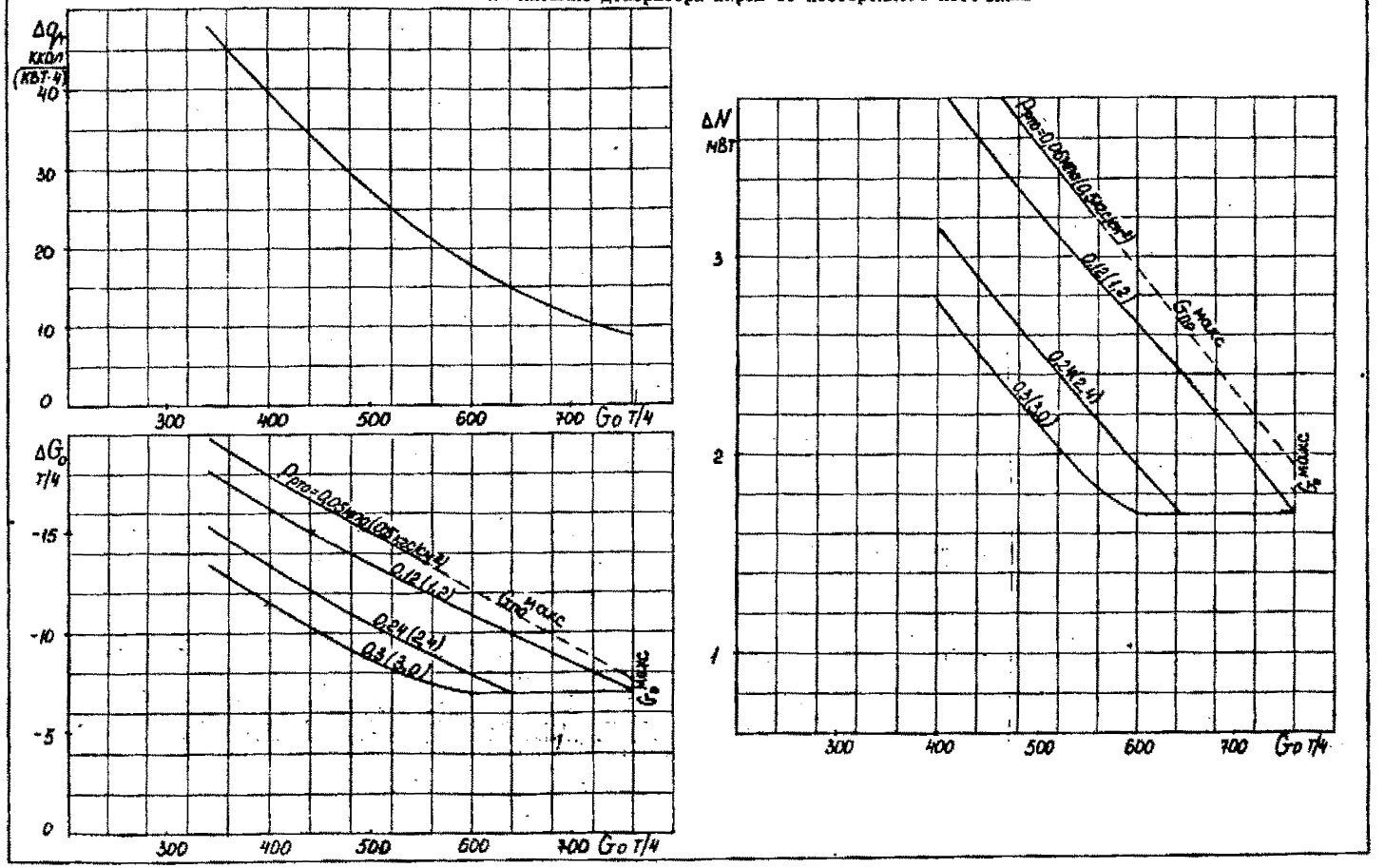
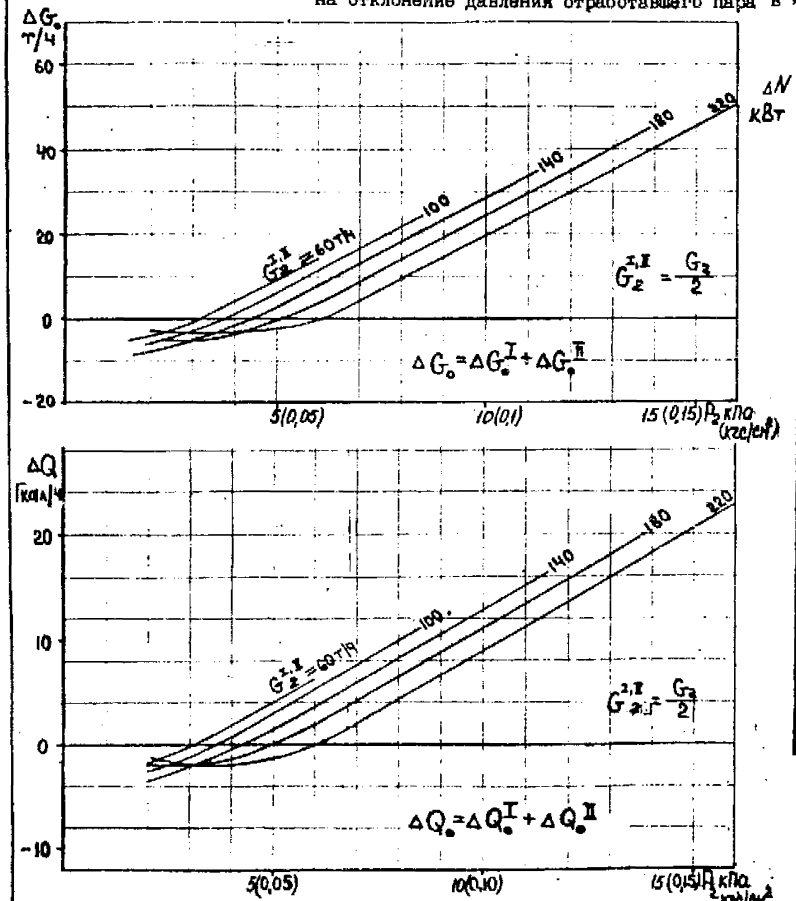
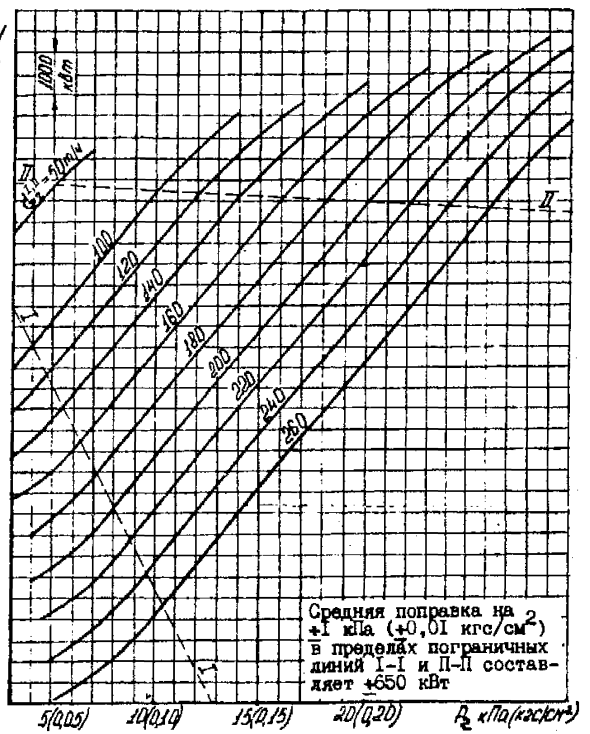


Рис.49, ж	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе турбины от номинального



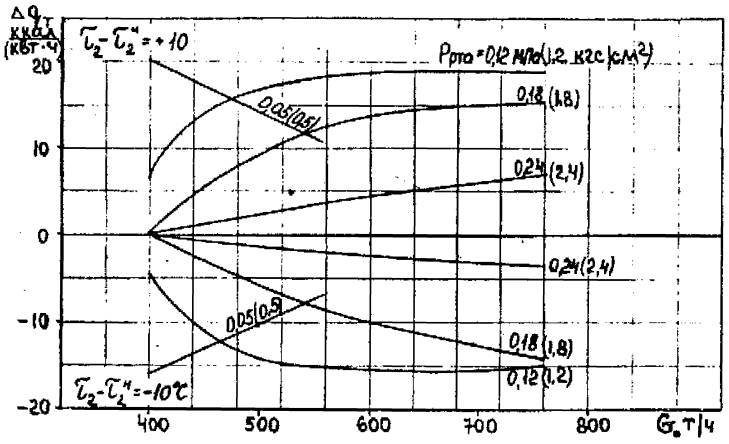


$G_2^{I,II} = \frac{G_2}{2}$ – расход одного потока пара в конденсатор;

$\Delta N = \Delta N^I + \Delta N^{II}$.

Рис.49,з	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение температуры обратной сетевой воды от номинальной



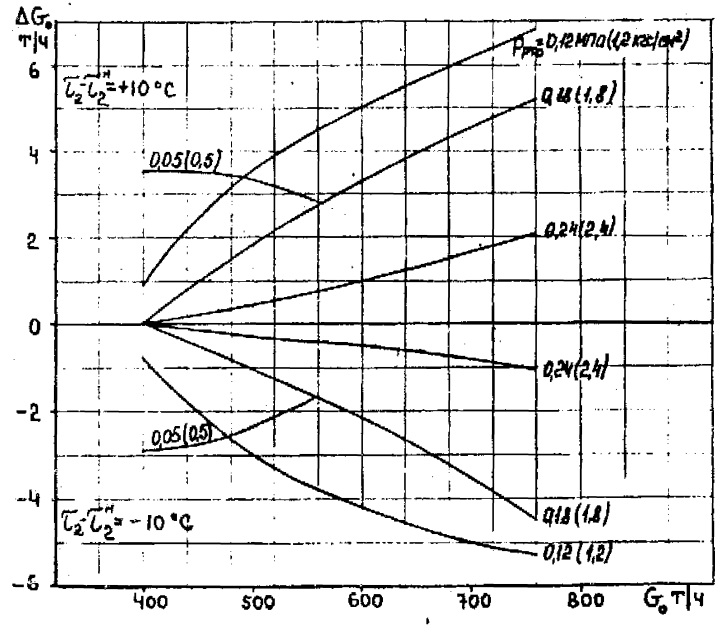
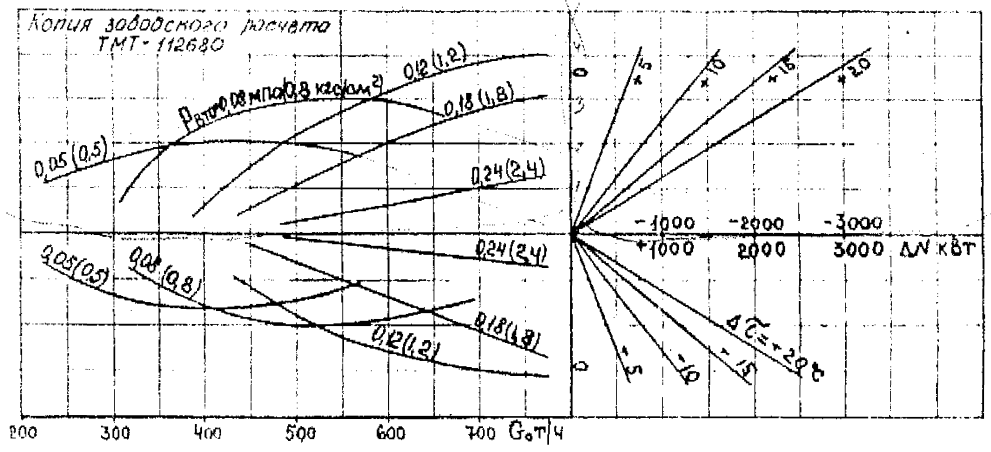


Рис.49	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

2 3

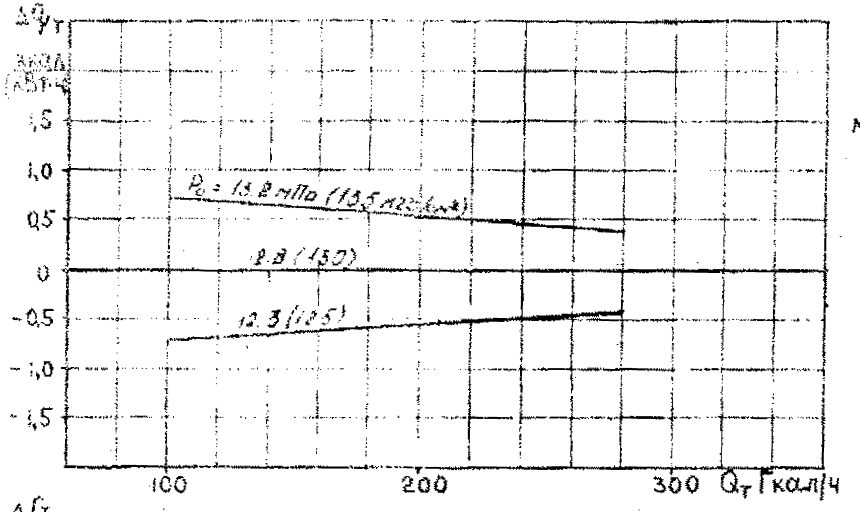
на отклонение температуры обратной сетевой воды от номинальной

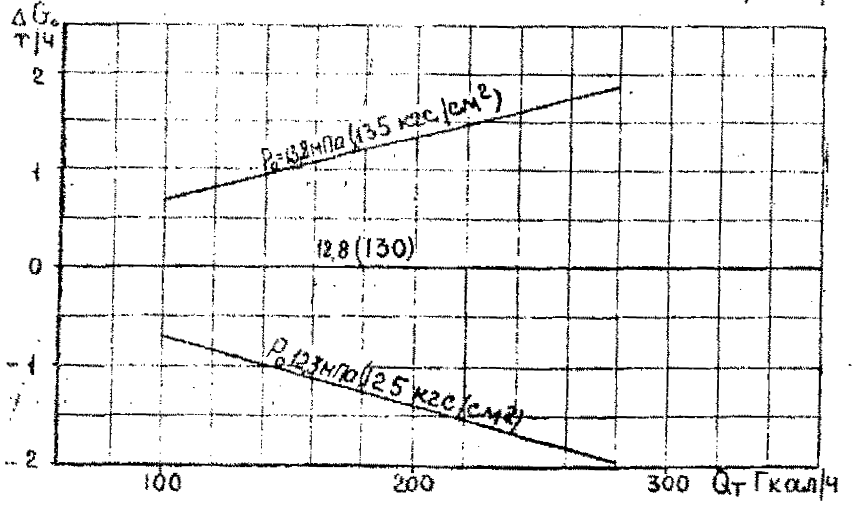


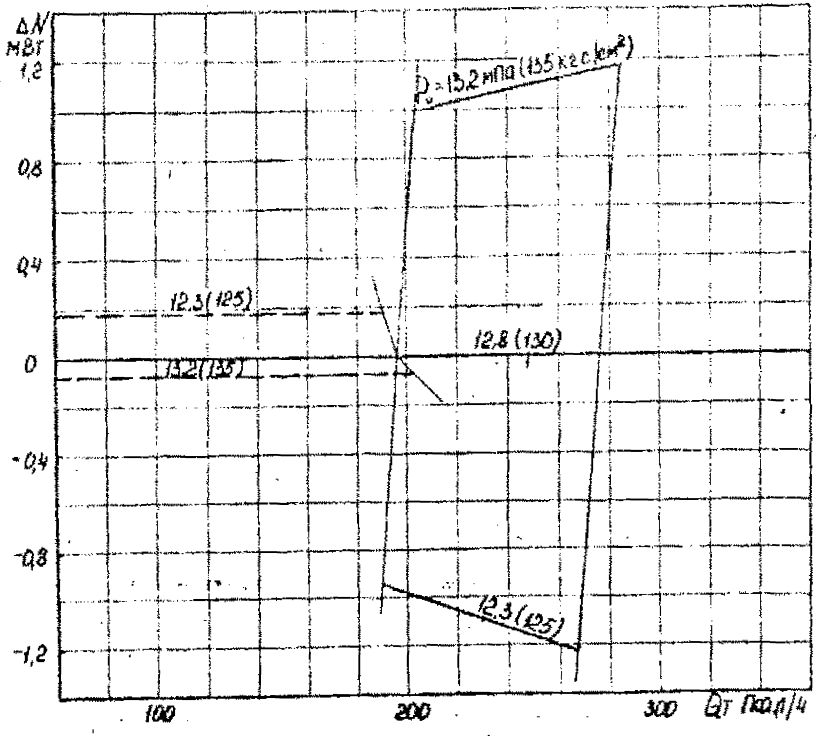
$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_2^н$; где $\tau_2^н$ - рис. 41

Рис.50,л	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение давления свежего пара от номинального







— — — зона дроссельного регулирования $G_0 < 520 \frac{P_0}{130}$;

——— зона соплового регулирования $G_0 \geq 520 \frac{P_0}{130}$.

Рис.50,б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение температуры свежего пара от номинальной

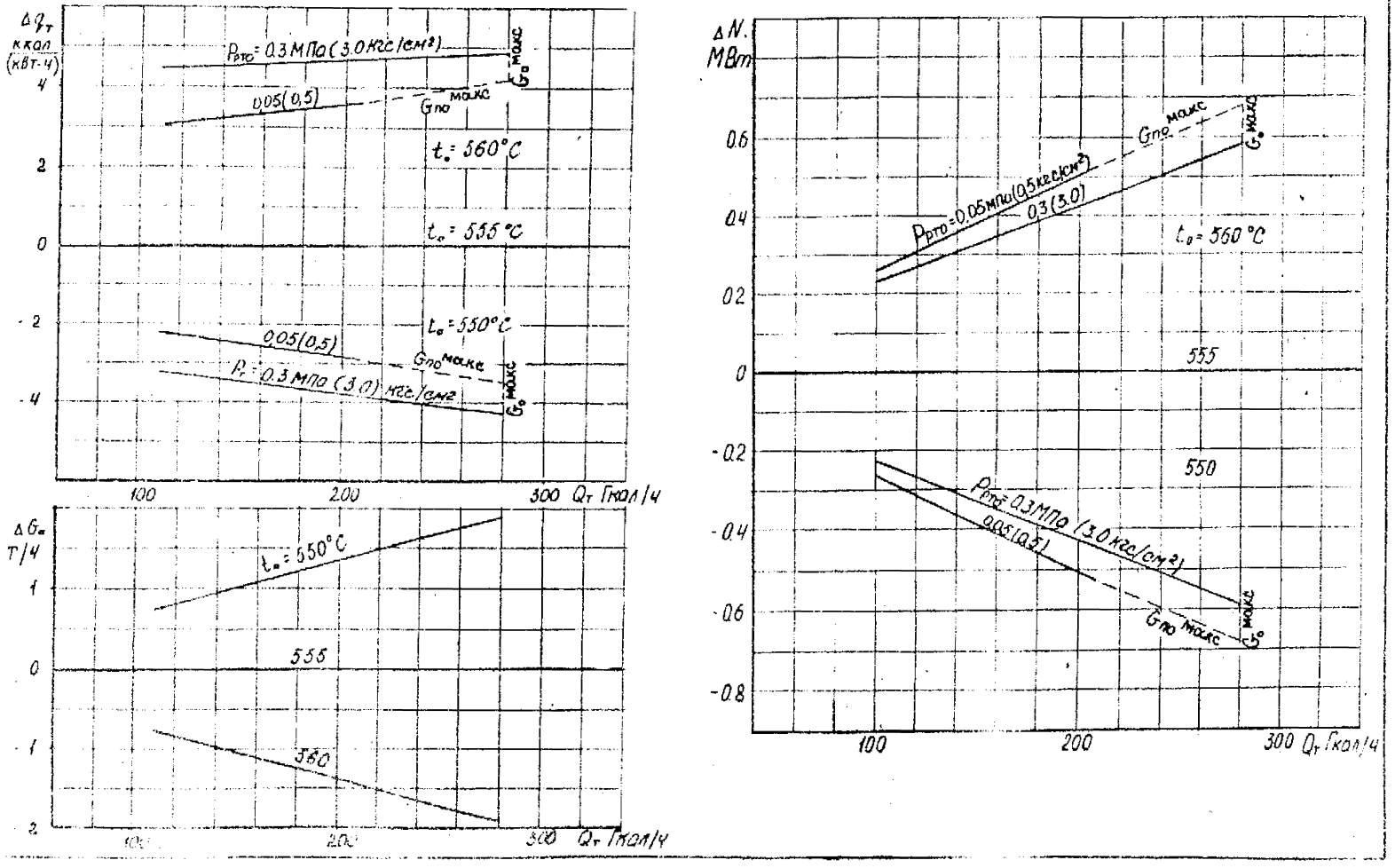
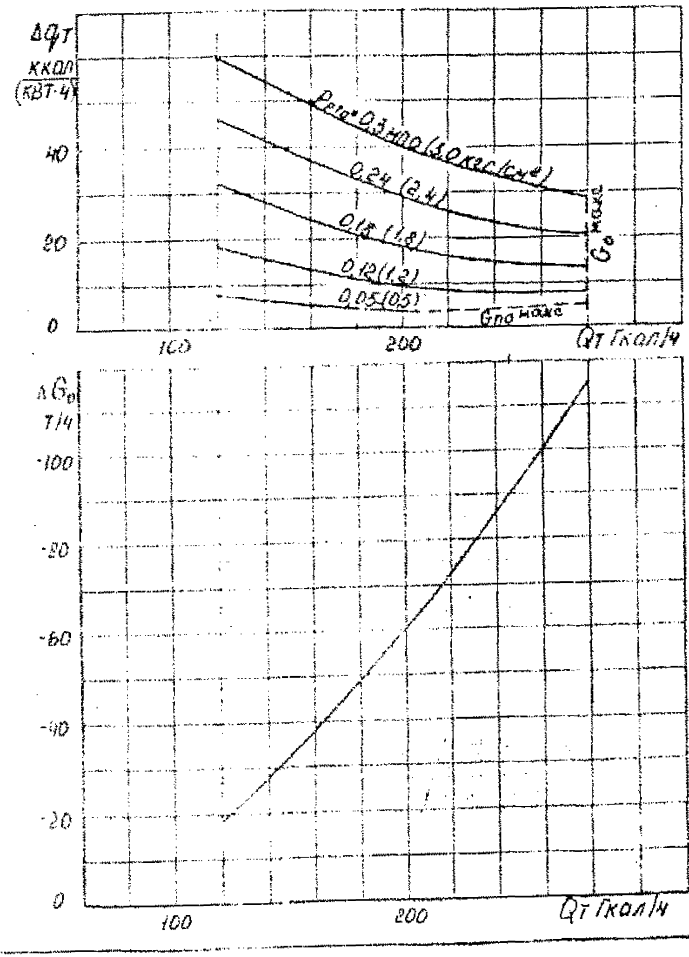


Рис.50, б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отключение группы подогревателей высокого давления



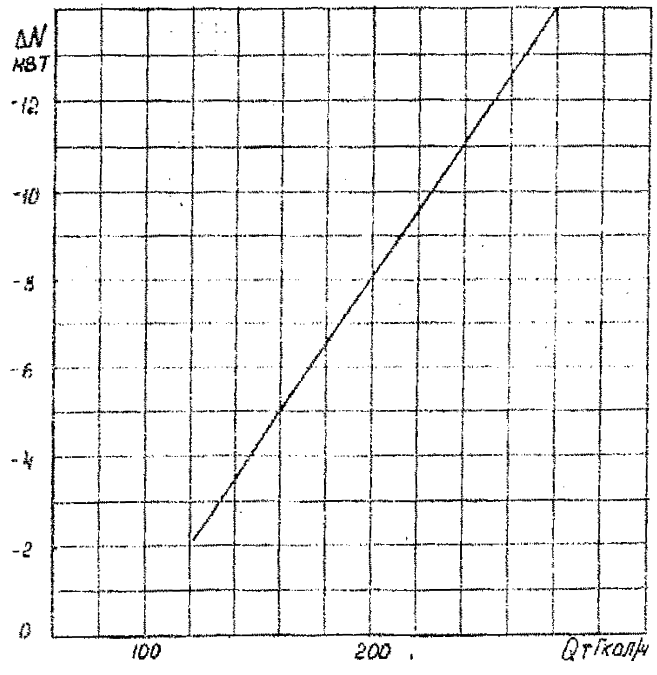
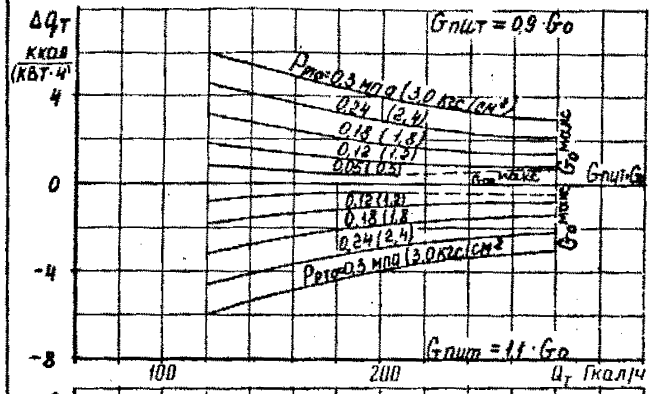
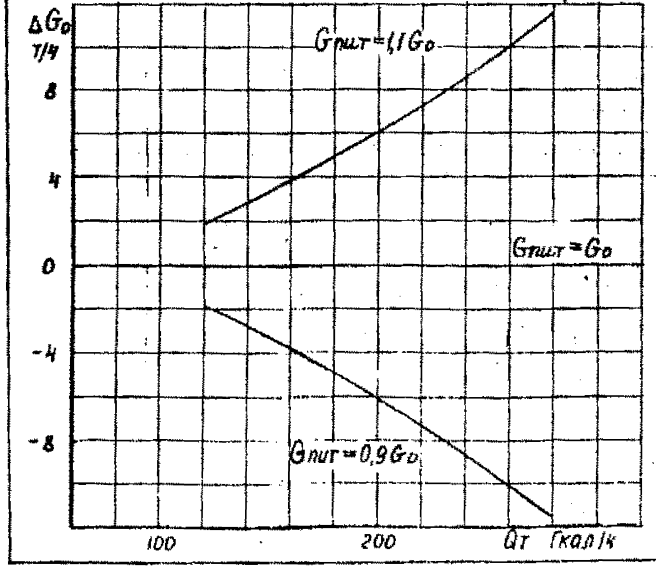


Рис.50, г	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение расхода питательной воды от номинального





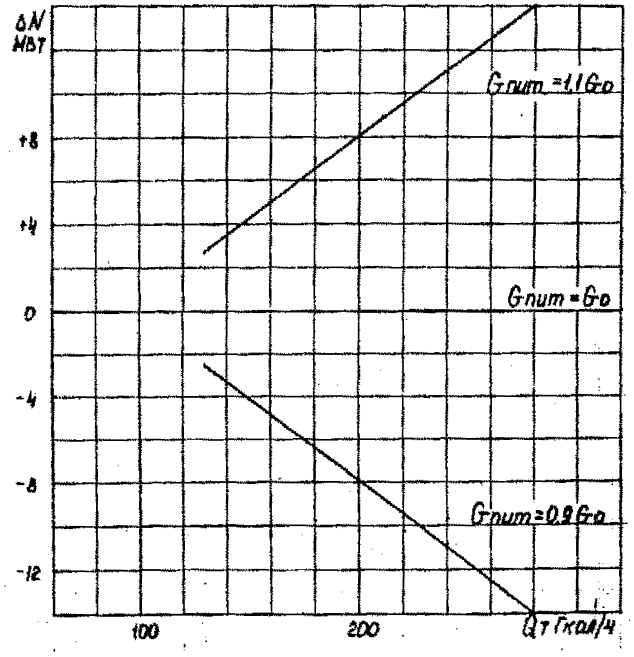
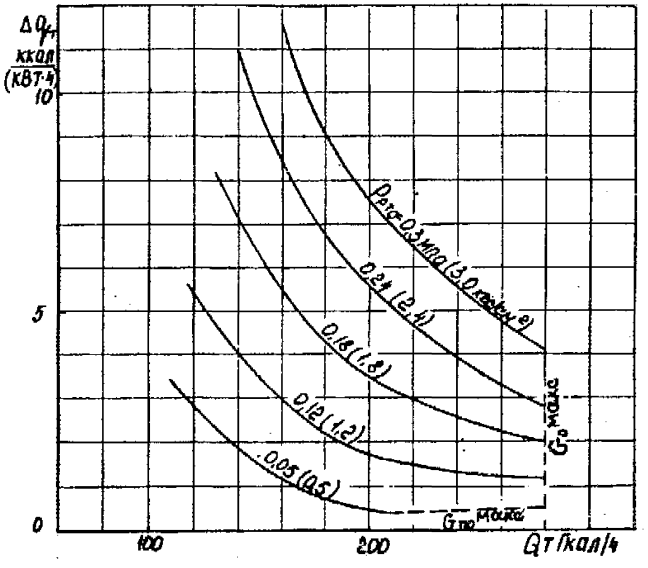


Рис.50, д	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на недогрев питательной воды на 10°С



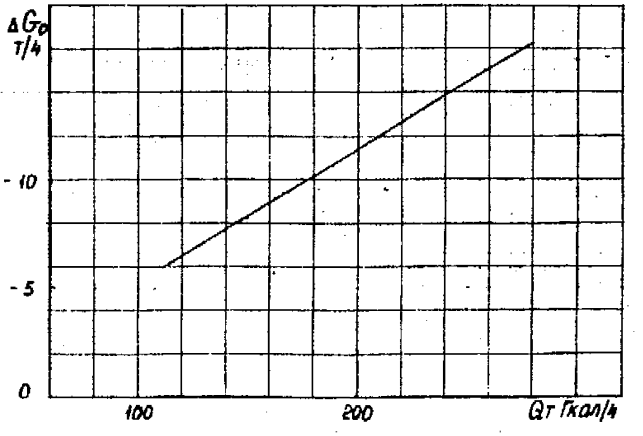


Рис.50,д	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на недогрев питательной воды на $10^{\circ}C$

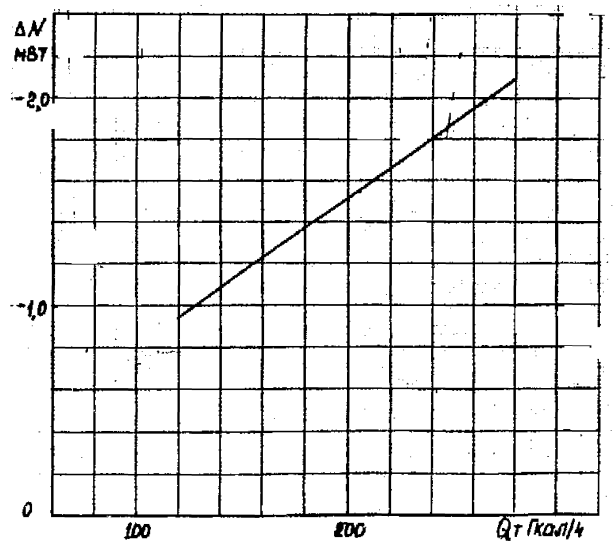
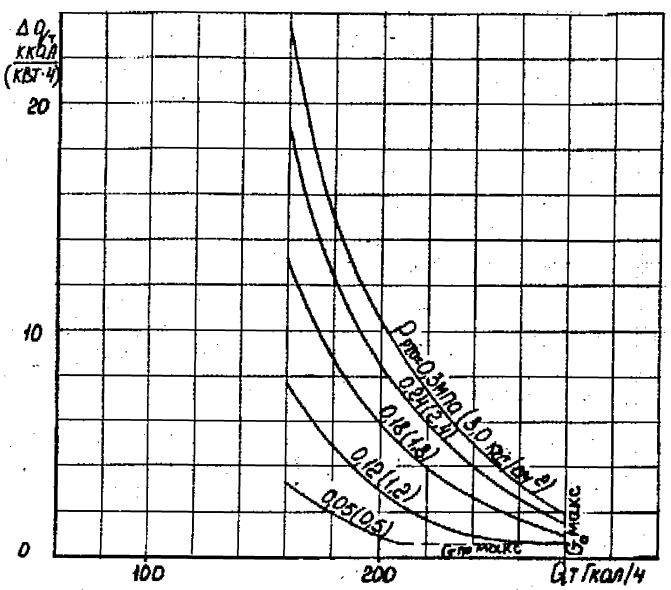


Рис.50,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на питание деаэратора паром от постороннего источника



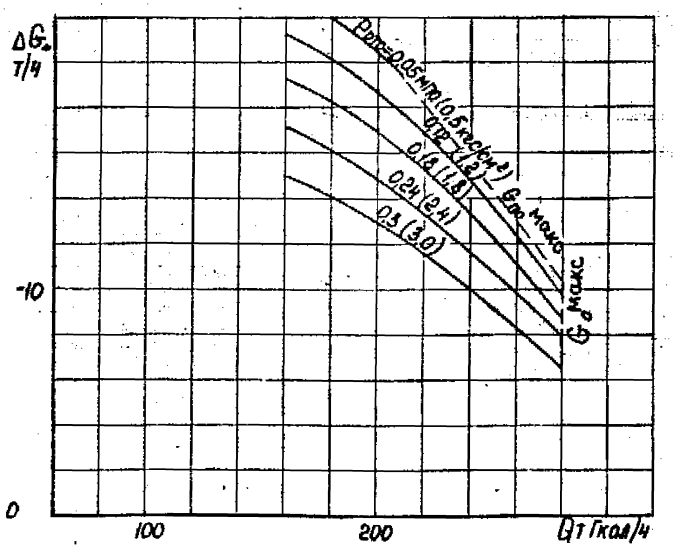


Рис.50,е	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на питание деаэратора паром от постороннего источника

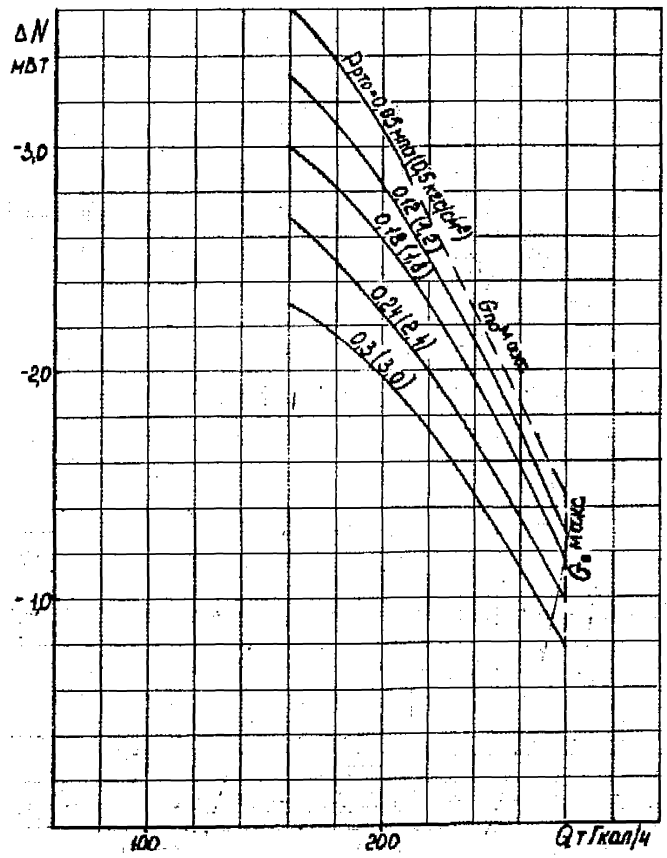
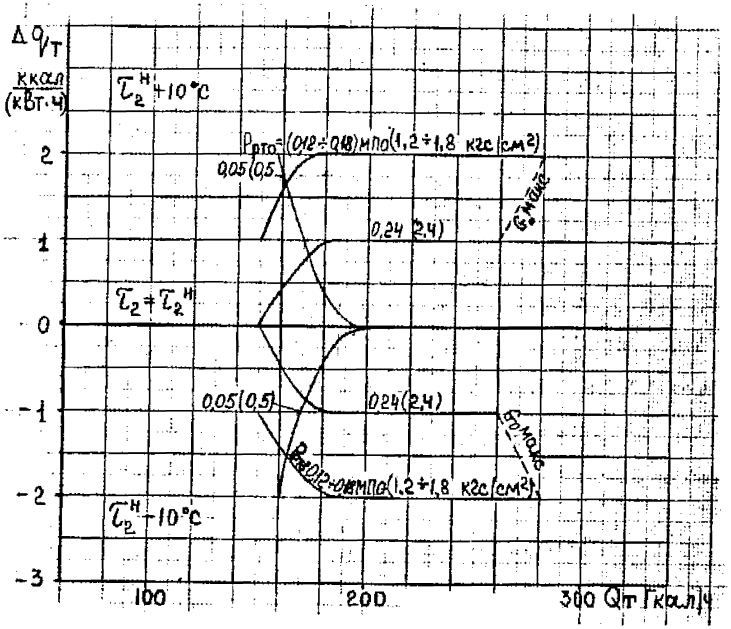


Рис.50, ж	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

на отклонение температуры обратной сетевой воды от номинальной



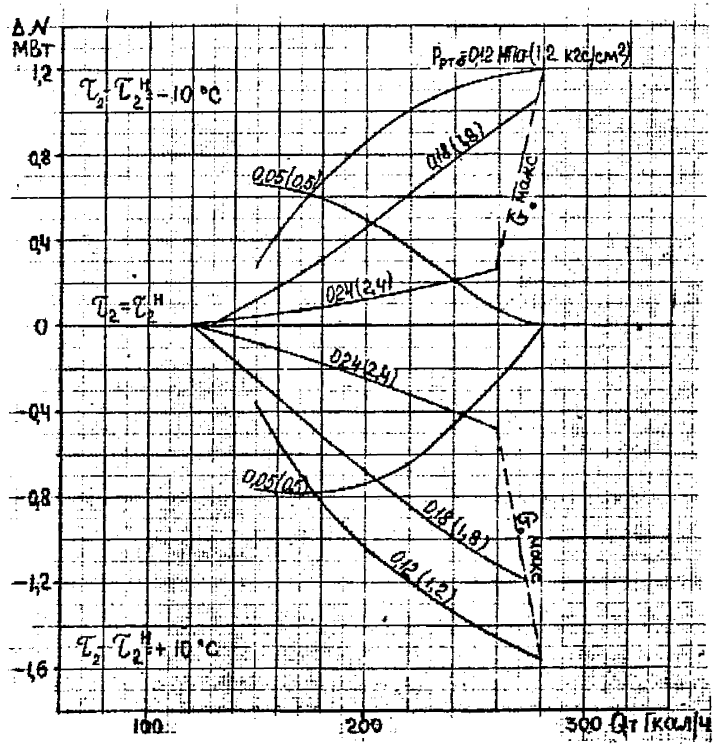
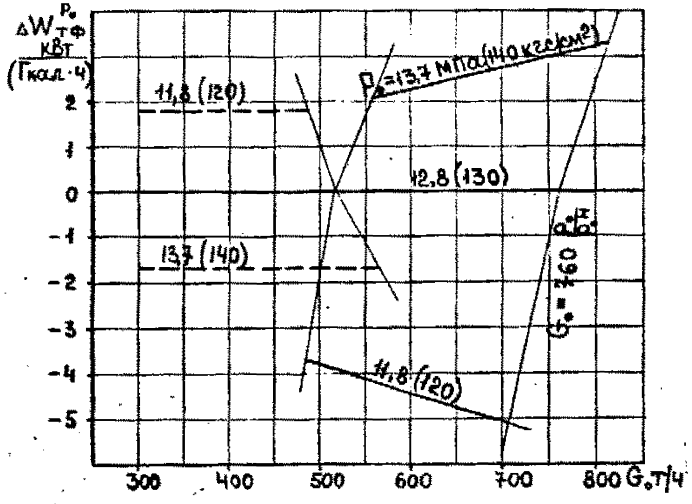


Рис.51, *а, б*	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельной выработке электроэнергии при работе по тепловому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

а) на отклонение давления свежего пара от номинального



б) на отклонение температуры свежего пара от номинальной

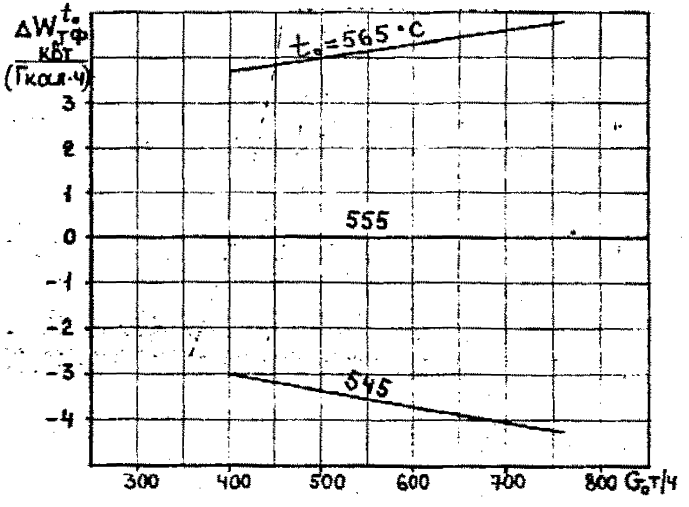
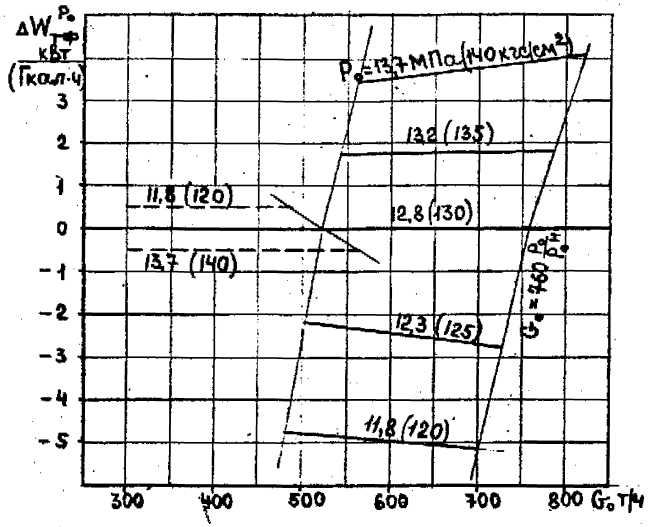
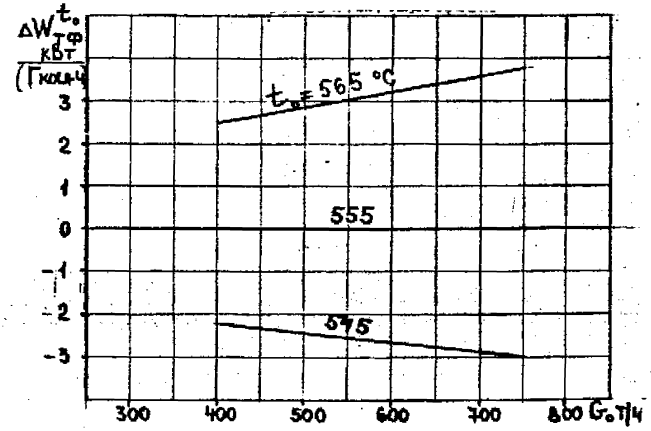


Рис.52,а,б	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Поправки к удельной выработке электроэнергии при работе по электрическому графику	Тип Т-175/210-130 ПО ТМЗ

а) на отклонение давления свежего пара от номинального



б) на отклонение температуры свежего пара от номинальной



I. УСЛОВИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОАГРЕГАТА Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ

Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Т-I75/2I0-I30 ПО ТМЗ составлена на базе тепловых испытаний трех турбин, проведенных предприятием Сибтехэнерго на Ново-Иркутской ТЭЦ, Омской ТЭЦ-5 и Барнаульской ТЭЦ-3, и отражает фактически достижимую экономичность турбоагрегата, работающего по заводской расчетной тепловой схеме (рис.I) и при следующих условиях, принятых за номинальные:

давление пара перед стопорными клапанами, МПа (кгс/см^2) I2,8 (I30)

температура пара перед стопорными клапанами, °С 555

номинальный расход свежего пара, т/ч 745

максимальный расход свежего пара, т/ч 760

давление отработавшего пара - в соответствии с тепловой характеристикой конденсатора КГ2-I2000-I при W = 20000 м^3/ч и $t_1^в$ = 20°С (рис.45);

система регенерации высокого и низкого давления включена полностью, деаэратор 0,59 МПа (6 кгс/см^2) питается паром Ш или П отборов (при снижении давления в камере Ш отбора до 0,88 МПа≈ 9 кгс/см^2 пар на деаэратор подается из П отбора);

расход питательной воды равен расходу свежего пара;

температура питательной воды и основного конденсата за подогревателями соответствует зависимостям, приведенным на рис.I0, II, I2;

прирост энтальпии питательной воды в питательном насосе - 7 ккал/кг;

коэффициент полезного действия генератора соответствует гарантийным данным завода-изготовителя;

диапазон регулирования давления пара в верхнем теплофикационном отборе 0,059-0,294 МПа (0,6-3,0 кгс/см^2), в нижнем - 0,049-0,I96 МПа (0,5-2,0 кгс/см^2);

температура обратной сетевой воды - в соответствии с рис.4I;

конденсат греющего пара подогревателей высокого давления сливается каскадно в деаэратор. При давлении пара в камере Ш отбора 0,88 МПа (9,0 кгс/см^2) конденсат греющего пара ПВД № 5 направляется в ПНД № 4, а конденсат греющего пара ПВД № 6 направляется в деаэратор;

конденсат греющего пара ПНД № 4 сливается в ПНД № 3, а из ПНД № 3 - в линию основного конденсата. Из ПНД № 2 конденсат сливается в линию основного конденсата либо в конденсатосборник сетевого подогревателя № 2. Конденсат ПНД № I сливается в конденсатосборник сетевого подогревателя № I;

верхний и нижний подогреватели сетевой воды подключаются соответственно к УI и УП отборам турбины. Конденсат греющего пара верхнего подогревателя сетевой воды подается в линию основного конденсата за ПНД № 2, нижнего - в линию основного конденсата за ПНД № I.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ТУРБОУСТАНОВКИ

В состав турбоустановки наряду с турбиной входит следующее оборудование:

генератор ТГВ-200М-2УЗ ХТГЗ с газоводяным охлаждением. Номинальный $\cos\varphi$ = 0,85;

три подогревателя высокого давления: ПВД № 6,7 соответственно ПВ-800-230-32 и ПВ-800-230-2I, ПВД № 5 - ПВ-800-230-I4;

четыре подогревателя низкого давления: ПНД № 4 - ПН-400-26-7М; ПНД № I,2,3 - ПН-400-26-7-П;

два поверхностных конденсатора КГ2-I2000-I;

три основных трехступенчатых пароструйных эжектора ЭП0-3-I35-I, один из которых является резервным;

эжектор отсоса из уплотнений ЭУ-I20-I;

эжектор пусковой ЭП-I-II00-I;

сальниковый подогреватель ПС-250-30-0,5;

два подогревателя сетевой воды ПСГ-5000-3,5-8-П (верхний) и ПСГ-5000-2,5-8-П (нижний);

три конденсатных насоса КСВ-320-160-2 с приводом от электродвигателей АОЭ-400М-4У2 мощностью по 250 кВт каждый (два насоса рабочих, один резервный);

три сливных насоса ПНД № 2 и 3 КС-80-155 с приводом от электродвигателя 4А-250-2 мощностью 75 кВт;

пять конденсатных насосов сетевых подогревателей № I и 2 КС-320-160-2 с приводом от электродвигателей АОЭ-400М-4У2 мощностью 250 кВт каждый;

конденсатный насос сетевого подогревателя № I КС-32-150 с приводом от электродвигателя 4А-180-2 мощностью 22 кВт (при работе на конденсационном режиме).

3. КОНДЕНСАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

При конденсационном режиме работы турбины с отключением регуляторов давления полный расход теплоты брутто (Q_0 Гкал/ч) и расход свежего пара (G_0 т/ч) в зависимости от мощности на выводах генератора при постоянном расходе (W = 20000 м^3/ч) и температуре ($t_1^в$ = 20°С) охлаждающей воды аналитически выражается следующими уравнениями:

$$Q_0 = 27{,}4 + 1{,}963 N_T + 0{,}037 (N_T - 147{,}0);$$

$$G_0 = 14{,}1 + 3{,}442 N_T + 0{,}222 (N_T - 147{,}0),$$

либо по рис.29 с последующим введением необходимых поправок.

4. РЕЖИМ РАБОТЫ С ОТПУСКОМ ТЕПЛА

Для условий работы турбоустановки с отпуском тепла из регулируемых отборов в Типовой энергетической характеристике представлены два режима (с двухступенчатым и одноступенчатым подогревом сетевой воды), для которых приведены соответствующие диаграммы (рис.42, 43). Диаграммы режимов позволяют при заданных тепловой (Q_T) и электрической (N_T) нагрузках и давлениях пара в регулируемых отборах (P_{PTO}) определять значения расходов пара на турбину, а также зоны допустимых режимов работы турбоагрегата.

На диаграммах указаны условия их построения, примеры их использования приведены в разд.6.

Удельные расходы тепла брутто на производство электроэнергии для соответствующих режимов работы следует определять непосредственно по графикам (рис.30, 31), построенным по результатам специальных расчетов с использованием характеристик отсеков проточной части турбины и теплофикационной установки. Расчет удельных расходов тепла брутто непосредственно по диаграмме режимов дает менее точный результат.

Для определения удельных расходов тепла на производство электроэнергии, а также расходов пара на турбину при давлениях в регулируемых отборах, для которых непосредственно не приводятся графики, следует использовать метод интерполяции.

Электрическая мощность, развиваемая по теплофикационному циклу ($N_{TФ}$, МВт) за счет отпуска тепла из регулируемых отборов, определяется из выражения:

$$N_{TФ} = W_{TФ} Q_T ,$$

где $W_{TФ}$ - удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу при соответствующих режимах работы турбоагрегата по рис.26, кВт·ч/Гкал.

Электрическая мощность, развиваемая по конденсационному циклу, определяется по формуле:

$$N_{КН} = N_T - N_{TФ} .$$

5. ПОПРАВКИ К МОЩНОСТИ, РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА, УДЕЛЬНОМУ РАСХОДУ ТЕПЛА НА ОТКЛОНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И УСЛОВИЙ РАБОТЫ ТУРБОАГРЕГАТА ОТ НОМИНАЛЬНЫХ

Для оценки работы турбоагрегата в условиях эксплуатации при отклонении тех или иных параметров от принятых за номинальные приводятся соответствующие поправки, позволяющие количественно оценить изменение основных показателей.

В настоящей ТЭХ представлены поправки к мощности, расходу свежего пара и удельному расходу тепла на отклонение следующих

параметров и условий работы от номинальных:

- начальных параметров свежего пара;
- давления отработавшего пара;
- температуры конечного подогрева питательной воды;
- температуры обратной сетевой воды;
- отключение группы подогревателей высокого давления;
- отклонение расхода питательной воды от расхода свежего пара;
- питание деаэратора паром от постороннего источника.

Поправочные кривые представлены отдельно для режимов:

- конденсационного с отключенным регулятором давления в регулируемом отборе;
- теплофикационных при работе по электрическому графику;
- теплофикационных при работе по тепловому графику.

Расчет выполнен во всем диапазоне изменения тепловых и электрических нагрузок и давления пара в регулируемом отборе. При незначительном влиянии значений отпуска тепла из регулируемых отборов или давления пара в регулируемом отборе на значения поправок, последние усреднялись.

Как показали расчеты, значения поправок для одно- и двухступенчатого подогрева сетевой воды получились практически равными, т.е. приведенные поправки справедливы для одно- и двухступенчатого подогрева сетевой воды.

Согласно сложившейся практике, поправки при конденсационном режиме вносятся к расходу пара на турбину и к расходу тепла (полному и удельному) в процентах значений, взятых соответственно заданной электрической нагрузке из графиков настоящей ТЭХ.

При работе с регулируемым отбором пара по электрическому графику поправки рассчитаны к удельному расходу тепла и расходу свежего пара при условии сохранения неизменными исходного значения электрической мощности и тепловой нагрузки, а поправки к мощности - при условии сохранения неизменными исходных значений расхода пара на турбину и тепловой нагрузки.

При работе по тепловому графику поправки рассчитаны к удельному расходу тепла, расходу пара на турбину и к электрической мощности при условии сохранения неизменными исходного значения тепловой нагрузки.

Удельный расход тепла и расход свежего пара (электрическая нагрузка) для заданных в условиях эксплуатации электрической нагрузки (расхода свежего пара) и тепловой нагрузки определяются по соответствующим графикам для номинальных условий с последующим введением необходимых поправок, которые учитывают отклонение эксплуатационных условий от номинальных (условий характеристики).

Знаки поправок соответствуют переходу от номинальных условий к фактическим. При наличии двух и более отклонений от номинальных условий эксплуатации турбоагрегата поправки алгебраически суммируются.

Примеры пользования поправками приводятся в разд.7.

6. ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ ДИАГРАММАМИ РЕЖИМОВ

6.I. Диаграмма режимов при одноступенчатом подогреве сетевой воды (рис.42).

Пример I.

Режим работы по электрическому графику.

Задано: Q_T = 250 Гкал/ч; N_T = I6I МВт; $P_{НТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2).

Определить: G_0.

На диаграмме от точки А, соответствующей тепловой нагрузке Q_T = 250 Гкал/ч, проводим горизонтальную линию до пересечения в точке $Б_I$ с вертикалью, проведенной из точки $В_I$ (N_T = = I6I МВт). Из точки $Б_I$ параллельно наклонным линиям проводим прямую до пересечения с линией $P_{НТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке $Г_I$. Из точки $Г_I$ проводим вертикаль до пересечения в верхнем квадранте с линией $P_{НТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке $Д_I$. Проекция точки $Д_I$ на ось расхода (точка $Е_I$) определяет расход свежего пара на турбину G_0 = 734 т/ч.

Пример 2.

Режим работы по тепловому графику.

Задано: Q_T = 250 Гкал/ч; $P_{НТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2).

Определить: N_T, G_0.

На диаграмме от точки А, соответствующей Q_T = 250 Гкал/ч, проводим горизонтальную прямую до пересечения с линией $P_{НТО}$ = 0,I6 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке Б. Из точки Б проводим вертикаль до пересечения в верхнем квадранте с линией $P_{НТО}$ = 0,I6 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке Г. Проекция точки Г на ось расходов (точка Д) определяет расход свежего пара на турбину G_0 = 680 т/ч. Точка В соответствует определяемой электрической мощности N_T = = I46 МВт.

6.2. Диаграмма режимов при двухступенчатом подогреве сетевой воды (рис.43).

Пример I.

Режим работы по электрическому графику.

Задано: Q_T = 250 Гкал/ч; N_T = I65 МВт; $P_{ВТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2).

Определить: G_0.

На диаграмме от точки А, соответствующей тепловой нагрузке Q_T = 250 Гкал/ч, проводим горизонтальную прямую линию до пересечения в точке $Б_I$ с вертикалью, проведенной из точки $В_I$ (N_T = I65 МВт). Из точки $Б_I$ параллельно наклонным линиям проводим прямую до пересечения с линией $P_{ВТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке $Г_I$. Из точки $Г_I$ проводим вертикаль до пересечения в верхнем квадранте с линией $P_{ВТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке $Д_I$. Проекция точки $Д_I$ на ось расходов (точка $Е_I$) определяет расход свежего пара на турбину G_0 = 7I4 т/ч.

Пример 2.

Режим работы по тепловому графику.

Задано: Q_T = 250 Гкал/ч; $P_{ВТО}$ = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2).

Определить: N_T, G_0.

По диграмме от точки А, соответствующей Q_T = 250 Гкал/ч, проводим горизонтальную прямую до пересечения с линией $P_{ВТО}$ = = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке Б. Из точки Б проводим вертикаль до пересечения в верхнем квадранте с линией $P_{ВТО}$ = = 0,I5 МПа (I,5 кгс/см^2) в точке Г. Проекция точки Г на ось расходов (точка Д) определяет расход свежего пара на турбину G_0 = 680 т/ч. Точка В соответствует определяемой электрической мощности N_T = I54 МВт.

7. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛА, РАСХОДА СВЕЖЕГО ПАРА, МОЩНОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТУРБОАГРЕГАТА (ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ ПОДОГРЕВ СЕТЕВОЙ ВОДЫ)

Пример I. Режим работы с регулируемыми отборами при работе по электрическому графику.

Дано: N_T = 1440 МВт; Q_T = 200 Гкал/ч; t_0 = 550°С; P_0 = I3,2 МПа (I35 кгс/см^2); $P_{ВТО}$ = 0,I2 МПа (I,2 кгс/см^2); $G_{пит}$ = 0,9 G_0; t'_2 = 43,5°С; прочие параметры и условия - номинальные.

Определить: расход свежего пара, удельный расход тепла при заданных условиях (N_T, Q_T = const).

Показатель		Обозначение	Способ определения	Полученное значение
Расход свежего пара при номинальных условиях, т/ч		$G_0^н$	Рис.43 по N_T, Q_T, $P_{ВТО}$	600
Температура обратной сетевой воды при номинальных условиях, °С		$t'^{н}_2$	Рис.4I по $P_{ВТО}$	53,5
Удельный расход тепла на выработку электроэнергии при номинальных условиях, ккал/(кВт·ч)		$q^н_т$	Рис.3I по N_T, Q_T, $P_{ВТО}$	III0
Поправки к удельному расходу тепла на отклонение заданных условий от номинальных ккал/(кВт·ч)	давления свежего пара	$\Delta q_т^{P_0}$	Рис.49,*а* по $G_0^н$	-9,7
	температуры свежего пара	$\Delta q_т^{t_0}$	Рис.49,*б* по $G_0^н$, $P_{ВТО}$	+4,4
	температуры обратной сетевой воды	$\Delta q_т^{t'_2}$	Рис.49,*з* по $G_0^н$, $P_{ВТО}$	-I6,5
	расхода питательной воды	$\Delta q_т^{пит}$	Рис.49,*г* по $G_0^н$, $P_{ВТО}$	+4,2
	суммарная	$\Sigma\Delta q_т$	$\Sigma\Delta q_т = \Delta q_т^{P_0} + \Delta q_т^{t_0} + \Delta q_т^{t'_2} + \Delta q_т^{пит}$	-I6,6
Удельный расход тепла брутто при заданных условиях, ккал/(кВт·ч)		$q_т$	$q_т = q_т^н + \Sigma\Delta q_т$	I093,4

Показатель		Обозначение	Способ определения	Полученное значение
Поправки к расходу свежего пара на отклонение заданных условий от номинальных, т/ч	давления свежего пара	$\Delta G_0^{p_0}$	Рис.49, *а* по $G_0^н$	-0,95
	температуры свежего пара	$\Delta G_0^{t_0}$	Рис.49, *б* по $G_0^н$	+4,7
	температуры обратной сетевой воды	$\Delta G_0^{\tau_2}$	Рис.49, *з* по $G_0^н$, $P_{ВТО}$	-4,2
	расхода питательной воды	$\Delta G_0^{пит}$	Рис.49, *г* по $G_0^н$	-4,8
	суммарная	$\Sigma\Delta G_0$	$\Sigma\Delta G_0=\Delta G_0^{p_0}+\Delta G_0^{t_0}+\Delta G_0^{\tau_2}+\Delta G_0^{пит}$	-5,25
Расход свежего пара при заданных условиях, т/ч		G_0	$G_0=G_0^н+\Sigma\Delta G_0$	594,75

Пример 2. Режим работы с регулируемыми отборами при работе по тепловому графику.

Дано: $Q_т$ = 200 Гкал/ч; t_0 = 560°С; P_0 = 12,3 МПа (125 кгс/см^2); $P_{ВТО}$ = 0,12 МПа (1,2 кгс/см^2); $\tau_2=\tau_2^н$ +10°С; ПВД № 5,6,7 отключены.

Определить: расход свежего пара, мощность, удельный расход теплоты при заданных условиях.

Показатель	Обозначение	Способ определения	Полученное значение
Расход свежего пара при номинальных условиях, т/ч	$G_0^н$	Рис.43 по $Q_т$, $P_{ВТО}$	533,0
Мощность турбины при номинальных условиях, МВт	$N_т^н$	Рис.43 по $Q_т$, $P_{ВТО}$	123,0
Температура обратной сетевой воды при номинальных условиях, °С	$\tau_2^н$	Рис.41 по $P_{ВТО}$	53,5

Показатель		Обозначение	Способ определения	Полученное значение
Удельный расход тепла на выработку электроэнергии при номинальных условиях, ккал/(кВт·ч)		$q_т^н$	Рис.31 по $Q_т$, $P_{ВТО}$	1000
Поправки к расходу свежего пара на отклонение заданных условий от номинальных, т/ч	давления свежего пара	$\Delta G_0^{p_0}$	Рис.50, *а* по $Q_т$	-1,4
	температуры свежего пара	$\Delta G_0^{t_0}$	Рис.50, *б* по $Q_т$	-1,38
	отключение группы подогревателей высокого давления	$\Delta G_0^{ПВД}$	Рис.50, *в* по $Q_т$	-60,0
	суммарная	$\Sigma\Delta G_0$	$\Sigma\Delta G_0=\Delta G_0^{p_0}+\Delta G_0^{t_0}+\Delta G_0^{ПВД}$	-62,78
Расход свежего пара при заданных условиях, т/ч		G_0	$G_0=G_0^н+\Sigma\Delta G_0$	470,22
Поправки к мощности на отклонение заданных условий от номинальных, МВт	давления свежего пара	ΔN^{p_0}	Рис.50, *а* по $Q_т$	-1,02
	температуры свежего пара	ΔN^{t_0}	Рис.50, *б* по $Q_т$, $P_{ВТО}$	+0,48
	температуры обратной сетевой воды	ΔN^{τ_2}	Рис.50, *ж* по $Q_т$, $P_{ВТО}$	-1,04
	отключение группы подогревателей высокого давления	$\Delta N^{ПВД}$	Рис.50, *в* по $Q_т$	-8,05
	суммарная	$\Sigma\Delta N$	$\Sigma\Delta N=\Delta N^{p_0}+\Delta N^{t_0}+\Delta N^{\tau_2}+\Delta N^{ПВД}$	-9,63
Мощность турбины при заданных условиях, МВт		$N_т$	$N_т=N_т^н+\Sigma\Delta N$	113,37

Показатель		Обозначение	Способ определения	Полученное значение
Поправки к удельному расходу тепла на отклонение заданных условий от номинальных, ккал/(кВт·ч)	давления свежего пара	$\Delta q_T^{p_0}$	Рис.50, *а* по Q_T	-0,55
	температуры свежего пара	$\Delta q_T^{t_0}$	Рис.50, *б* по Q_T, $P_{ВТО}$	+3,9
	температуры обратной сетевой воды	$\Delta q_T^{T_2}$	Рис.50, *ж* по Q_T, $P_{ВТО}$	+2,0
	отключение группы подогревателей высокого давления	$\Delta q_T^{ПВД}$	Рис.50, *б* по Q_T, $P_{ВТО}$	+9,5
	суммарная	$\Sigma\Delta q_T$	$\Sigma\Delta q_T=\Delta q_T^{p_0}+\Delta q_T^{t_0}+\Delta q_T^{T_2}+\Delta q_T^{ПВД}$	+14,85
Удельный расход теплоты брутто при заданных условиях, ккал/(кВт·ч)		q_T	$q_T=q_T^H+\Sigma\Delta q_T$	1014,85

8. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДЕНСАТОРНОЙ ГРУППЫ КГ2-12000-1

Типовая энергетическая характеристика конденсаторной группы КГ2-12000-1 ПО ТМЗ составлена на основании расчетных данных, полученных по методике, изложенной в "Руководящих указаниях по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982), а также опытов по определению тепловых и гидравлических характеристик, проведенных ПО "Союзтехэнерго" на Омской ТЭЦ-5.

Представленные зависимости соответствуют коэффициенту чистоты поверхности охлаждения конденсаторов $\alpha = 0{,}8$ (эксплуатационно чистый конденсатор).

Присосы воздуха в вакуумную систему соответствуют нормам ПТЭ и составляют 20 кг/ч.

При работе турбины с пониженными расходами пара через ЧНД на режим работы конденсаторов оказывает влияние работа пароструйных эжекторов (на нормативных графиках значения давления отработавшего пара и температурного напора для зоны пониженных расходов пара через ЧНД слева от граничной штрих-пунктирной кривой). В этой зоне зависимости должны служить для ориентировочной оценки ожидаемого уровня давления отработавшего пара и температурного напора в конденсаторах.

Для конденсационного режима работы турбины (без теплофикационных отборов) контроль, нормирование и планирование работы конденсационной установки ведется также, как и для конденсационных установок турбин типа К.

9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТОРНОЙ ГРУППЫ

Площадь поверхности охлаждения, $м^2$:
- полная 11960
- встроенных пучков 2160

Номинальный расход пара в конденсаторы, т/ч 520

Расчетное количество охлаждающей воды, $м^3/ч$:
- при пропуске через все пучки 24800
- при пропуске через основные пучки 20000

Число ходов воды в каждом конденсаторе 1

Число потоков 2

Длина трубок, м:
- основного пучка 8,91
- встроенного пучка 8,09

Диаметр трубок, мм:
- основного пучка ..... 24х1,0 и 24х2,0
- встроенного пучка ..... 24 х 1,0

Количество трубок, шт.:
- в основных пучках ..... 14292 и 312
- во встроенных пучках 3544

Материал трубок МНЖ5-1

Воздухоудаляющее устройство ..... три пароструйных эжектора ЭПО-3-135-1 ПО ТМЗ

10. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ И СОСТОЯНИЕМ КОНДЕНСАТОРНОЙ ГРУППЫ

Основными показателями, характеризующими состояние и экономичность работы конденсаторной группы, являются давление отработавшего пара и температурный напор каждого конденсатора при фактических эксплуатационных условиях (паровой нагрузке конденсатора, расходе и температуре охлаждающей воды).

Контроль за работой конденсаторной группы осуществляется сопоставлением измеренных в условиях эксплуатации давления в каждом конденсаторе P_2^I ; P_2^{II} и температурного напора δt^I, δt^{II} с их нормативными значениями, соответствующими тем же условиям. Анализ результатов измерений и нормативных показателей позволяет обнаружить изменение в работе конденсаторной группы и установить вероятные причины этих изменений.

Анализ работы каждого конденсатора необходимо проводить при паровых нагрузках, соответствующих зоне на нормативных графиках справа от граничной штрих-пунктирной кривой.

Ниже приводятся основные параметры, которые необходимо измерить при эксплуатационном контроле за состоянием конденсаторной группы, а также рекомендации по организации измерений и методы определения основных контролируемых величин.

10.1. Давление отработавшего пара

В качестве отборного устройства для измерения давления отработавшего пара в каждом конденсаторе используется штатное устройство (рис.47), поставляемое ПО ТМЗ, представляющее собой 12 плоскопараллельных пластин, соединенных коллектором и расположенных в два ряда на расстоянии 0,5 м от боковых стенок выхлопного патрубка. Сигнал по давлению от коллектора трубкой выводится наружу к измерительному прибору. Соединительные линии должны иметь внутренний диаметр не менее 10 мм, прокладываться с уклоном не менее 1:10 и проверяться на герметичность.

В качестве измерительного прибора используется преобразователь абсолютного давления с пределом измерений 0-16 кПа (0-1600 кгс/м^2) класса точности 0,25 со вторичным регистрирующим прибором класса 0,25

10.2. Температура охлаждающей воды

Температуру охлаждающей воды рекомендуется измерять с помощью ртутных термометров с ценой деления 0,1°С, устанавливаемых в термометрические гильзы длиной не менее 320 мм.

На подводящих трубопроводах охлаждающей воды к первому конденсатору следует устанавливать по одному термометру, на сливных второго по ходу охлаждающей воды конденсатора по три термометра в одном поперечном сечении каждого водовода на расстоянии 5-6 м от конденсатора.

Температура охлаждающей воды за первым конденсатором определяется по формуле:

$$t_2^{\delta I} = \frac{t_1^{\delta} + t_2^{\delta II}}{2}.$$

10.3. Расход пара в конденсаторы

Расход пара в конденсаторы при работе турбины на конденсационном режиме может быть определен с помощью зависимости (рис.20) или по формуле:

$$G_2 = 154\, P_{\underline{У}},$$

где $P_{\underline{У}}$ - давление пара в камере $\underline{У}$ отбора, кгс/см^2.

Расход пара в конденсаторы при работе турбины по электрическому графику может быть определен с помощью зависимости (рис.20) или по формулам:

- при одноступенчатом подогреве сетевой воды

$$G_2 = G_{22} - \frac{W_{сет}\,\Delta t_{сет}}{525} - 15;$$

- при двухступенчатом подогреве сетевой воды

$$G_2 = G_{20} - \frac{W_{сет}\,\Delta t_{сет}}{525} - 30,$$

где G_{22}, G_{20} - расходы пара соответственно через 22-ю (при одноступенчатом) и 20-ю (при двухступенчатом подогреве сетевой воды) ступени, т/ч;

$W_{сет}$ - расход сетевой воды, м³/ч;

$\Delta t_{сет}$ - нагрев сетевой воды в сетевых подогревателях, °С; определяется как разность температур сетевой воды после и до подогревателей или одного подогревателя.

Расход пара через 20-ю ступень определяется по рис.I9 в зависимости от расхода пара на турбину G_0 и давления пара в верхнем теплофикационном отборе $P_{ВТО}$.

Расход пара через 22-ю ступень определяется по рис.I8 в зависимости от расхода пара на турбину и давления в нижнем теплофикационном отборе $P_{НТО}$.

Расход пара в первый и второй конденсаторы G_2^I и G_2^{II} равны и составляют $0{,}5\,G_2$.

Измерение давления пара в камере $\underline{У}$ отбора необходимо производить пружинным манометром класса точности 0,6. Истинное значение давления пара в $\underline{У}$ отборе определяется введением поправок к измеренному значению на высоту присоединения, барометрическое давление и на паспортные данные.

Расходы свежего пара на турбину и сетевой воды, необходимые для определения расхода пара в конденсатор, измеряются штатными расходомерами с введением поправок на отклонение рабочих параметров среды от расчетных.

Температура сетевой воды измеряется ртутными лабораторными термометрами с ценой деления 0,I°С.

I0.4. Расход охлаждающей воды

Расход охлаждающей воды на конденсаторную группу определяется по тепловому балансу конденсаторов или непосредственным измерением сегментными диафрагмами, устанавливаемыми на напорных подводящих водоводах в соответствии с требованиями "Методических указаний. Расход жидкостей и газов. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств. РД 50-4II-83" (М.: Издательство стандартов, I984).

Расход охлаждающей воды по тепловому балансу конденсаторов определяется по формуле:

$$W = \frac{G_2\,\Delta i_2}{\Delta t^{в}\,c},$$

где Δi_2 = 2I78,8 кДж/кг (520 ккал/кг);

$\Delta t^{в}$ - нагрев охлаждающей воды в обоих конденсаторах, °С; определяется как разность температур охлаждающей воды после второго и до первого конденсаторов;

c - удельная теплоемкость воды, принимается равной 4,I9 кДж/кг °С (I ккал/кг °С).

I0.5. Температурный напор

Температурный напор определяется по формулам:

$$\delta t^{I} = t_s^{I} - t_2^{вI};$$

$$\delta t^{II} = t_s^{II} - t_2^{вII},$$

где t_s^{I} и t_s^{II} - определяется как температура насыщения при измеренном давлении отработавшего пара в первом и втором конденсаторах по таблицам "Теплофизических свойств воды и водяного пара" (М.: Издательство стандартов, I969).

I0.6. Гидравлическое сопротивление конденсаторной группы

Гидравлическое сопротивление конденсаторной группы включает сопротивление двух последовательно включенных конденсаторов с участками соединительных водоводов между ними.

Гидравлическое сопротивление измеряется в каждом потоке с помощью преобразователей разности давлений на предел измерений 0-0,I МПа (0-I кгс/см^2) класса точности I,0 в

комплекте со вторичным прибором класса точности 0,25. Штуцера для измерения давлений врезаются на расстоянии 0,5-I м от входной водяной камеры первого конденсатора и на таком же расстоянии от выходной камеры второго конденсатора. Преобразователи разности давлений устанавливаются ниже уровня врезки штуцеров, соединительные линии должны быть заполнены водой.

II. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Показатель	Обозначение
Мощность, МВт:	
на выводах генератора, развиваемая по теплофикационному и конденсационному циклам соответственно	N_T, $N_{тф}$, $N_{кн}$
внутренняя отсеков I-20, I-22	N_i^{I-20}, N_i^{I-22}
внутренняя части низкого давления	$N_i^{чнд}$
Суммарные потери турбоагрегата	$\Sigma\Delta N_{тa}$
Электромеханический КПД генератора	$\eta_г$
Внутренний относительный КПД ЦВД	$\eta_{oi}^{цвд}$
Расход пара, т/ч:	
на турбину	G_0
на регенерацию	$G_{пвд}$, $G_{пнд}$, $G_п^д$
через 20-ю и 22-ю ступени	G_{20}, G_{22}
на сетевые подогреватели	$G_{псв-1}$, $G_{псв-2}$
через промежуточный отсек (2I-ю - 22-ю ступени)	$G_{по}$
на входе в ЦНД	$G_{цнд}$
на входе в конденсатор (I, II поток и суммарный)	G_2^I, G_2^{II}, G_2
Расход питательной воды, т/ч	$G_{пит}$
Расход охлаждающей воды при пропуске через все пучки конденсатора, м³/ч	W
Расход охлаждающей воды при пропуске через основные пучки, м³/ч	$W_{оп}$
Расход сетевой воды через подогреватели, м³/ч	$G_{сет}$
Расход тепла на турбоустановку, Гкал/ч	Q_0
Теплофикационная нагрузка, Гкал/ч	$Q_т$
Использованный теплоперепад промежуточного отсека, ккал/кг	$H_i^{по}$
Абсолютное давление, МПа (кгс/см²):	
перед стопорными клапанами	p_0
в камере регулирующей ступени	$p_{р.ст}$
в камерах нерегулируемых отборов	p_{I-VII}
в камере верхнего теплофикационного отбора	$p_{ВТО}$
в камере нижнего теплофикационного отбора	$p_{НТО}$
в первом и втором конденсаторах, кПа (кгс/см²)	p_2^I, p_2^{II}
Температура (°С), энтальпия (ккал/кг):	
свежего пара перед стопорными клапанами	t_0, i_0
пара в камерах отборов I-V	$i_п^I - i_п^V$
основного конденсата за ПНД	$t_к^{пнд}$
питательной воды за ПВД	$t_{пит}^{пвд}$, $i_{пит}^{пвд}$
прямой и обратной сетевой воды	τ_2, τ_1
охлаждающей воды на входе в конденсатор	$t_1^б$
охлаждающей воды на выходе из первого и второго конденсатора	$t_2^{бI}$, $t_2^{бII}$
Нагрев сетевой воды в сетевых подогревателях, °С	$\Delta t_{сет}$

Показатель	Обозначение
Нагрев охлаждающей воды в обоих конденсаторах, °С	$\Delta t^{в}$
Температурные напоры, °С:	
конденсаторов	δt^{I}, δt^{II}
регенеративных подогревателей	$\delta t^{пвд}$, $\delta t^{пнд}$
сетевых подогревателей (расчетный)	δt_{p}
Температура насыщения при давлении отработавшего пара в конденсаторах I, II, °С	t_{s}^{I}, t_{s}^{II}
Удельная тепловая нагрузка регенеративных подогревателей, тыс.ккал/(м²·ч)	$q_{п}$
Гидравлическое сопротивление конденсаторной группы, кПа (м вод.ст.)	ΔH
Площадь поверхности охлаждения конденсаторов, м²	F

Показатель	Обозначение
Коэффициент чистоты поверхности конденсатора	a
Удельный расход тепла брутто на выработку электроэнергии, ккал/(кВт·ч)	$q_{т}$
Удельный расход пара на выработку электроэнергии, кг/(кВт·ч)	$d_{т}$,
Удельная теплофикационная выработка электроэнергии, кВт·ч/Гкал	$W_{т}$
Поправка на отклонение параметров и условий работы турбоагрегата от номинальных:	
к удельному расходу тепла, ккал/(кВт·ч); %	$\Delta q_{т}$; $\alpha q_{т}$
к расходу свежего пара, т/ч; %	ΔG_{0}, αd_{0}
к мощности, МВт	ΔN

ПЕРЕЧЕНЬ
ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Рис.I. Принципиальная схема турбины Т-175/210-130: ПС - подогреватель сетевой; ЭУ - эжектор уплотнений; ОЭ - основной эжектор

Рис.2. Диаграмма парораспределения ЦВД

Рис.3. Давление пара в камерах I, II и III отборов

Рис.4. Давление пара в камерах IУ и У отборов при конденсационном режиме

Рис.5. Давление пара в камерах УI и УП отборов при конденсационном режиме

Рис.6. Давление пара в камерах IУ и У отборов при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.7. Давление пара в камере УI отбора при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.8. Давление пара в камерах IУ и У отборов при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.9. Давление пара в камере нижнего теплофикационного отбора при различных значениях $P_{НТО}$ и $G_{ПВ}$

Рис.I0. Температура и энтальпия питательной воды за подогревателями высокого давления

Рис.II. Температура конденсата за ПНД № 3 и 4 при одноступенчатом подогреве сетевой воды и конденсационном режиме

Рис.I2. Температура конденсата за ПНД № 3 и 4 при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.I3. Расход пара на подогреватели высокого давления

Рис.I4. Расход пара на деаэратор при одноступенчатом подогреве сетевой воды и конденсационном режиме

Рис.I5. Расход пара на деаэратор при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.I6. Расход пара на подогреватели низкого давления № 3 и 4 при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.I7. Расход пара на подогреватели низкого давления № 3 и 4 при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.I8. Расход пара через промежуточный отсек при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.I9. Расход пара через 20-ю ступень при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.20. Расход пара в ЦНД при конденсационном режиме и работе по электрическому графику

Рис.2I. Расход пара в ЦНД при закрытой диафрагме

Рис.22. Протечки пара через концевые уплотнения ЦВД и ЦСД

Рис.23. Внутренняя мощность ступеней I-й - 22-й при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.24. Внутренняя мощность ступеней I-й - 20-й при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.25. Характеристика ЧНД

Рис.26. Удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу

Рис.27. Суммарные потери турбоагрегата

Рис.28. Относительный внутренний КПД ЦВД

Рис.29. Расход свежего пара и тепла при конденсационном режиме с отключенным регулятором давления

Рис.30. Удельный расход тепла брутто при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.3I. Удельный расход тепла брутто при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.32. Температурный напор подогревателей высокого и низкого давления

Рис.33. Расчетный температурный напор подогревателей сетевой воды № I и 2

Рис.34. Энтальпия пара в камерах I, П, Ш, IУ, У отборов при одно- и двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.35. Энтальпия пара в камере УI отбора при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.36. Энтальпия в камере УI и УП отборов при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.37. Использованный теплоперепад промежуточного отсека

Рис.38. Расход пара в регулируемый отбор и температура прямой сетевой воды при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.39. Расход пара в регулируемые отборы при работе по тепловому графику с двухступенчатым подогревом сетевой воды

Рис.40. Двухступенчатый подогрев сетевой воды при работе по тепловому графику

Рис.41. Температура обратной сетевой воды при работе с теплофикационными отборами

Рис.42. Диаграмма режимов при одноступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.43. Диаграмма режимов при двухступенчатом подогреве сетевой воды

Рис.44. Температурные напоры конденсаторов

Рис.45. Давление пара в конденсаторах

Рис.46. Гидравлическое сопротивление конденсаторов

Рис.47. Схема измерения давления отработавшего пара (штатная)

Рис.48. Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара при конденсационном режиме

Рис.49. Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по электрическому графику с теплофикационными отборами

Рис.50. Поправки к удельному расходу тепла, расходу свежего пара, мощности при работе по тепловому графику

Рис.51. Поправки к удельной выработке электроэнергии при работе по тепловому графику

Рис.52. Поправки к удельной выработке электроэнергии при работе по электрическому графику

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Технический редактор Н.Д.Архипова
Корректор Л.Ф.Петрухина

Подписано к печати 05.05.87 | Формат 60x84 1/8
Печать офсетная | Усл.печ.л. 12,3 | Уч.-изд.л. 11,0 | Тираж 500 экз.
Заказ № 238/84 | Издат. № 87659 | Цена 1 руб.65 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru