МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Т - 50 - 130 ТМЗ

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА 1979

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления
Д.Я.ШАМАРАКОВ
7 августа 1979 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА Т - 50 - 130 ТМЗ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА 1979

УДК 621.165-186.5

Составлено Сибтехэнерго с участием Московского головного предприятия "Союзтехэнерго"

А в т о р ы инженеры Э.В.БЕЛОУСОВА, В.Г.БЕЛОУСОВ, В.В.ЕФРЕМОВА, Г.И.СМИРНОВА, техник Н.Н.ТОРОПОВА (Сибтехэнерго), инж.В.С.ЦВЕТКОВ (МТП Союзтехэнерго)

Ответственный редактор Н.А.Натансон
Литературный редактор Ф.С.Кузьминская
Технический редактор Н.Д.Архипова
Корректор В.Н.Кожевникова

Л 78025	Подписано к печати 25/XII 1979 г.	Формат 60x84 1/8
Печ.л. 8,0 (усл.печ.л. 7,44)	Уч.-изд.л. 5,7	Тираж 500 экз.
Заказ № 394/19	Издат. № 438/79	Цена 86 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
109432,Москва,2-й Кожуховский проезд,д.29,корп.6
Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292,Москва,ул.Ивана Бабушкина,д.23,корп.2

Дата: изготовления... установки... характеристики...	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

ОСНОВНЫЕ ЗАВОДСКИЕ ДАННЫЕ ТУРБОАГРЕГАТА
(ТУ 24-2-319-71)

$N_т^{ном}$ кВт	$N_т^{макс}$ кВт	$Q_т^{ном}$ Гкал/ч	$Q_т^{макс*}$ Гкал/ч	$D_0^{ном}$ т/ч	$D_0^{макс}$ т/ч	P_0 кгс/см^2	t_0 °С	$t_1^в$ °С	W м^3/ч
55000	65000	95,0	100,0	256	265	130	555	20	7000

* С учетом тепла пара, поступающего в конденсатор.

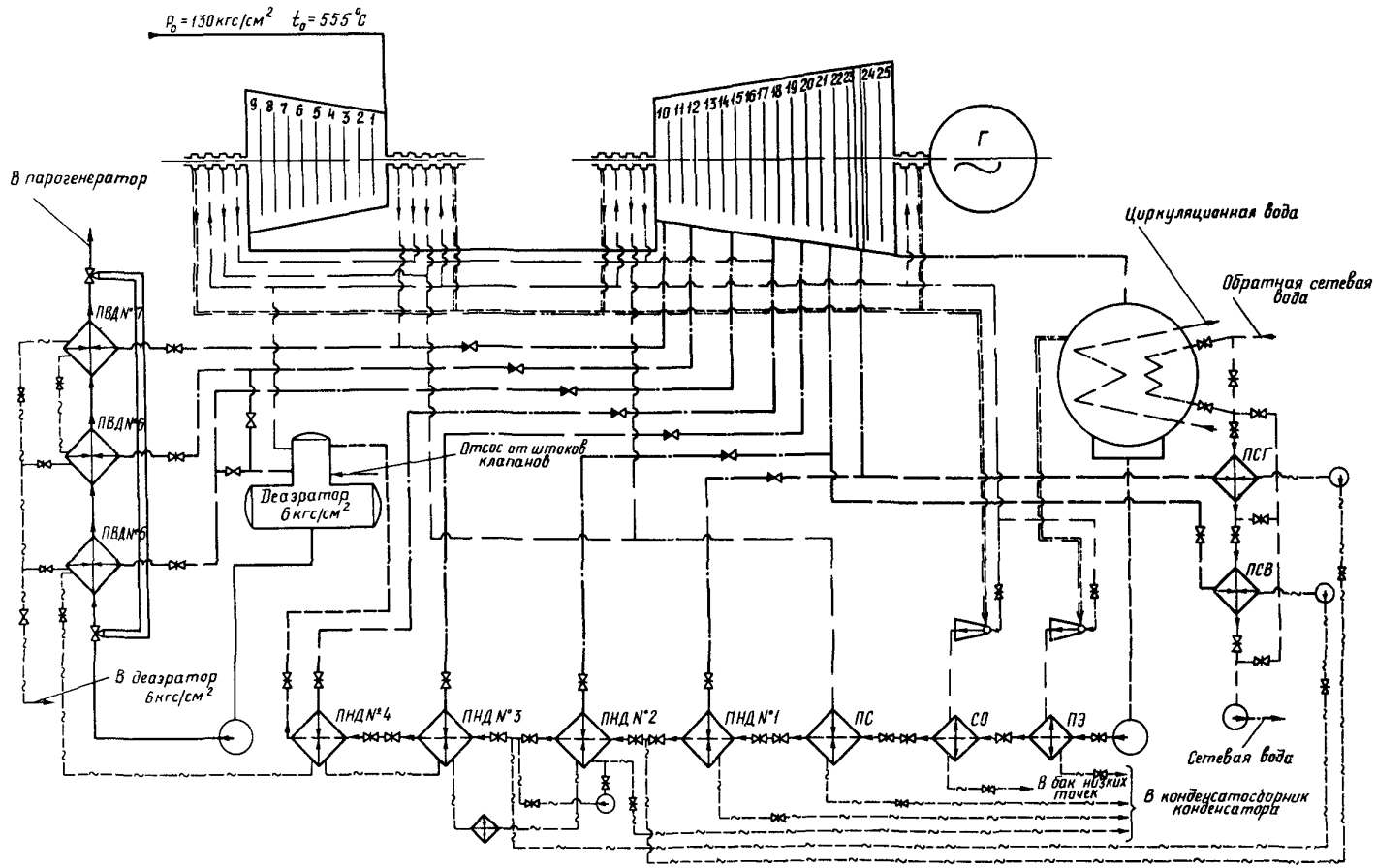
Сравнение результатов данных типовой характеристики с гарантийными данными ТМЗ

Показатель	Нагрузка $N_т$, кВт					
	55000*	40000	55000	57500	57000	50000
Тепло, отданное потребителю $Q_т$, Гкал/ч	-	29,0	95,0	95,0	92,0	91,5
Режим работы турбоагрегата	Конденсационный	Одноступенчатый	Двухступенчатый			
Данные ТМЗ Условия						
Давление свежего пара P_0, кгс/см^2	130					
Температура свежего пара t_0, °С	555					
Давление в регулируемом отборе P, кгс/см^2	-	0,5	1,3	1,0	0,8	1,7
КПД генератора η, %	98,6	98,3	98,6	98,6	98,6	98,6
Температура питательной воды за ПВД № 7 $t_{пв}$, °С	219,0	205,0	232,0	232,0	230,0	230,0
Температура сетевой воды на входе в подогреватель ПСГ t_2, °С	-	30,0	56,0	47,5	39,5	65,0
Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор $t_1^в$, °С	20,0					
Расход охлаждающей воды W, м^3/ч	7000					
Удельный расход пара d, кг/(кВт.ч)	3,73	3,95	4,65	4,47	4,33	4,90

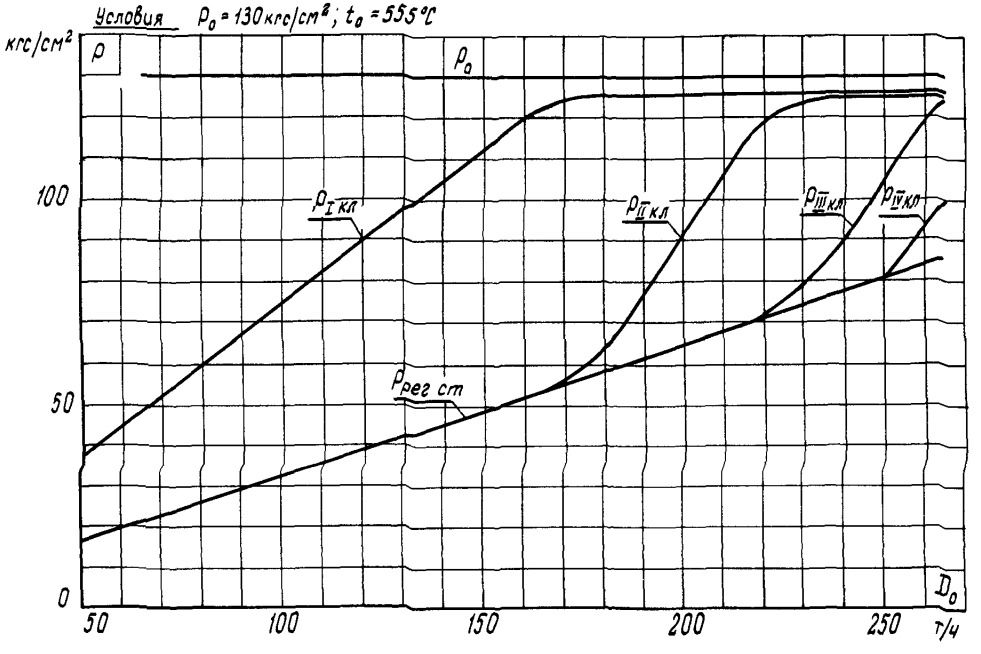
Показатель	Нагрузка N_T, кВт					
	55000*	40000	55000	57500	57000	50000
Данные типовой характеристики Условия						
Давление свежего пара P_a, кгс/см^2	130					
Температура свежего пара t_a, °С	555					
Давление в регулируемом отборе P, кгс/см^2	-	0,5	I,3	I,0	0,8	I,7
КПД генератора η, %	98,6	98,3	98,6	98,6	98,6	98,6
Температура питательной воды за ПВД № 7 $t_{пв}$, °С	228,0	2I4,0	239,8	239,9	237,5	237,2
Температура сетевой воды на входе в подогреватель ПСГ t_2, °С	-	28,7	54,0	48,0	38,5	63,8
Давление отработавшего пара P_2, кгс/см^2	$t_1^в$ = 20°С, W=7000м^3/ч	0,05				
Удельный расход пара $d_э$, кг/(кВт·ч)	3,73	3,97	4,69	4,49	4,34	4,94
Поправка к удельному расходу пара на отклонение условий типовой характеристики от гарантийных на отклонение давления отработавшего пара $\Delta d_э$, кг/(кВт·ч)	-	-0,0I6	-0,028	-0,028	-0,028	-0,030
на отклонение температуры питательной воды $\Delta d_э$, кг/(кВт·ч)	-0,046	-0,045	-0,052	-0,050	-0,048	-0,045
на отклонение температуры обратной сетевой воды $\Delta d_э$, кг/(кВт·ч)	-	-0,008	-0,006	+0,003	-0,006	-0,007
Суммарная поправка к удельному расходу пара $\Delta d_э$, кг/(кВт·ч)	-0,05	-0,07	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08
Удельный расход пара при гарантийных условиях $d_э^г$, кг/(кВт·ч)	3,68	3,90	4,60	4,4I	4,26	4,85
Отклонение удельного расхода пара от гарантийного $\alpha d_э$, %	-I,20	-I,26	-I,II	-I,3I	-I,70	-I,02
Среднее отклонение $\alpha d_э$, %	-I,27					

*Регулятор давления в отборе выключен.

Т-I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ



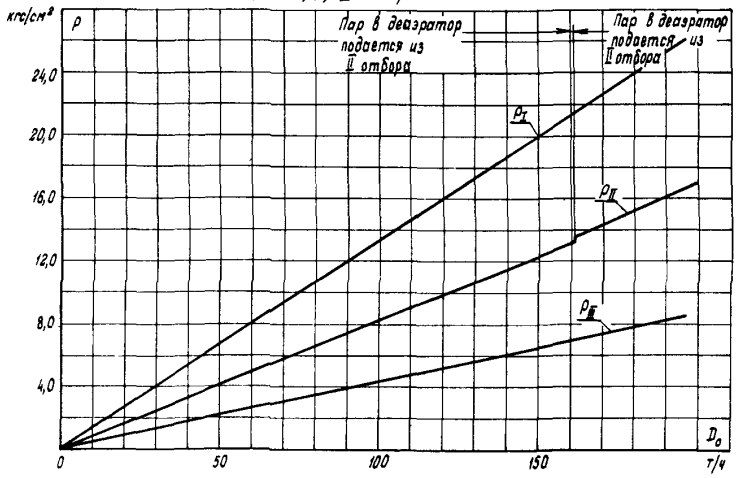
Т-2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА ПАРОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	Тип Т-50-130 ТМЗ



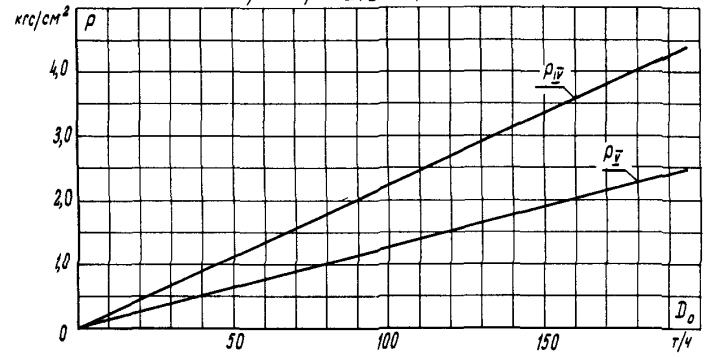
Т-3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КАМЕРАХ ОТБОРОВ ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	ТМЗ Т-50-130 ТМЗ

Условия $P_0 = 130$ кгс/см², $t_0 = 555°C$

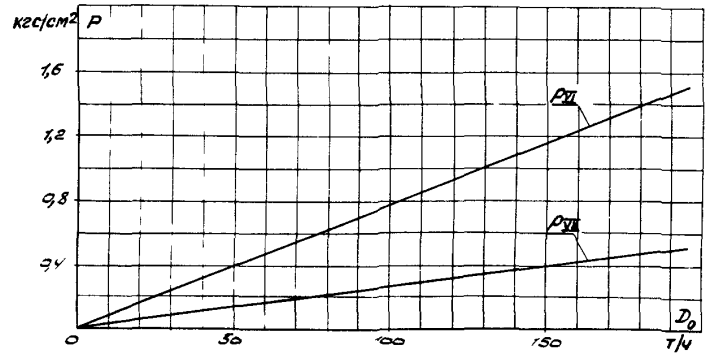
а) в камерах I, II, III отборов



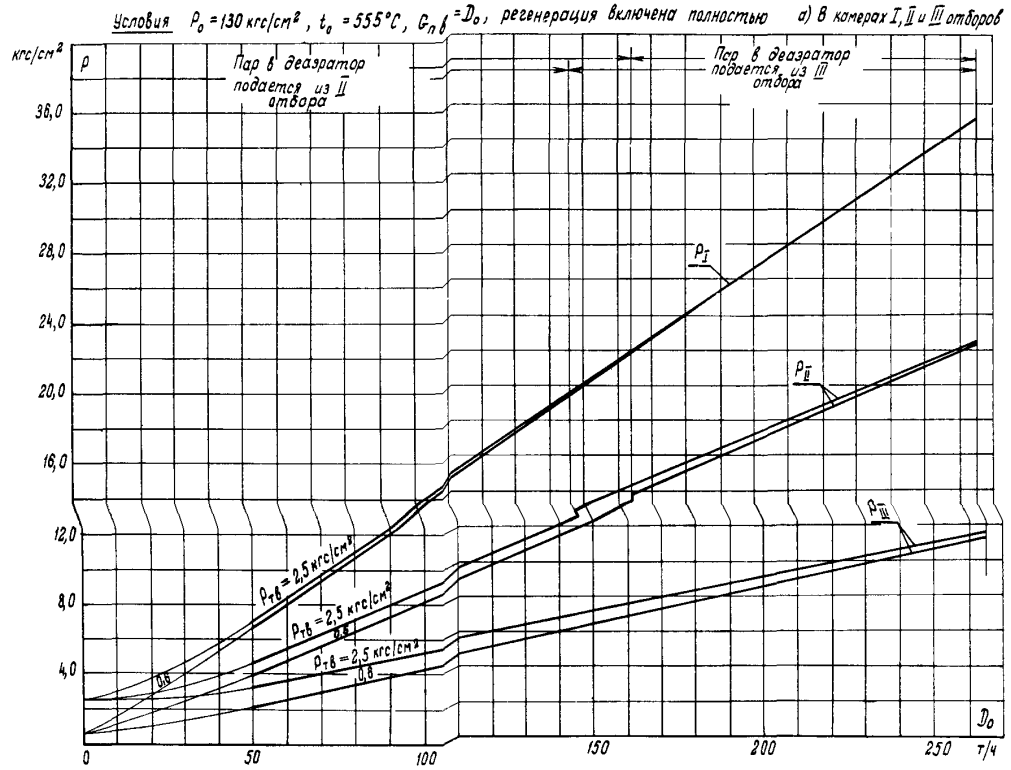
б) в камерах IV, V отборов



б) в камерах теплофикационных отборов

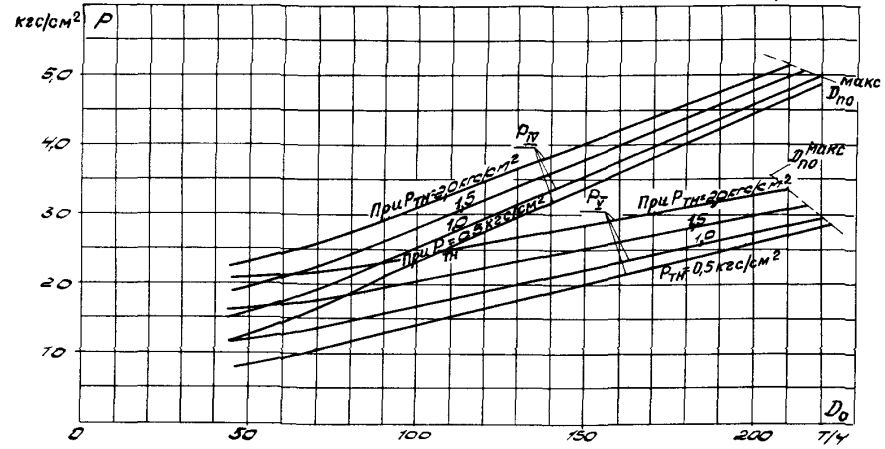


Т-4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КАМЕРАХ ОТБОРОВ ПРИ ТЕПЛОФИКАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

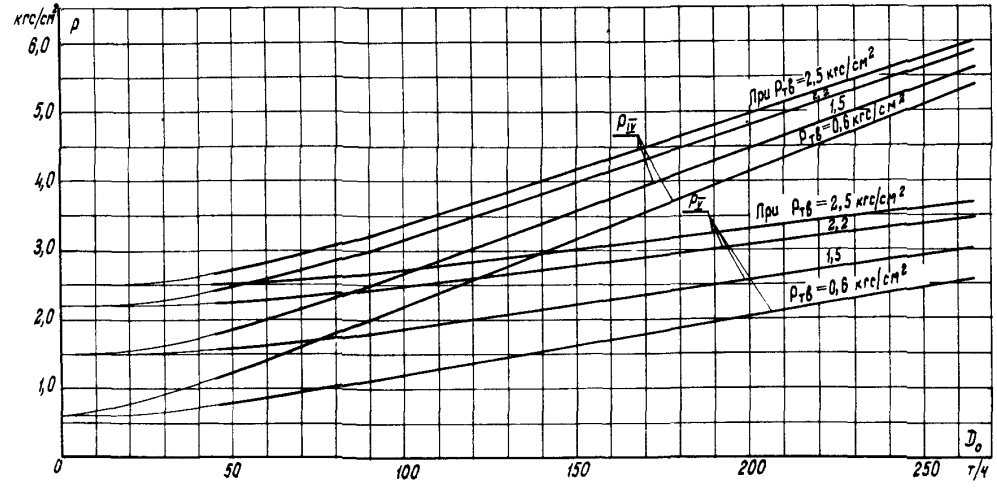


Т-4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА. ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КАМЕРАХ ОТБОРОВ ПРИ ТЕПЛОФИКАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

б) В камерах IV, V отборов, одноступенчатый подогрев сетевой воды

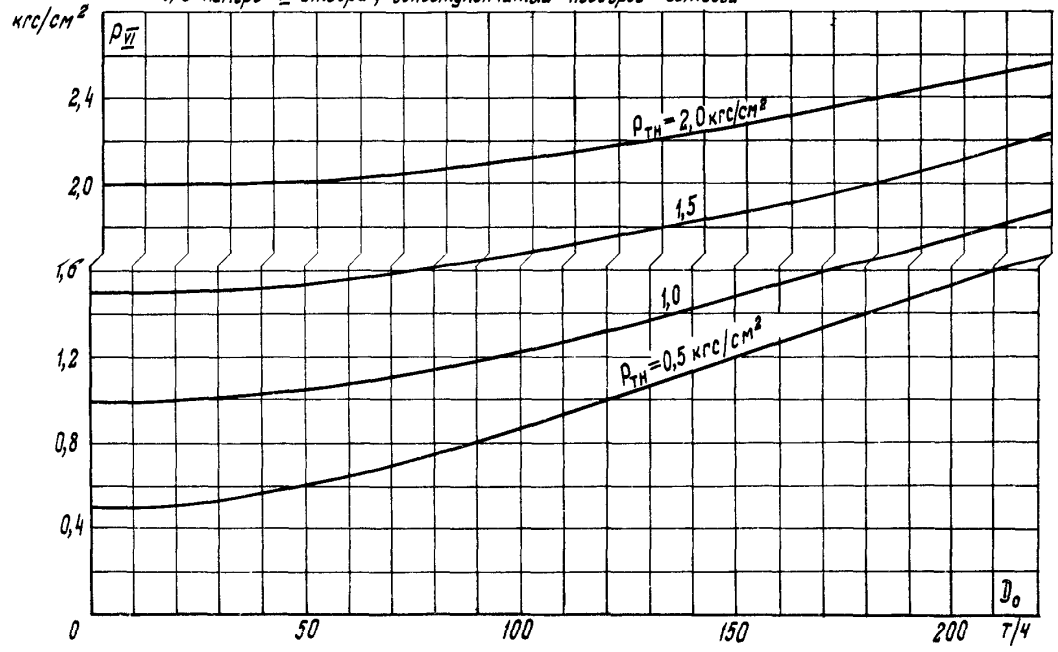


в) В камерах IV, V отборов, двух- и трехступенчатый подогрев сетевой воды



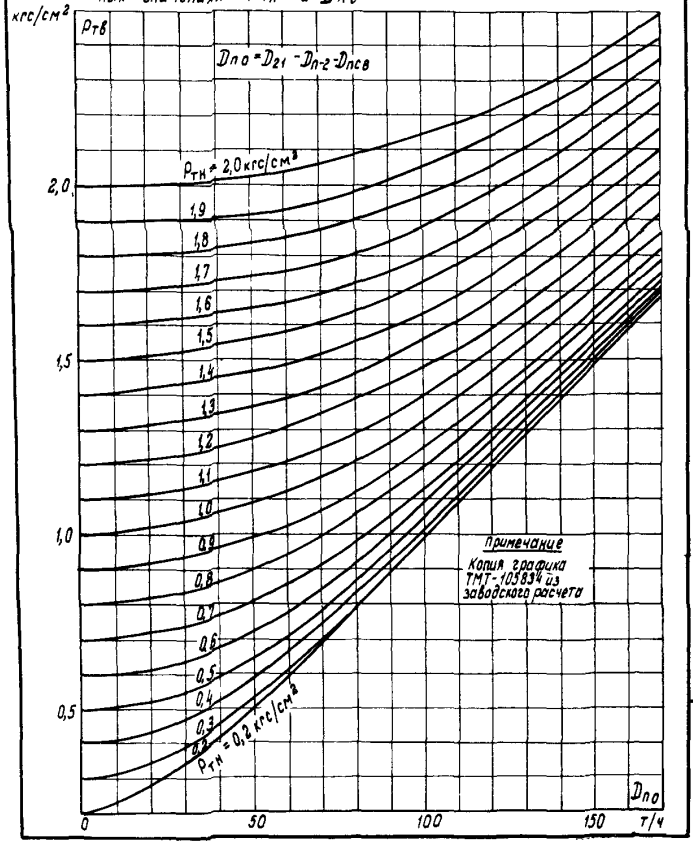
Т-4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КАМЕРАХ ОТБОРОВ ПРИ ТЕПЛОФИКАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Т-50-130 ТМЗ

г) в камере VI отбора; одноступенчатый подогрев сетевой воды



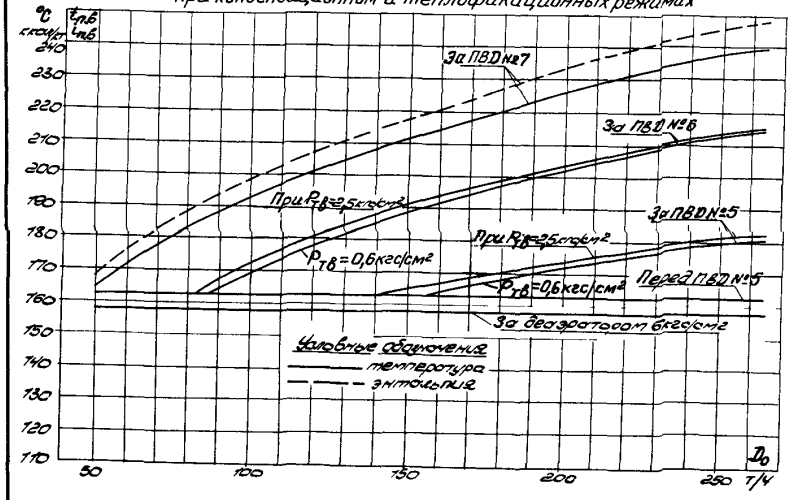
Т-5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

Давление в камере верхнего регулируемого отбора при различных значениях $P_{тн}$ и $D_{по}$

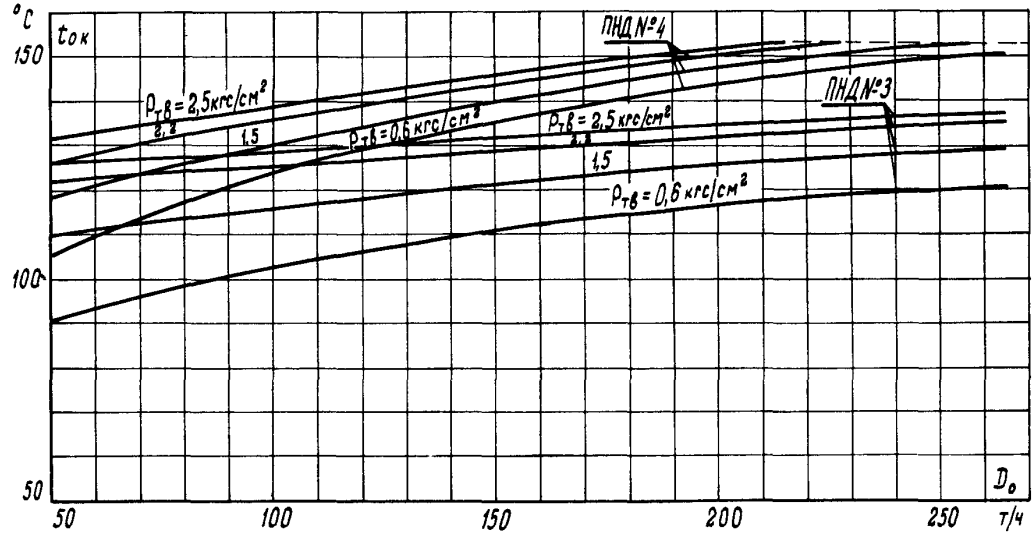


Т-6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕМПЕРАТУРА И ЭНТАЛЬПИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ЗА ПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	Тип Т-50-130 ТМЗ

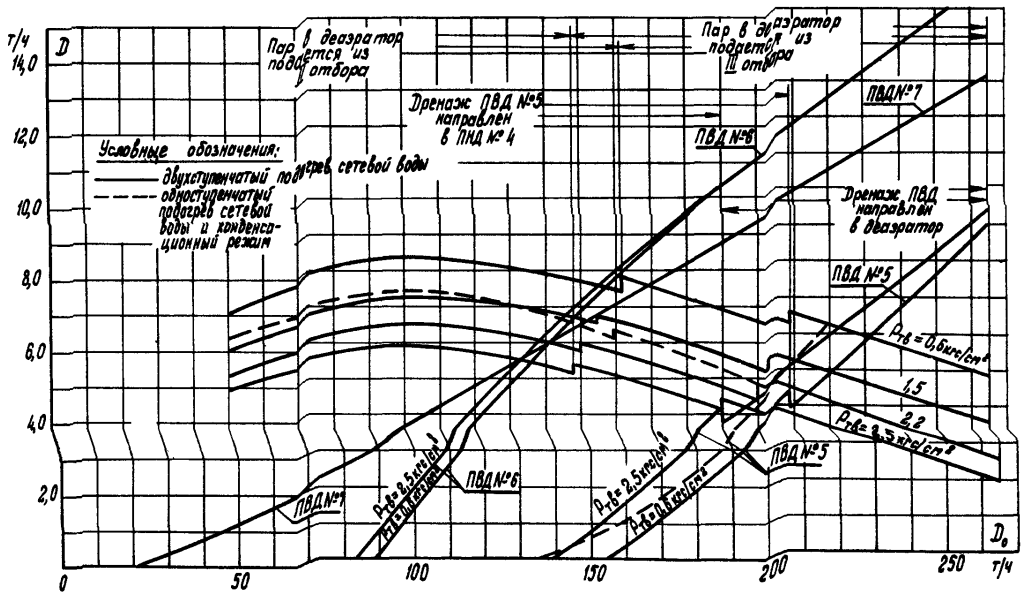
При конденсационном и теплофикационных режимах



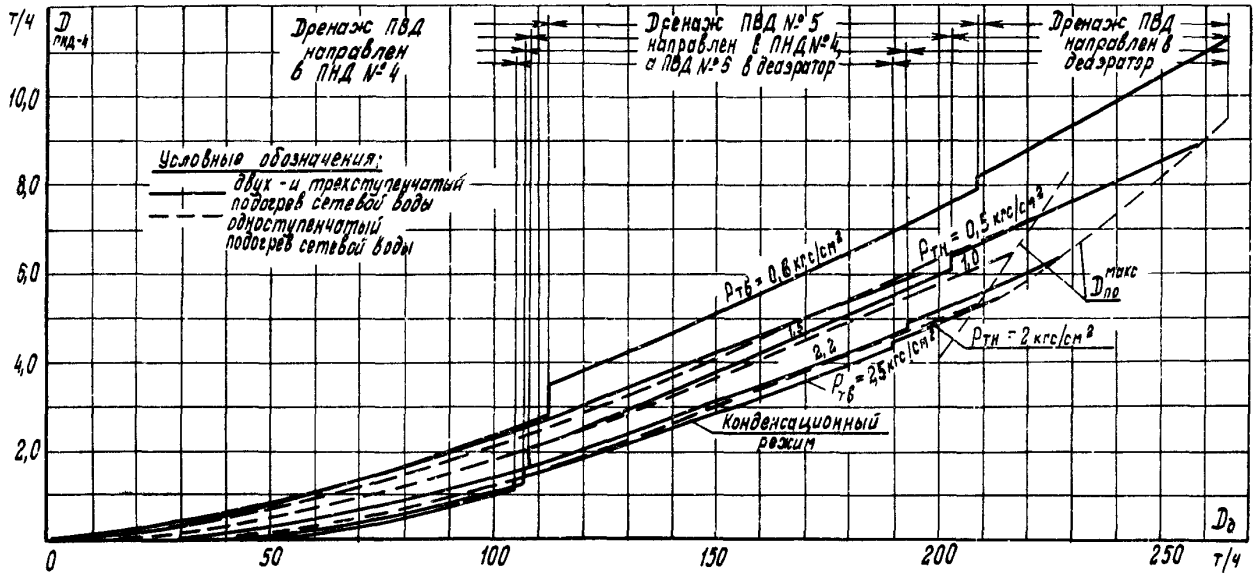
Т-7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕМПЕРАТУРА КОНДЕНСАТА ЗА ПНД № 3 И ПНД № 4 ПРИ ДВУХ- И ТРЕХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



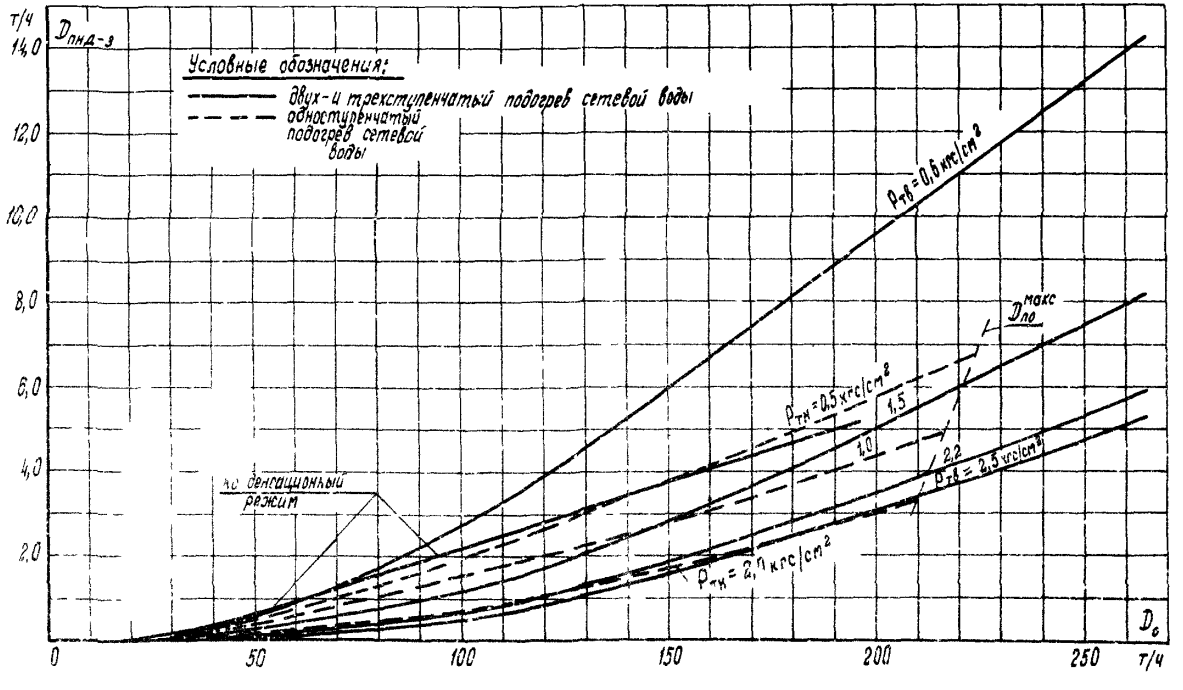
Т-8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА НА ПОДОГРЕВАТЕЛИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ДЕАЭРАТОР	Тип Т-50-130 ТМЗ



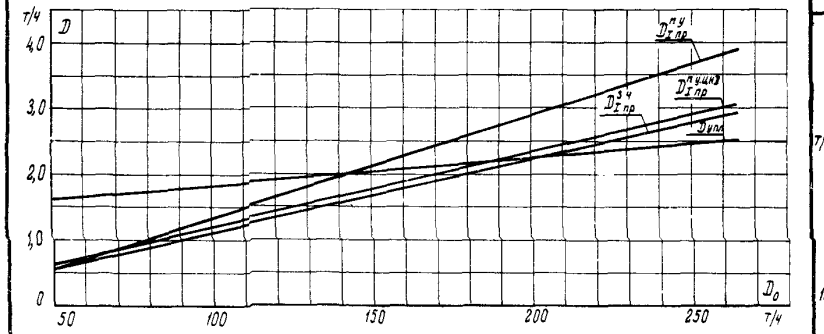
Т-9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА НА ПОДОГРЕВАТЕЛЬ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ № 4	Тип Т-50-I30 ТМЗ



Т-IO	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА НА ПОДОГРЕВАТЕЛЬ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ № 3	Тип Т-50-I30 ТМЗ

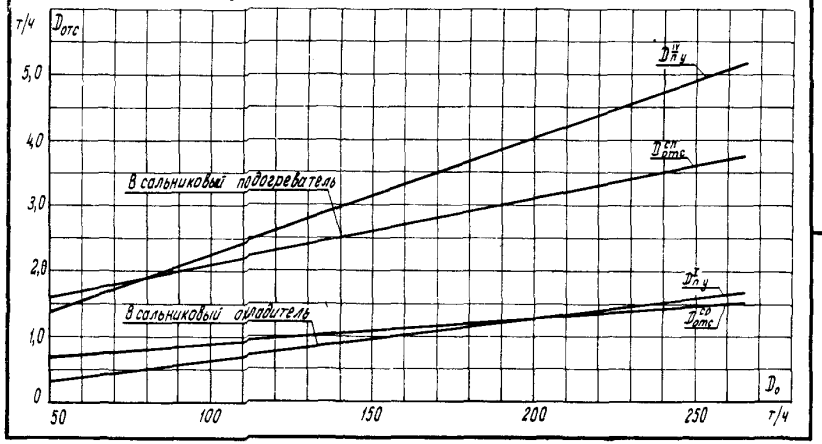


Т-II	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПРОТЕЧКИ ПАРА ЧЕРЕЗ ПЕРВЫЕ ОТСЕКИ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛА ЦВД, ЦНД, ПОДАЧА ПАРА НА КОНЦЕВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



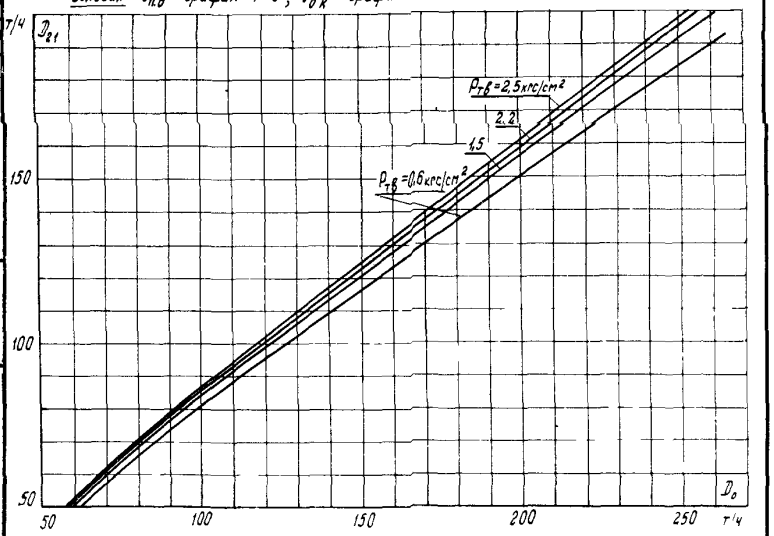
Т-I2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ОТСОСЫ ПАРА ИЗ УПЛОТНЕНИЙ В I, IУ ОТБОРЫ, В САЛЬНИКОВЫЙ ПОДОГРЕВАТЕЛЬ И ОХЛАДИТЕЛЬ	Тип Т-50-I30 ТМЗ

Условия $t_{пв}$ - график Т-6 ; $t_{ок}$ - график Т-7

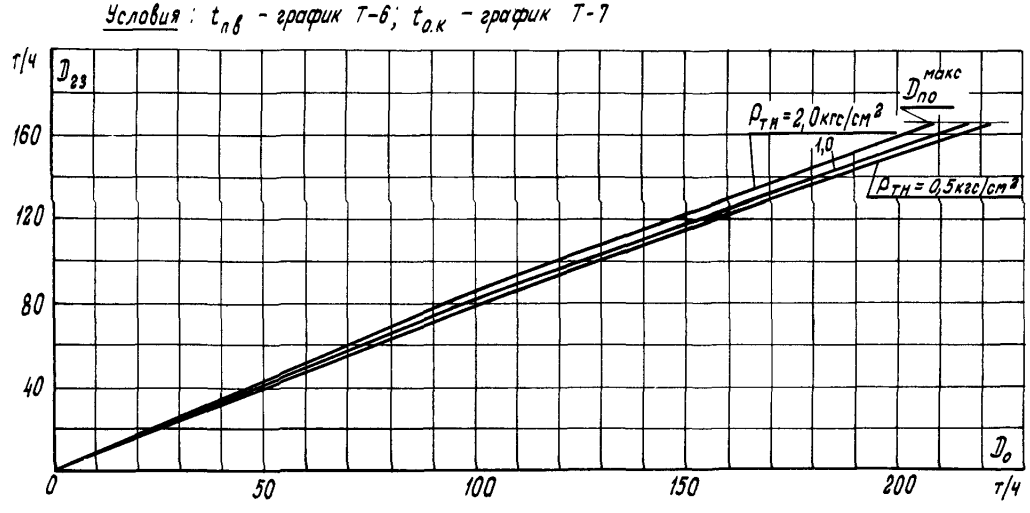


Т-I3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА ЧЕРЕЗ 2I-Ю СТУПЕНЬ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-I30 ТМЗ

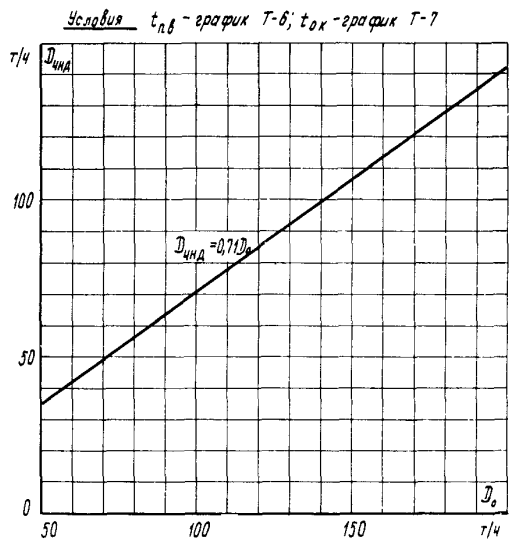
Условия $t_{пв}$ - график Т-6 , $t_{ок}$ - график Т-7



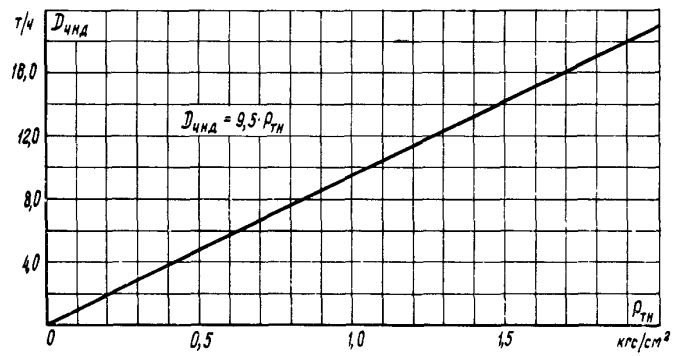
Т-I4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА ЧЕРЕЗ 23-Ю СТУПЕНЬ ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



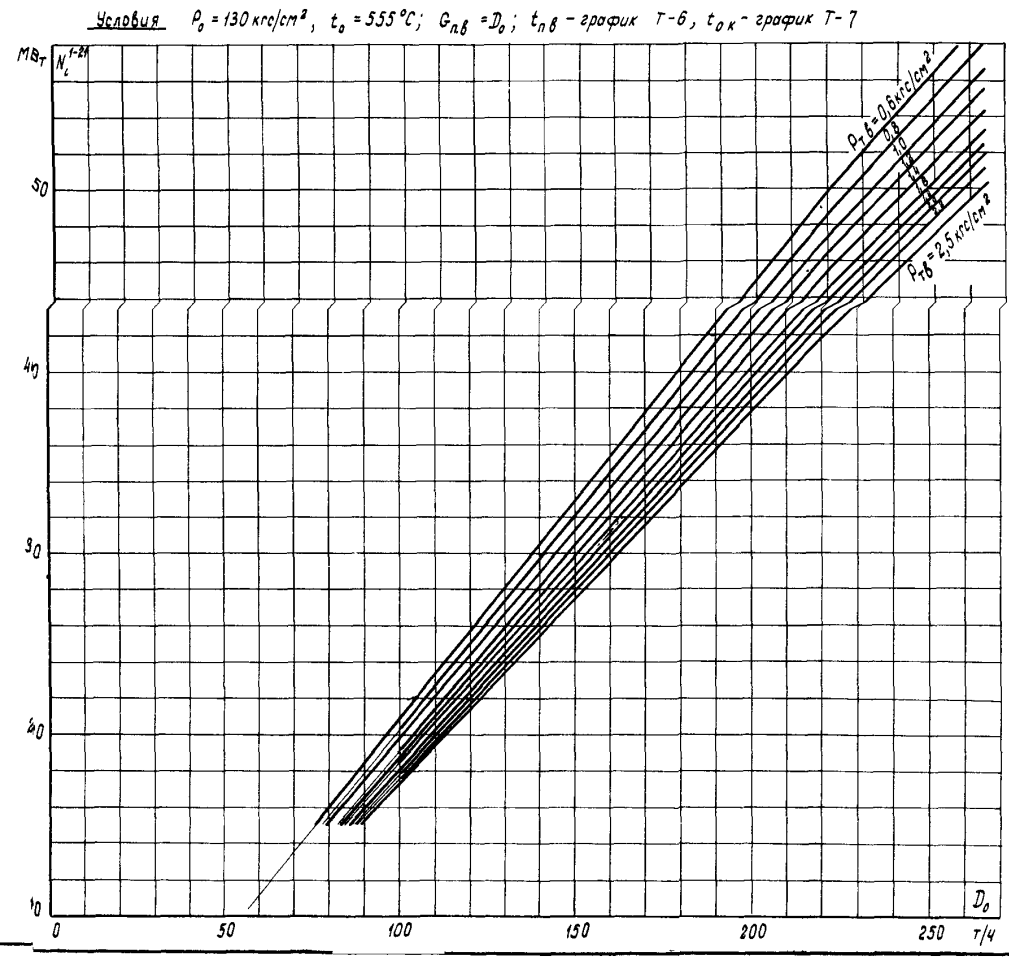
Т-I5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА В ЧНД ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



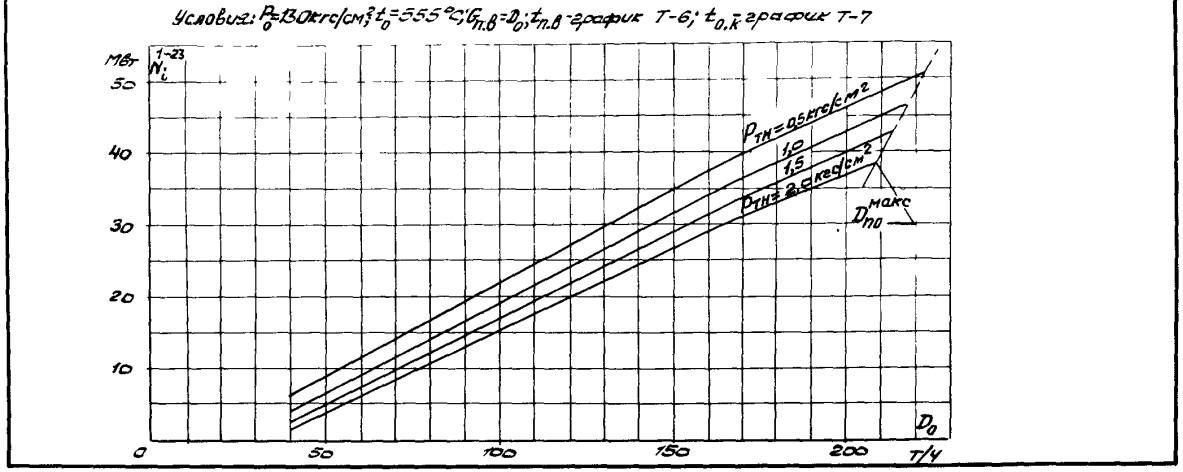
Т-I6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД ПАРА В ЧНД ЧЕРЕЗ ЗАКРЫТУЮ ДИАФРАГМУ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



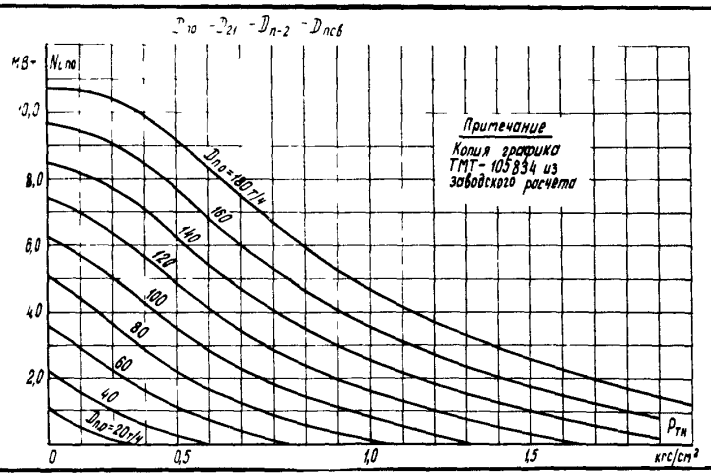
Т-I7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ВНУТРЕННЯЯ МОЩНОСТЬ ОТСЕКОВ I-2I	Тип Т-50-I30 ТМЗ



Т-I8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ВНУТРЕННЯЯ МОЩНОСТЬ ОТСЕКОВ I-23 ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-I30 ТМЗ



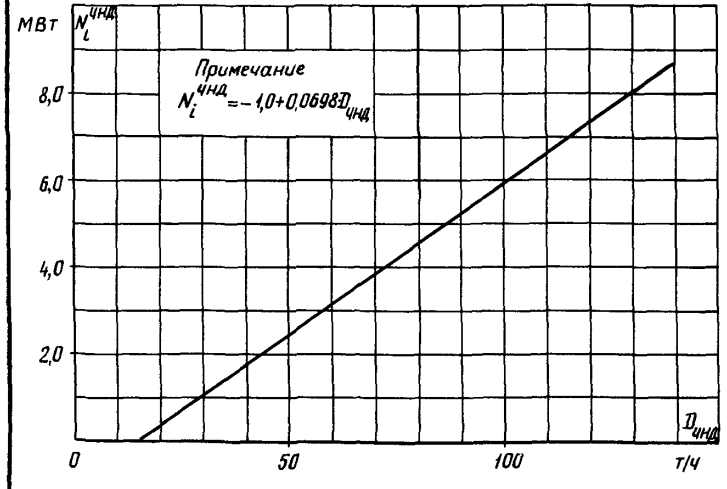
Т-I9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА МОЩНОСТЬ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОТСЕКА	Тип Т-50-I30 ТМЗ



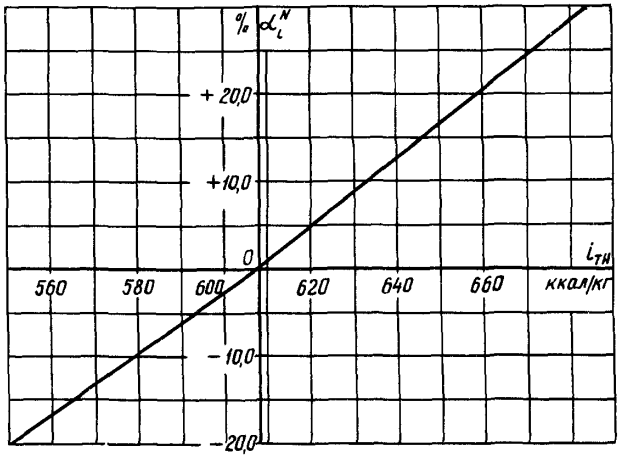
Т-20	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

а) Внутренняя мощность ЧНД

Условия: $i_{ТН}$ = 608 ккал/кг; $P_{ТН}$ = 0,5 кгс/см², P_2 = 0,05 кгс/см²



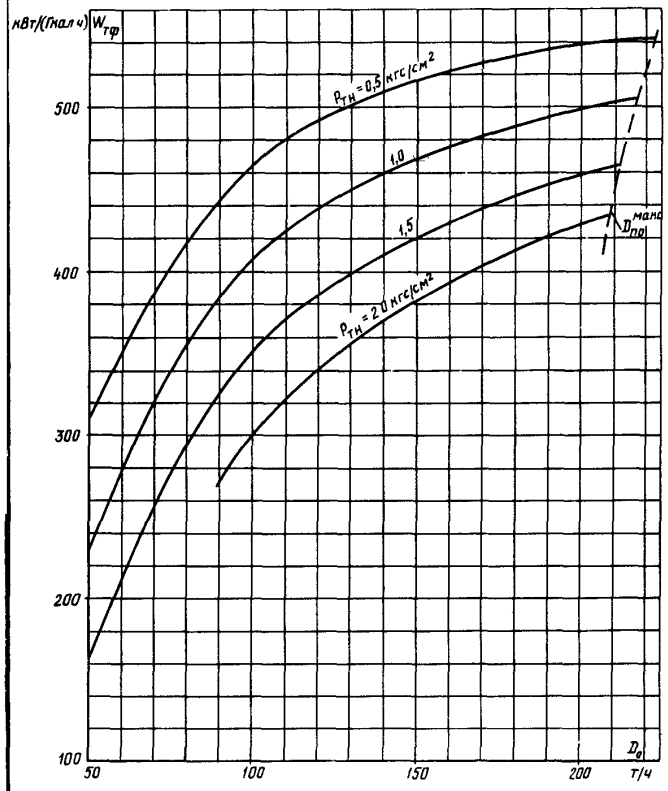
б) Поправка к мощности ЧНД на энтальпию пара в нижнем регулируемом отборе



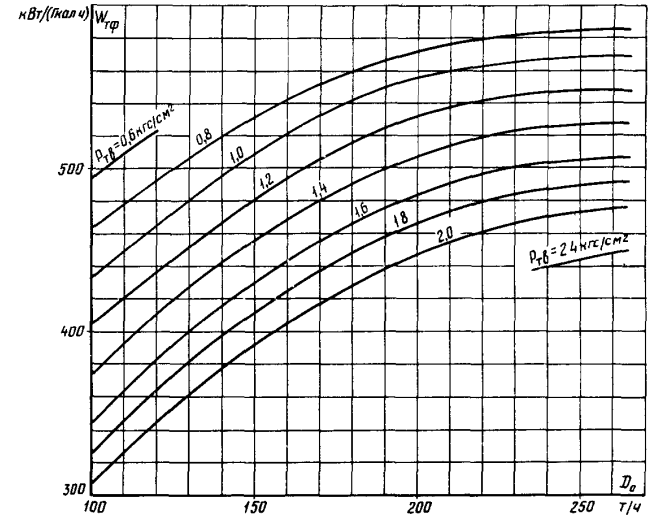
Т-21	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОВОМ ПОТРЕБЛЕНИИ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия $P_0 = 130$ кгс/см², $t_0 = 555$°С, $t_{пв}$ - график Т-6, $t_{ок}$ - график Т 7, $P_2 = 0{,}05$ кгс/см²

а) Одноступенчатый подогрев сетевой воды

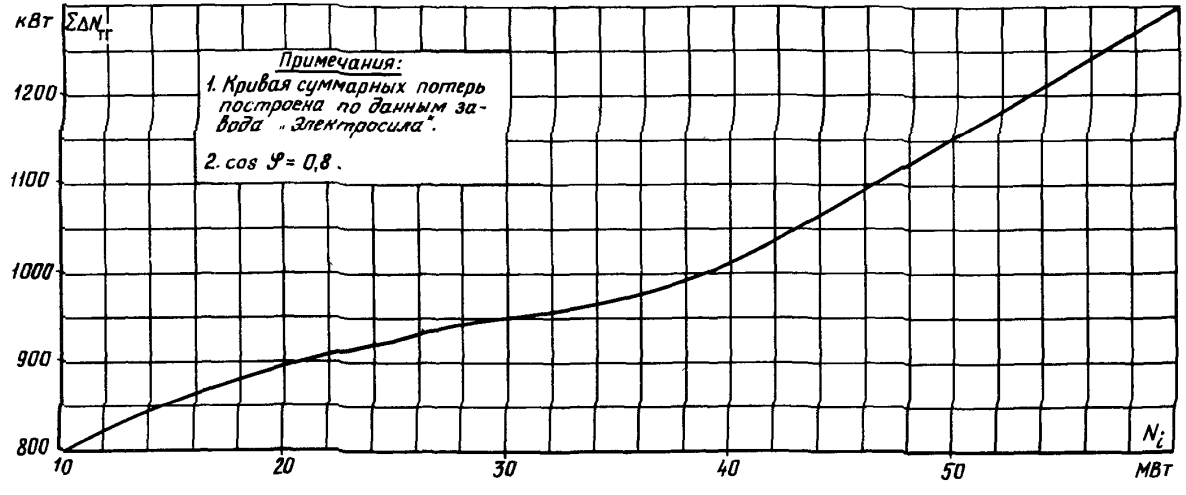


б) Двухступенчатый подогрев сетевой воды

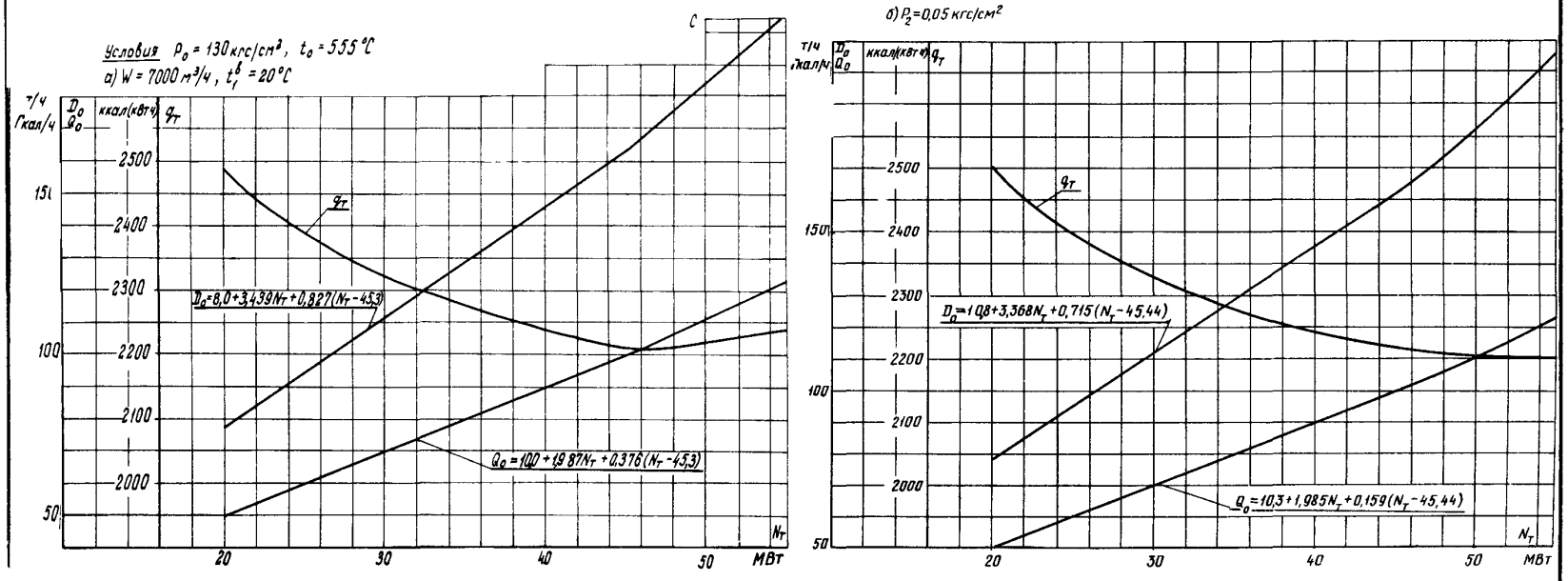


Т-21А	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА СУММАРНЫЕ ПОТЕРИ ТУРБИНЫ И ГЕНЕРАТОРА	Тип Т-50-130 ТМЗ

Генератор ТВ-60-2



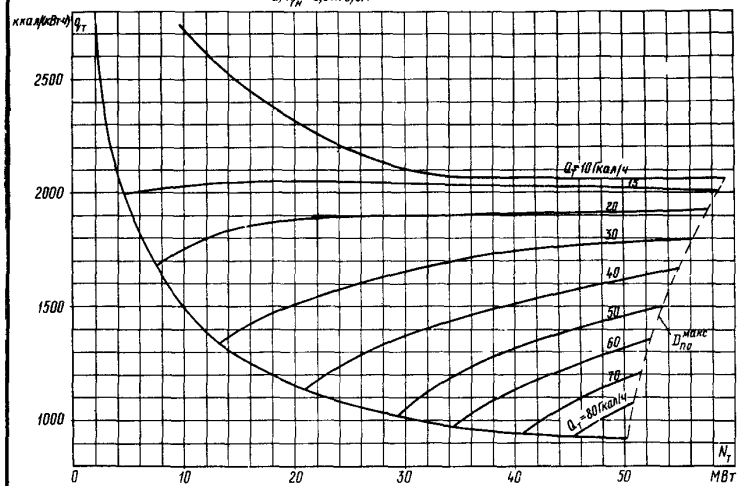
Т-22	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА РАСХОД СВЕЖЕГО ПАРА И ТЕПЛА ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ С ОТКЛЮЧЕННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ ДАВЛЕНИЯ	Тип Т-50-130 ТМЗ



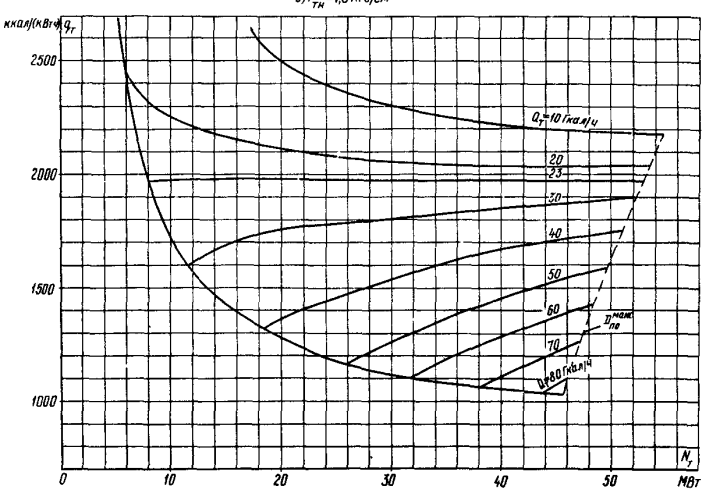
Т-23	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА БРУТТО ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия P_0=130 кгс/см², t_0=555 °С, P_2=0,05 кгс/см², ΔT=47 °С, $t_{пв}$ - график Т-6

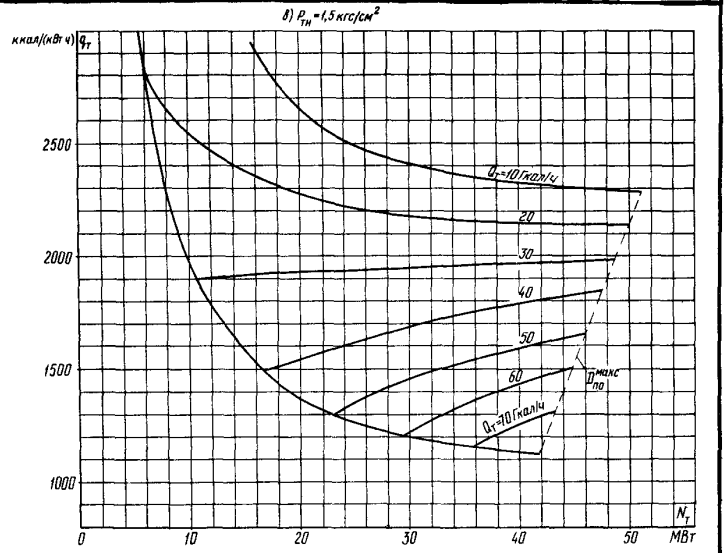
а) $P_{тн}$=0,5 кгс/см²



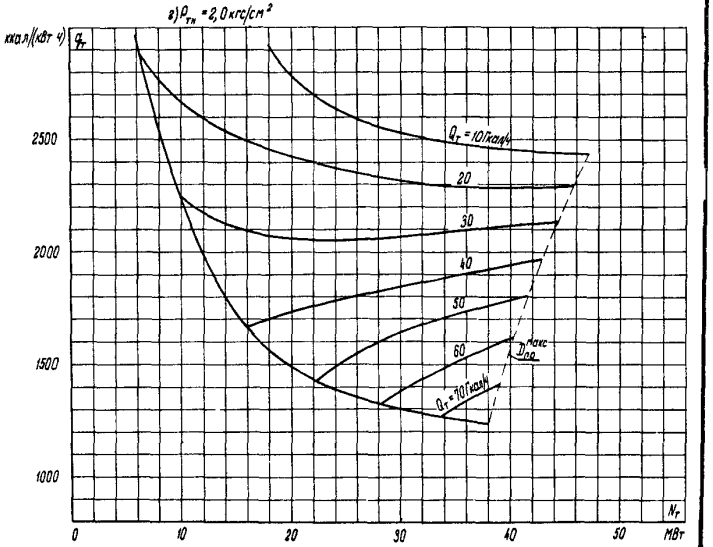
б) $P_{тн}$=1,0 кгс/см²



в) $P_{тн}$=1,5 кгс/см²

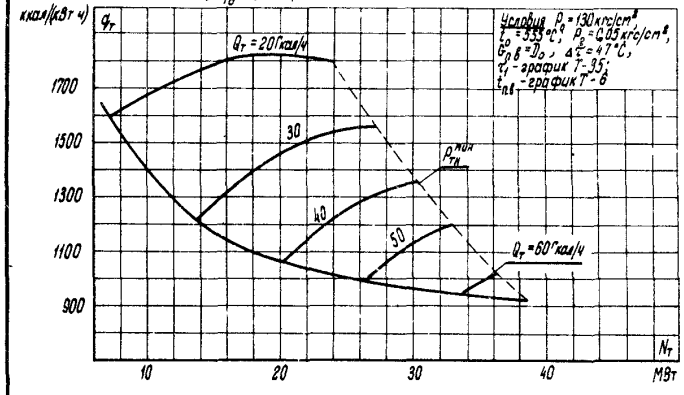


г) $P_{тн}$=2,0 кгс/см²

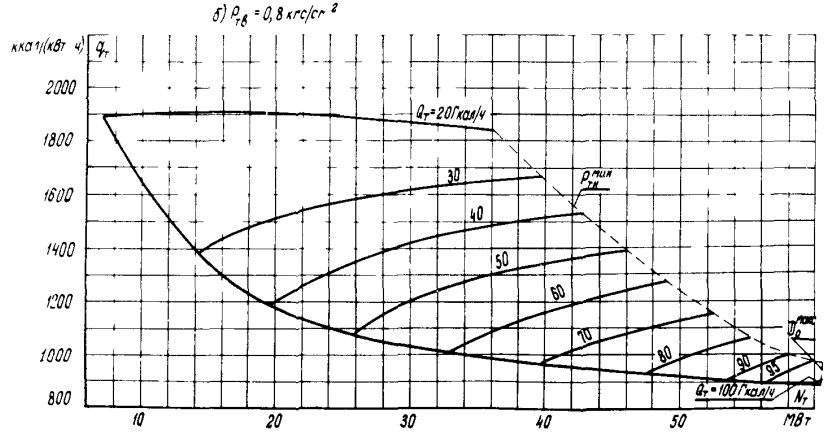


Т-24	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА БРУТТО ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

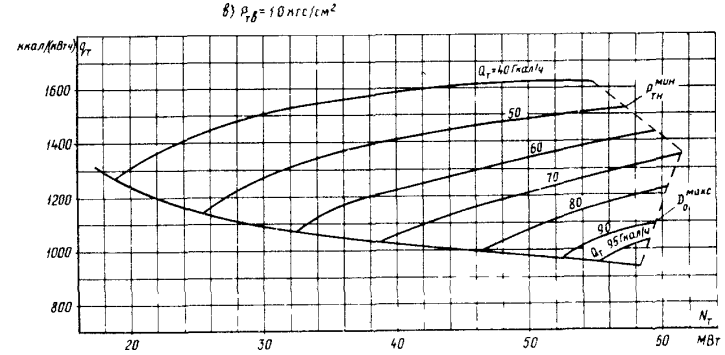
а) $P_{тв} = 0,6$ кгс/см²



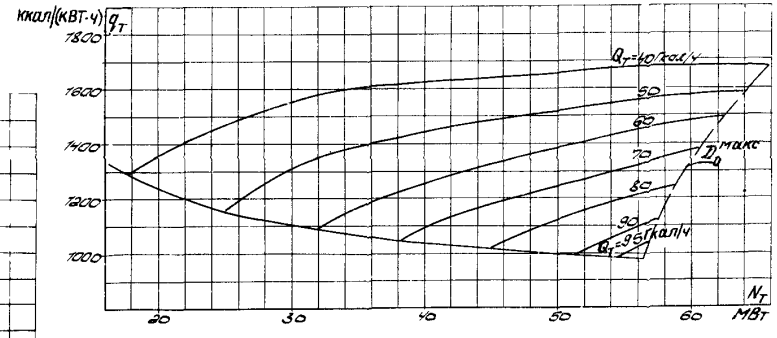
б) $P_{тв} = 0,8$ кгс/см²



в) $P_{тв} = 1,0$ кгс/см²

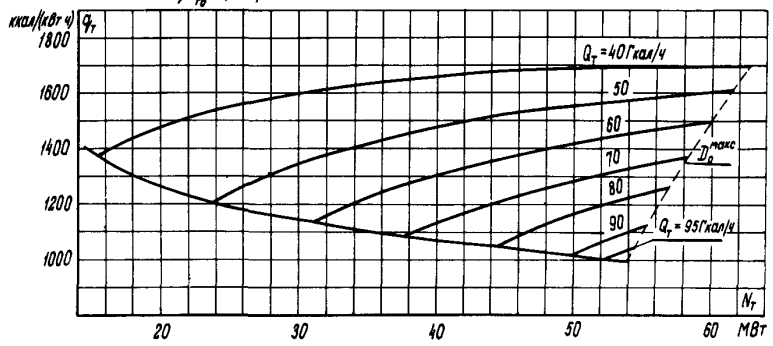


г) $P_{тв} = 1,2$ кгс/см²

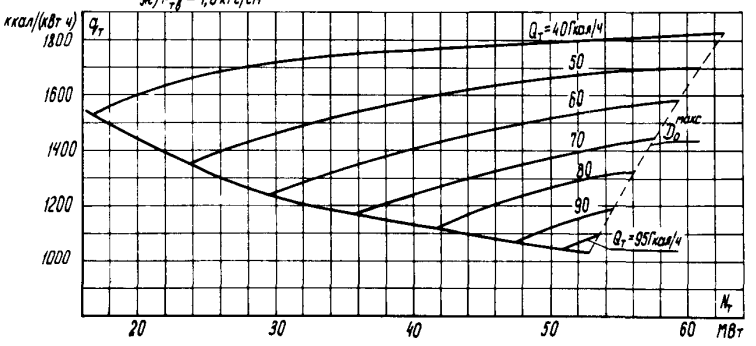


Т-24	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА БРУТТО ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

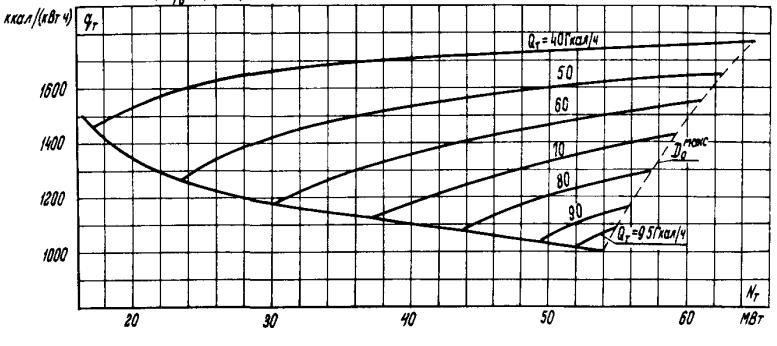
д) $P_{т.в} = 1{,}4$ кгс/см²



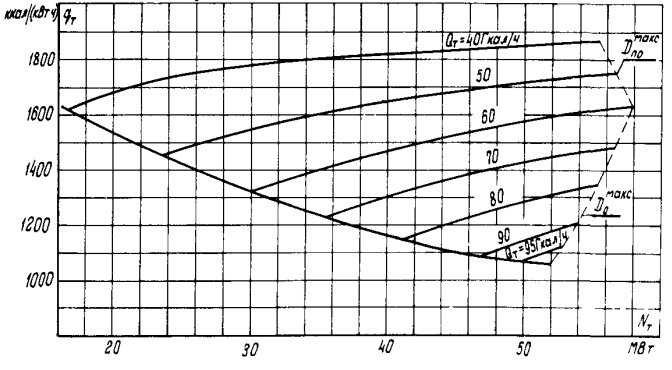
ж) $P_{т.в} = 1{,}8$ кгс/см²



е) $P_{т.в} = 1{,}6$ кгс/см²

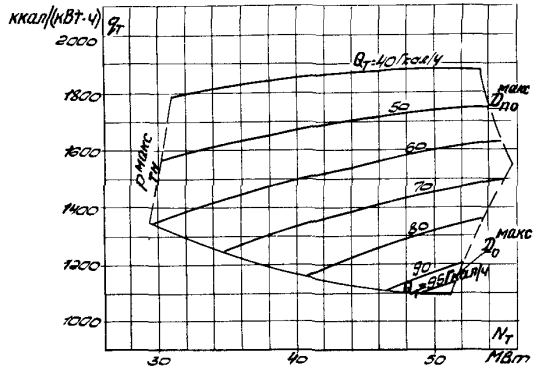


з) $P_{т.в} = 2{,}0$ кгс/см²

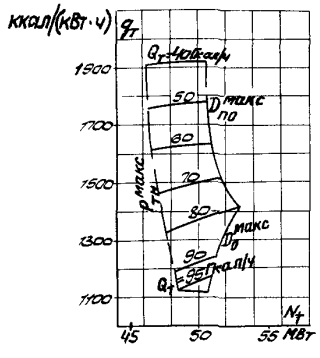


Т-24	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА БРУТТО ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

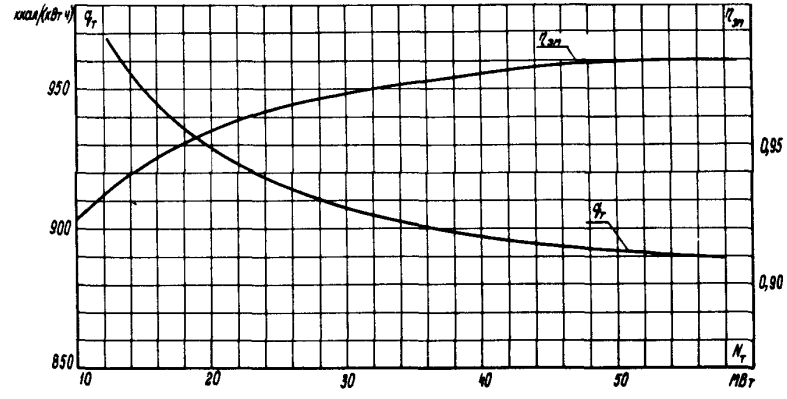
а) $P_{ТВ}$=2,2 кгс/см²



к) $P_{ТВ}$=2,4 кгс/см²

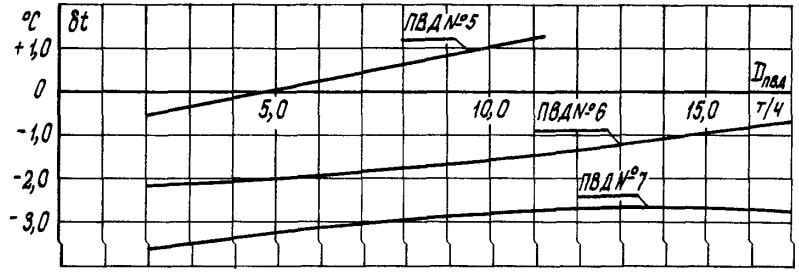


Т-25	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА ПРИ ТРЕХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КПД ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

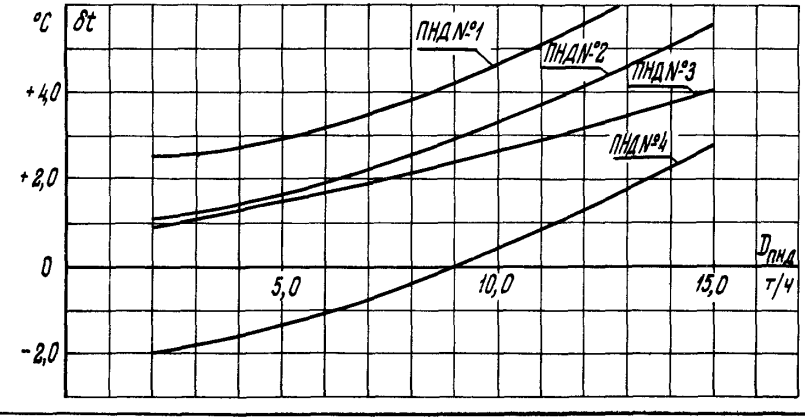


Т-26	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР	Тип Т-50-130 ТМЗ

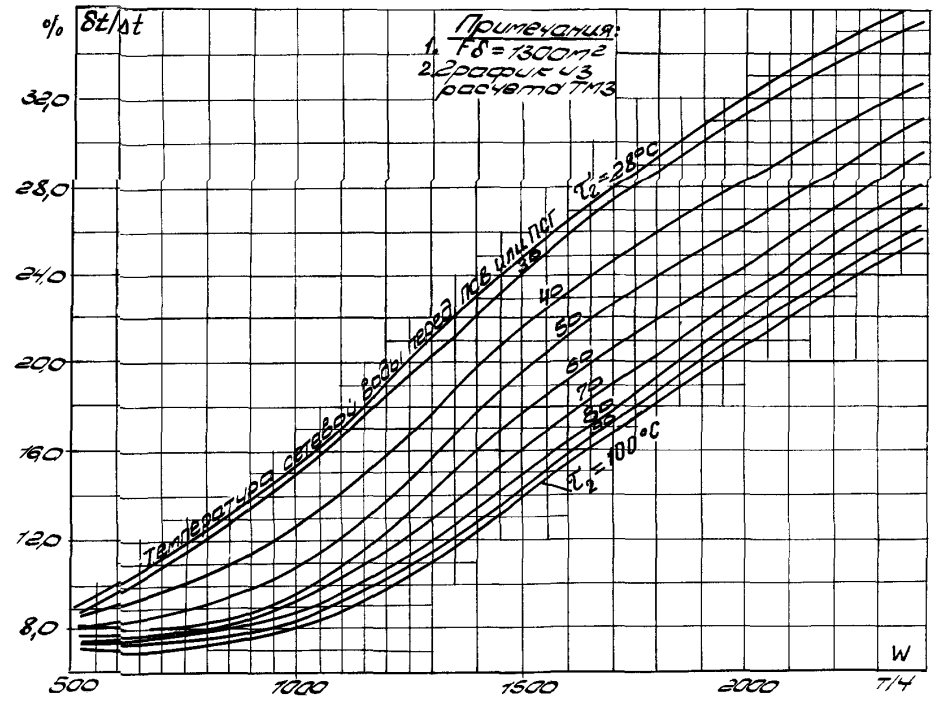
а) Подогреватели высокого давления



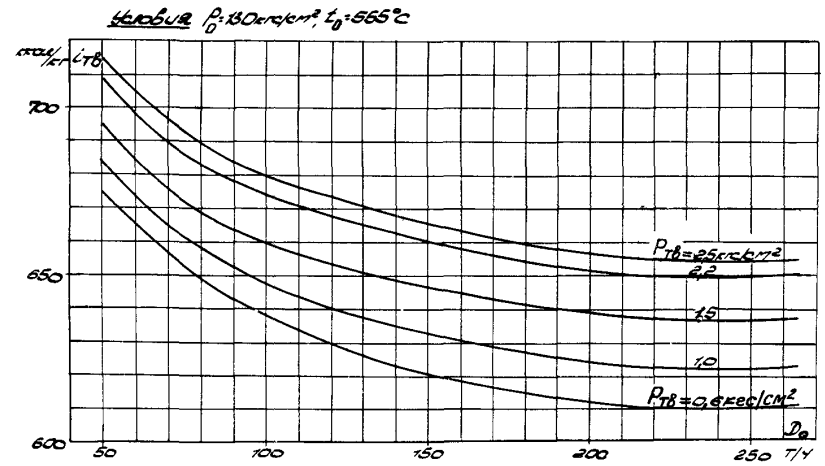
б) Подогреватели низкого давления



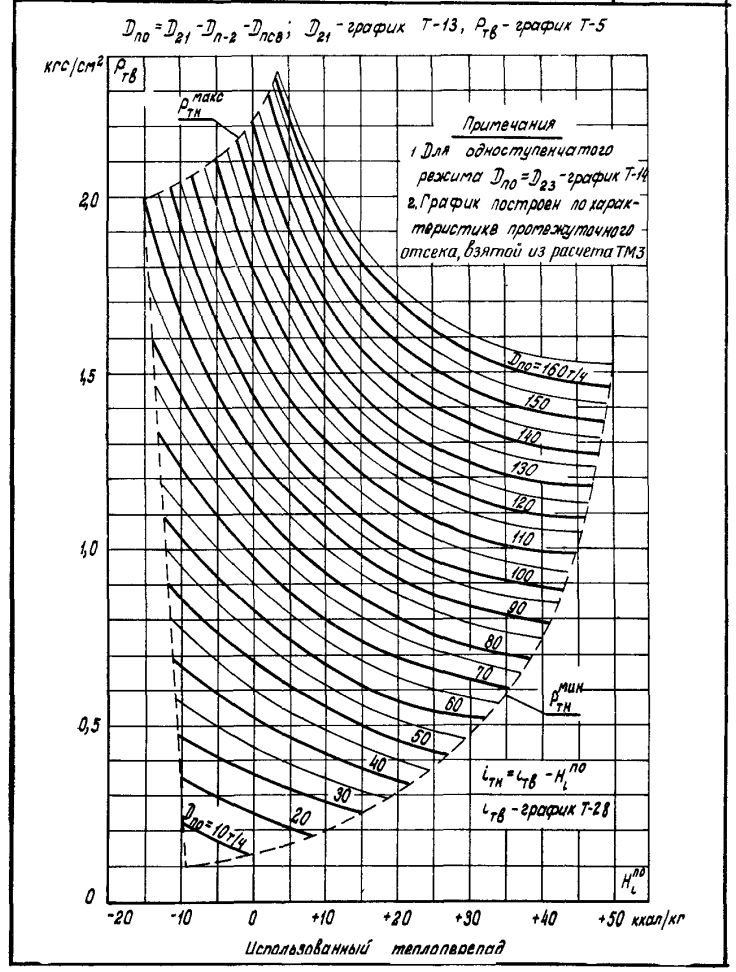
Т-27	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ НЕДОГРЕВ СЕТЕВОЙ ВОДЫ В ПСГ И ПСВ	Тип Т-50-130 ТМЗ



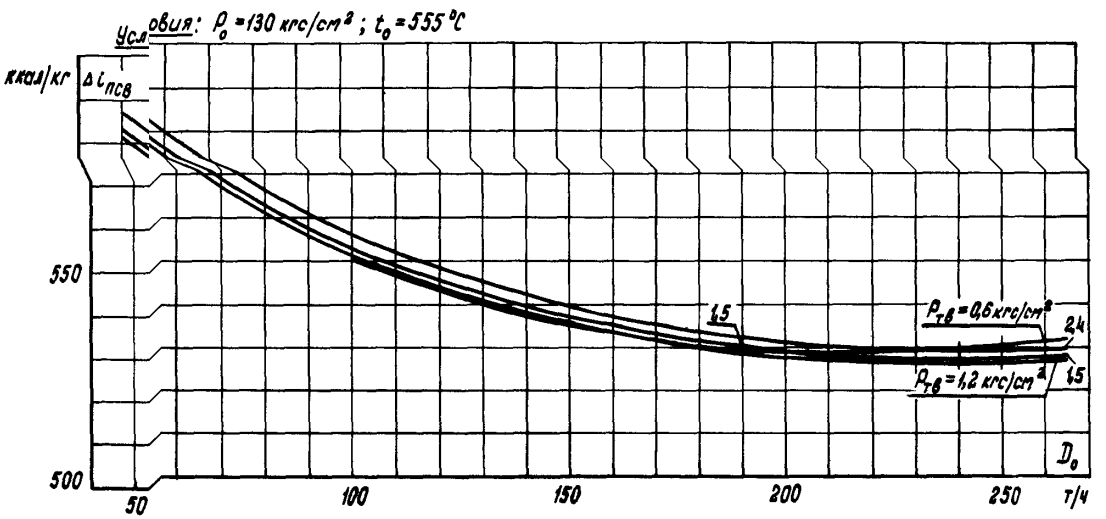
Т-28	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ЭНТАЛЬПИЯ ПАРА В КАМЕРЕ ВЕРХНЕГО ТЕПЛОФИКАЦИОННОГО ОТБОРА	Тип Т-50-130 ТМЗ



Т-29	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ИСПОЛЬЗОВАННЫЙ ТЕПЛОПЕРЕПАД ПРОМЕЖУТОЧНОГО ОТСЕКА	Тип Т-50-130 ТМЗ

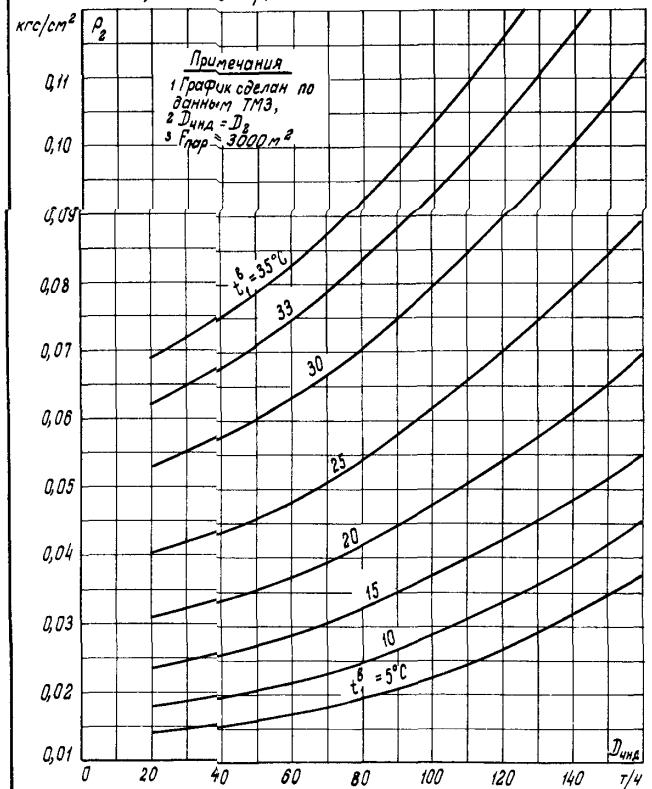


Т-30	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕПЛОИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПОДОГРЕВАТЕЛЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ (ПСВ)	Тип Т-50-130 ТМЗ

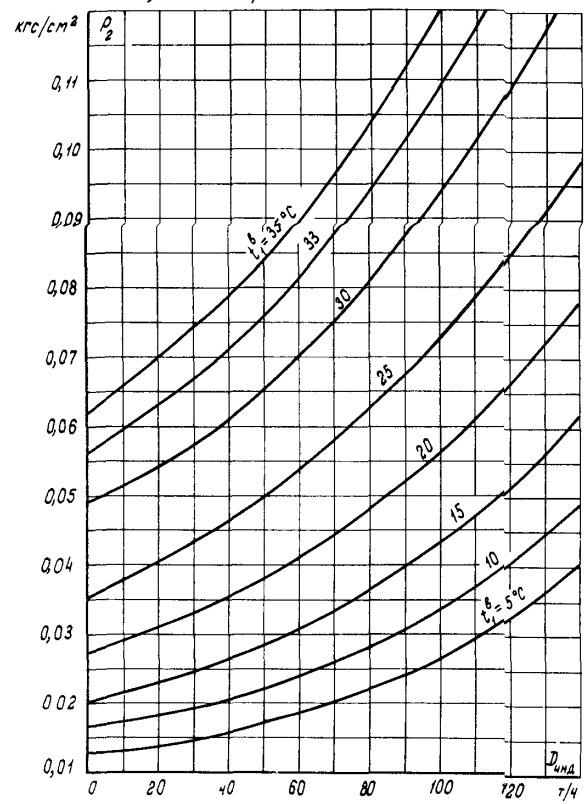


Т-3I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА К2-3000-2	Тип Т-50-I30 ТМЗ

а) W = 7000 м³/ч

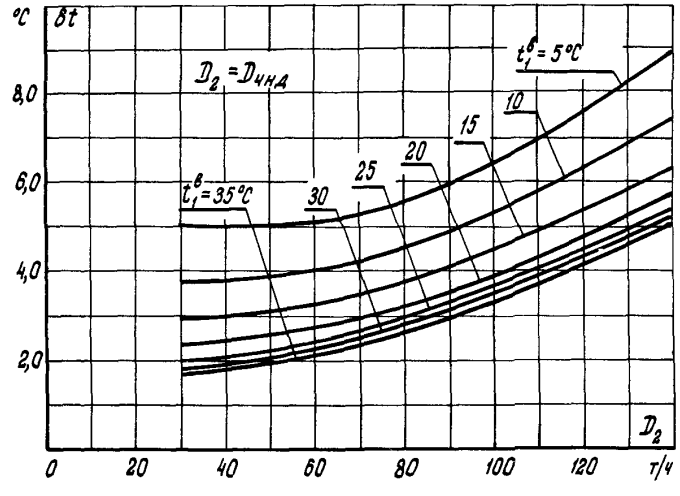


б) W = 5000 м³/ч



Т-32	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

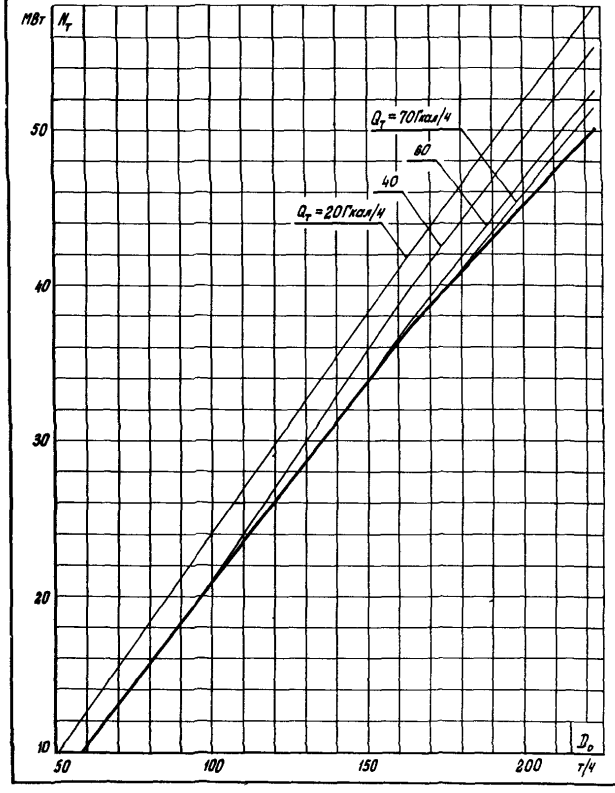
Температурный напор в конденсаторе



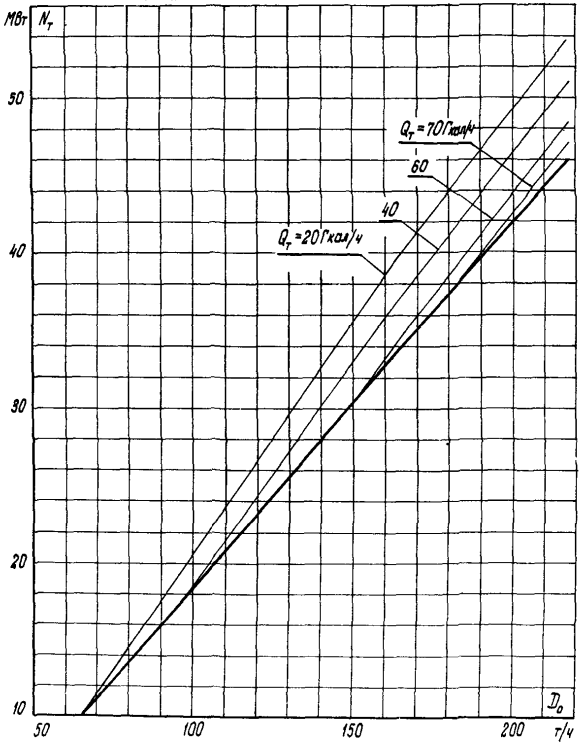
Т-33	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия: $P_0 = 130$ кгс/см²; $t_0 = 555$ °С; $G_{п.в} = D_0$; $\Delta t \approx 4{,}7$ °С; $t_{п.в}$ - график Т-6; $t_{о.к}$ - график Т-7; $P_2 = 0{,}05$ кгс/см²

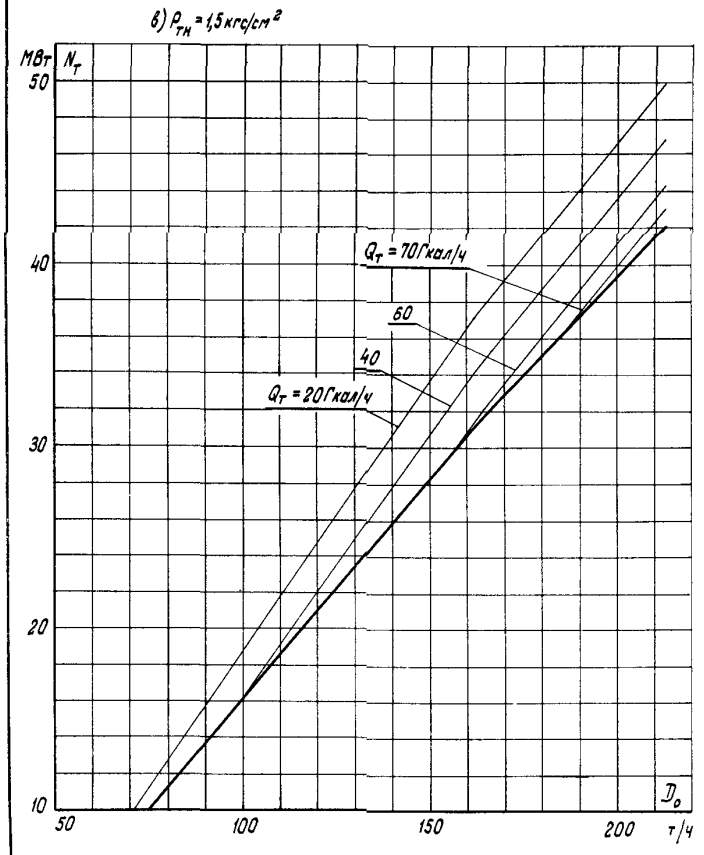
а) $P_{тн} = 0{,}5$ кгс/см²

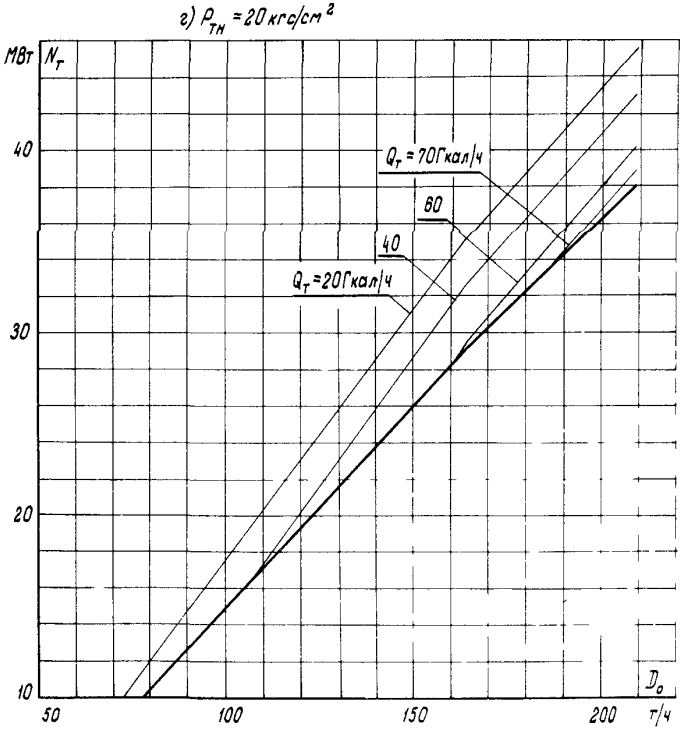


б) $P_{тн} = 1{,}0$ кгс/см²



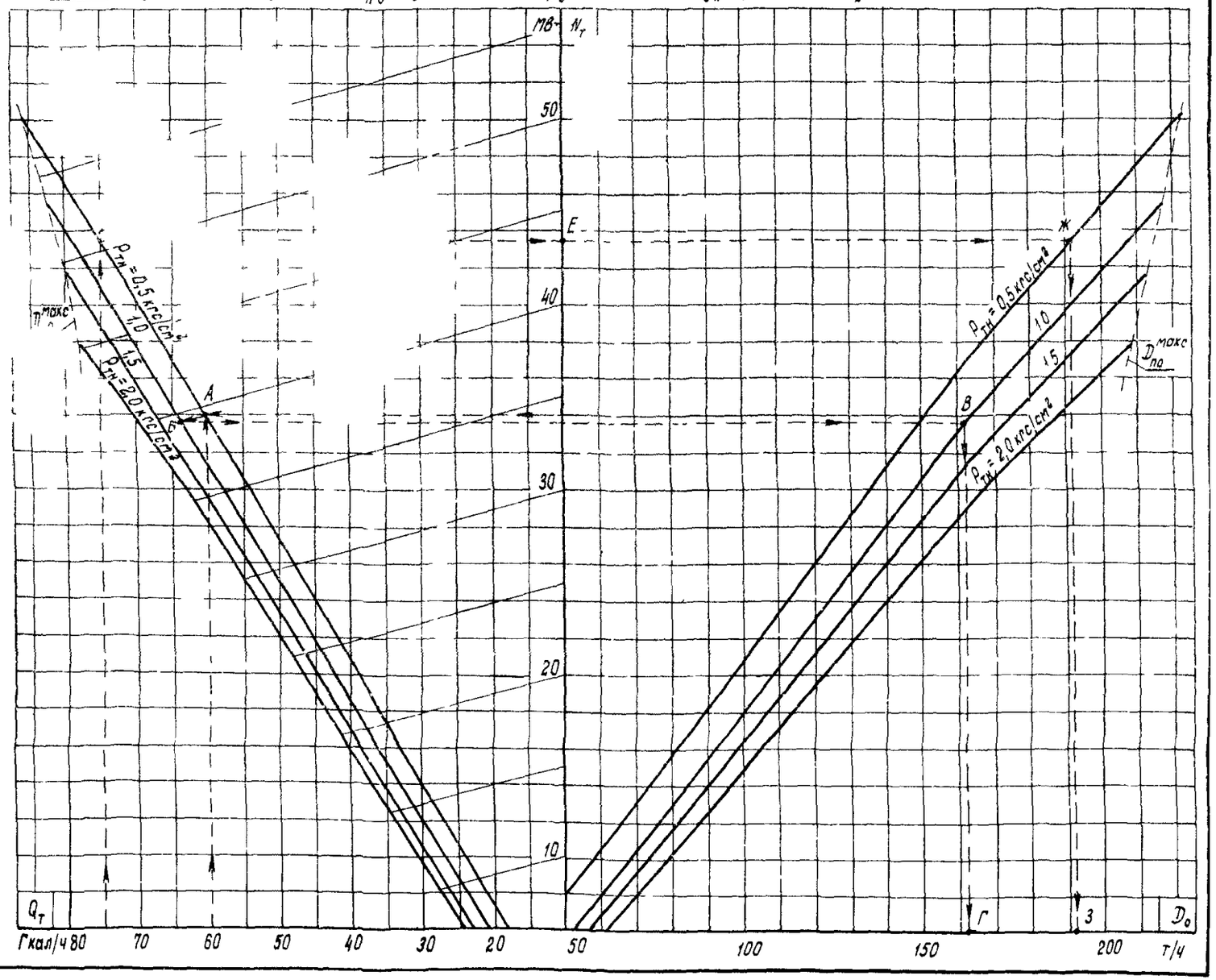
Т-33	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ





Т-33А	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ОДНОСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия $P_0 = 130$ кгс/см², $t_0 = 555$°С, $G_{пв} = D_0$, $\Delta\tau = 47$°С, $t_{пв}$ - график Т-6, $t_{ок}$ - график Т-7, $P_2 = 0{,}05$ кгс/см²



Пример 1

Задано: $Q_т$ = 60 Гкал/ч, $N_т$ = 34 МВт, $P_{тн}$ = 1,0 кгс/см².

Определить: D_0 т/ч.

Определение. На диаграмме находим заданную точку А ($Q_т$ = 60 Гкал/ч; $N_т$ = 34 МВт). От точки А параллельно наклонной прямой идем до линии заданного давления ($P_{тн}$ = 1,0 кгс/см²). От полученной точки Б по прямой идем до линии заданного давления ($P_{тн}$ = 1,0 кгс/см²) правого квадранта. Из полученной точки В опускаем перпендикуляр на ось расходов. Точка Г соответствует определяемому расходу свежего пара.

Пример 2

Задано: $Q_т$ = 75 Гкал/ч; $P_{тн}$ = 0,5 кгс/см².

Определить: $N_т$ МВт; D_0 т/ч.

Определение. На диаграмме находим заданную точку Д ($Q_т$ = 75 Гкал/ч; $P_{тн}$ = 0,5 кгс/см²). От точки Д по прямой идем до оси мощности. Точка Е соответствует определяемой мощности. Далее по прямой идем до линии $P_{тн}$ = 0,5 кгс/см² правого квадранта. Из точки Ж опускаем перпендикуляр на ось расходов. Полученная точка З соответствует определяемому расходу свежего пара.

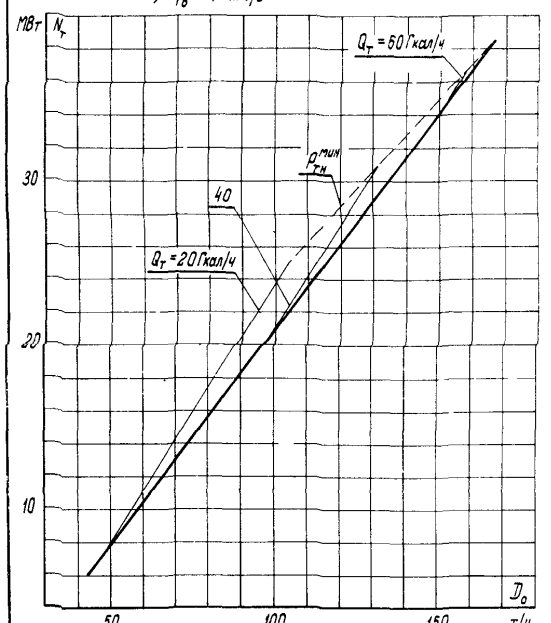
Т-34	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия

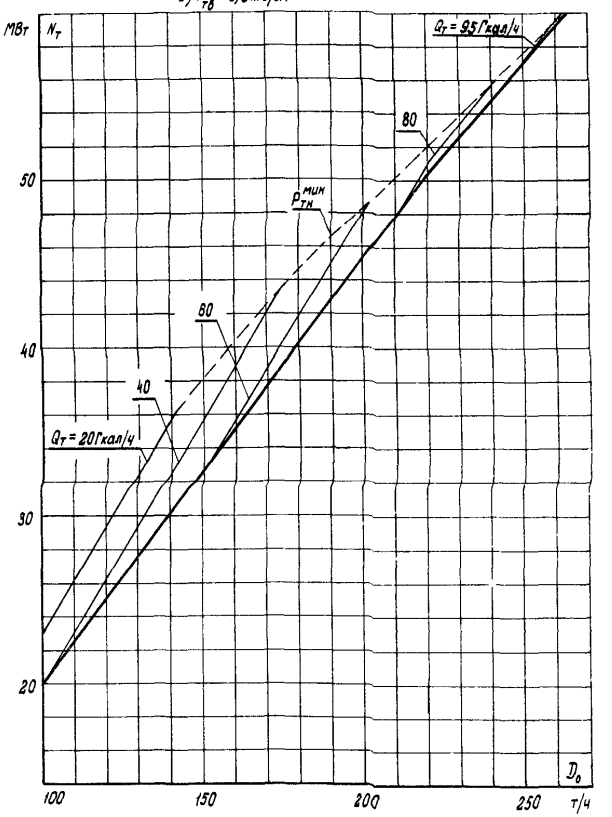
$p_0 = 130$ кгс/см^2, $t_0 = 555$ °С, $G_{пв} = D_0$, $p_2 = 0{,}05$ кгс/см^2, $\Delta t = 47$ °С,

t_1 - график Т-35; $t_{пв}$ - график Т-6, $t_{0к}$ - график Т-7

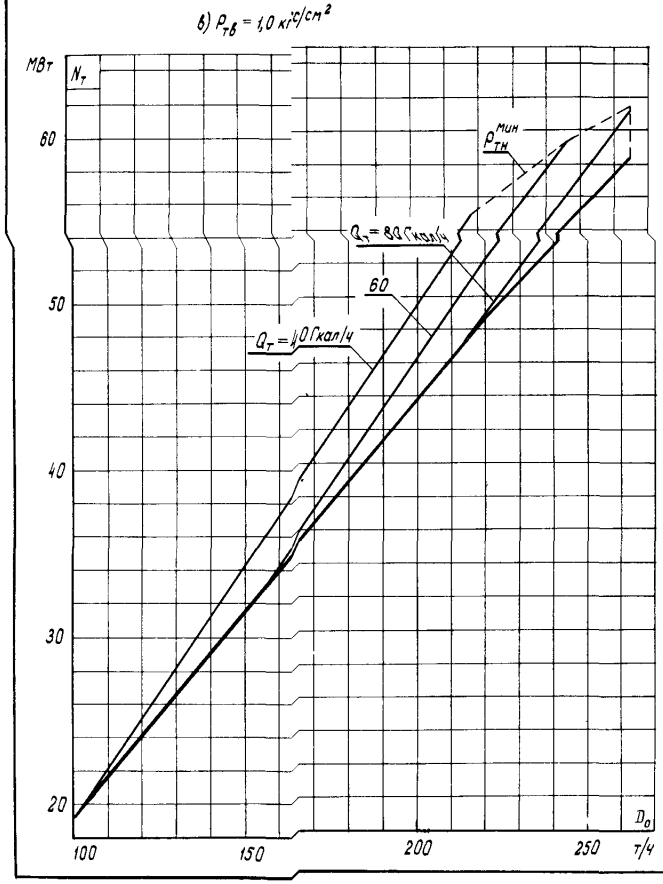
а) $p_{тв} = 0{,}6$ кгс/см^2

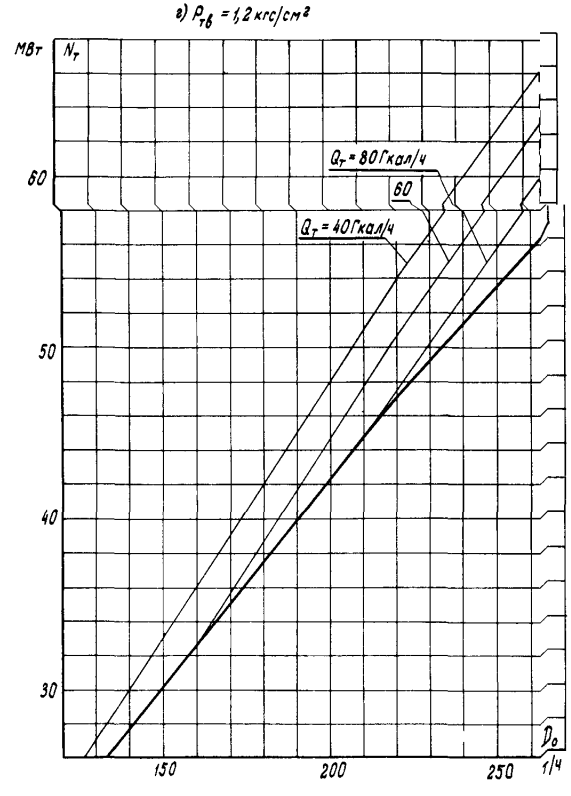


б) $p_{тв} = 0{,}8$ кгс/см^2

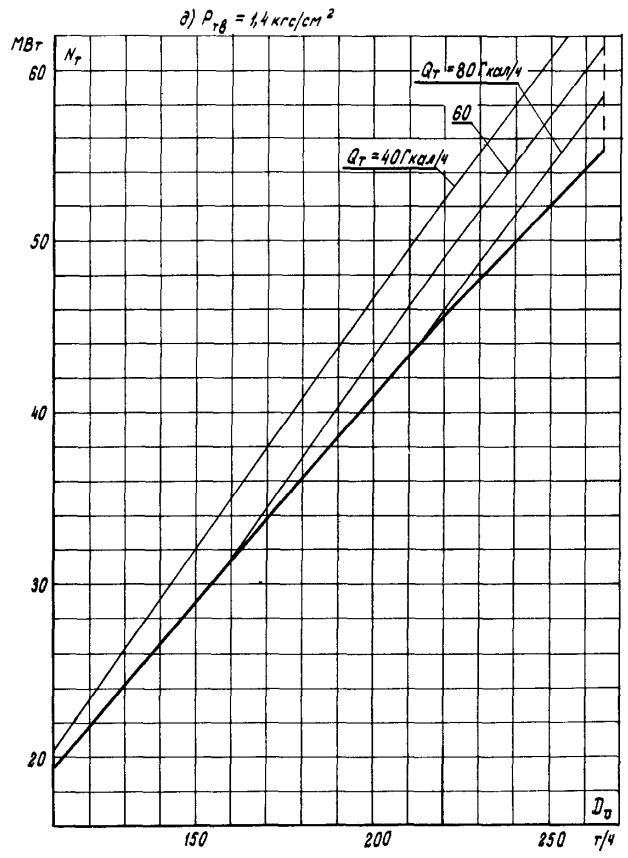


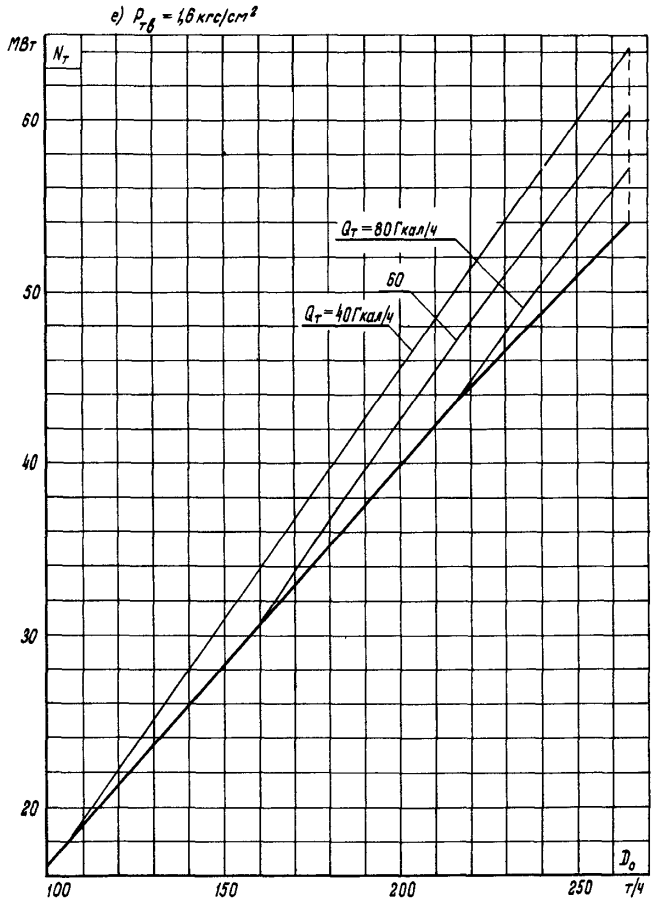
Т-34	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ





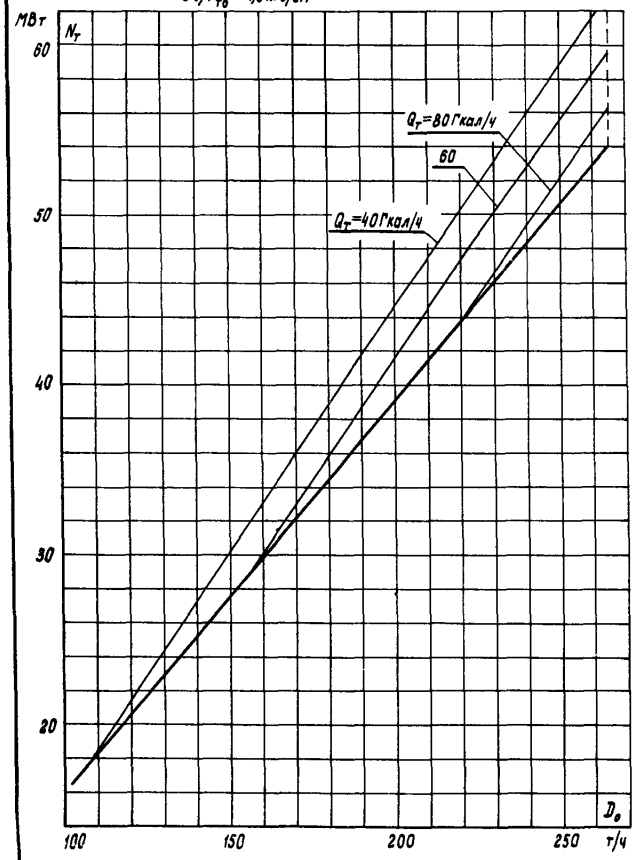
Т-34	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ



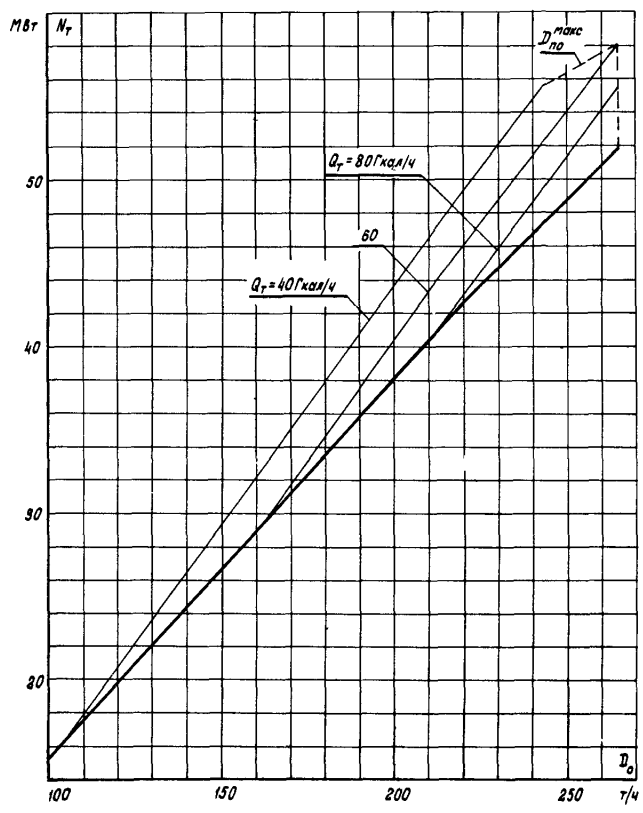


Т-34	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

ж) $P_{тб} = 1{,}8$ кгс/см²

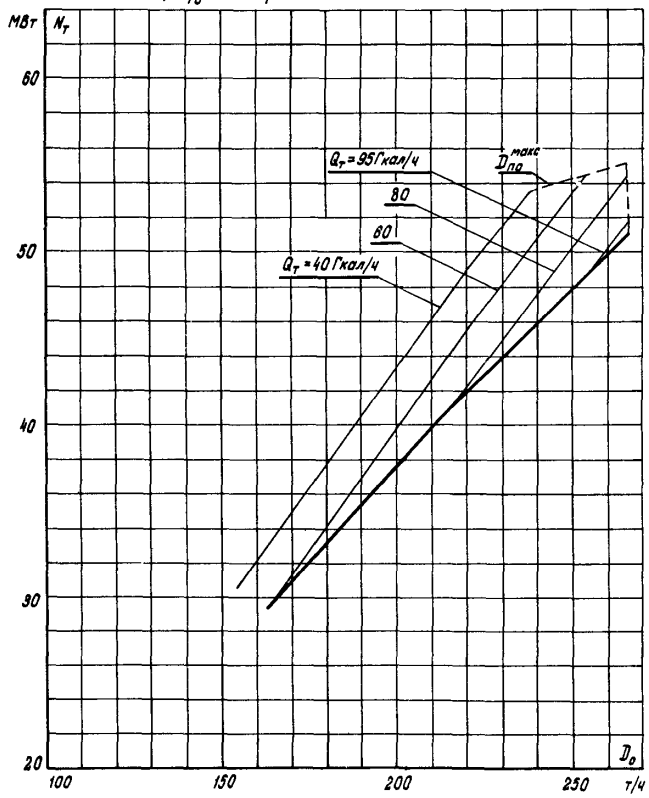


з) $P_{тб} = 2{,}0$ кгс/см²

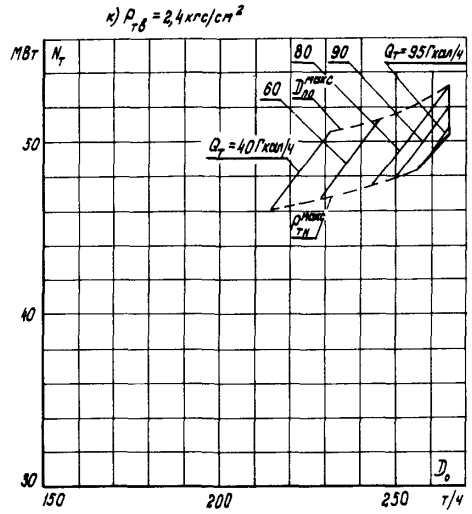


Т-34	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

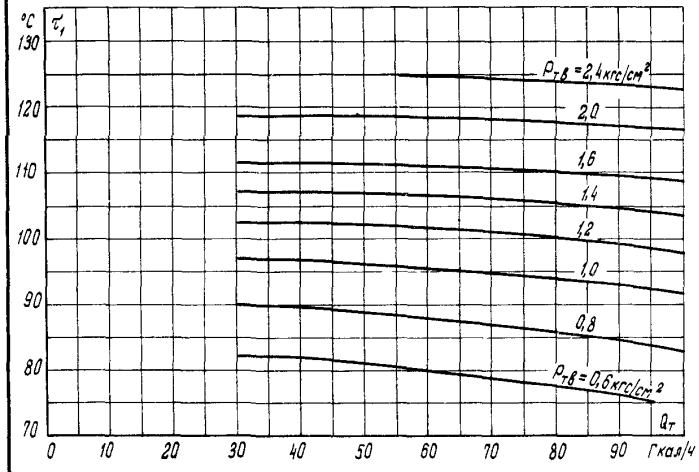
а) $P_{тв} = 2{,}2$ кгс/см²



к) $P_{тв} = 2{,}4$ кгс/см²

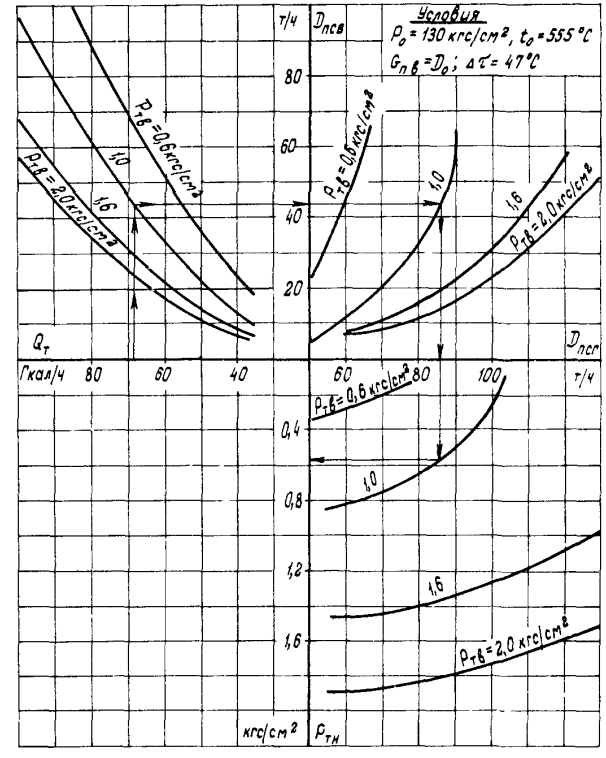


Т-35	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕМПЕРАТУРА ПРЯМОЙ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

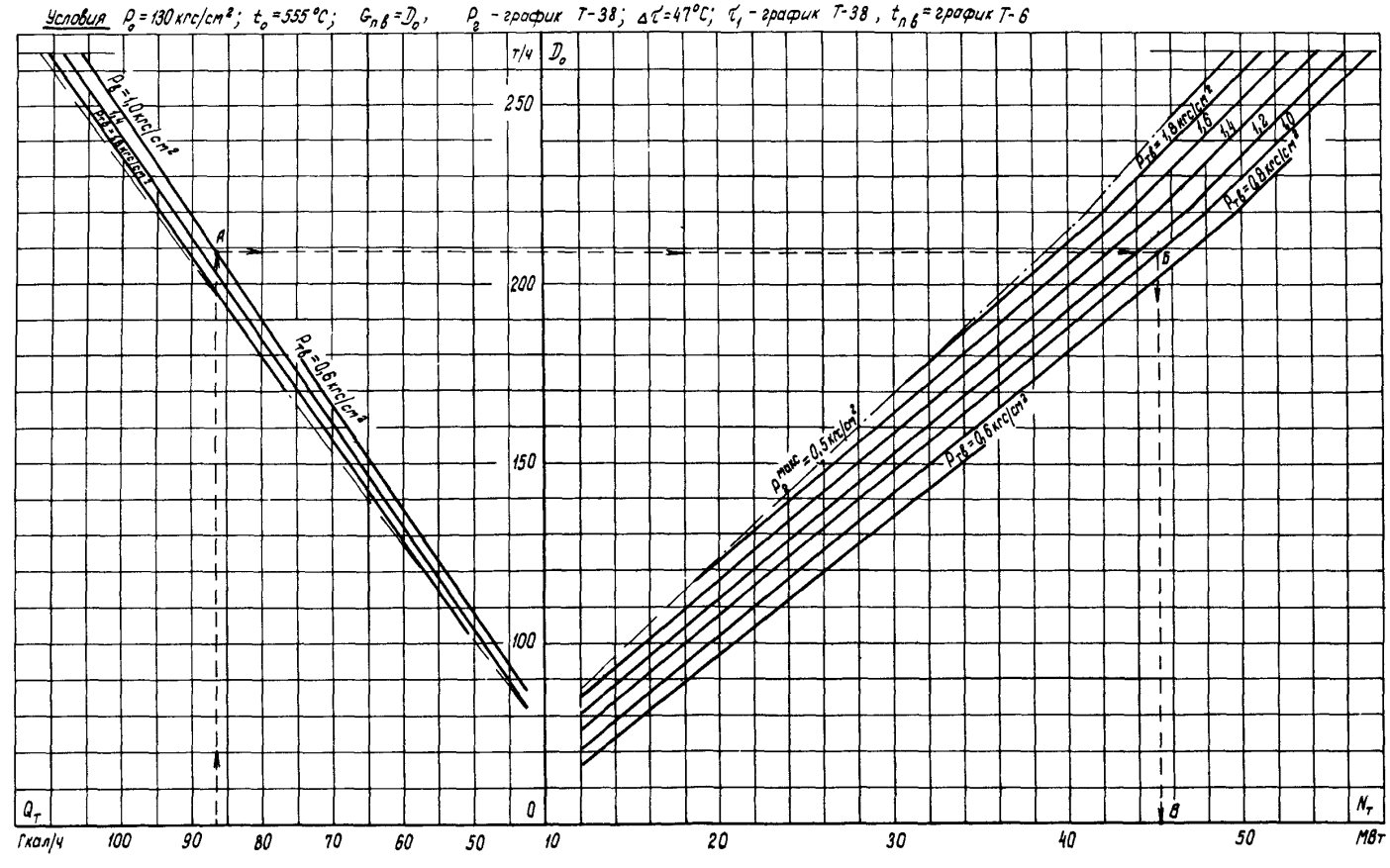


Т-36	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

Расход пара в регулируемые отборы при работе по тепловому графику при двухступенчатом подогреве сетевой воды

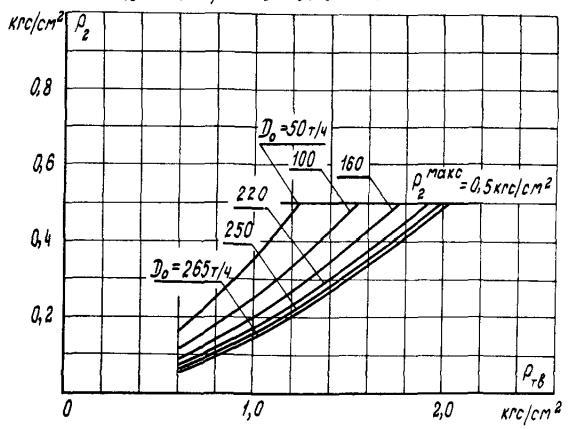


Т-37	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ТРЕХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

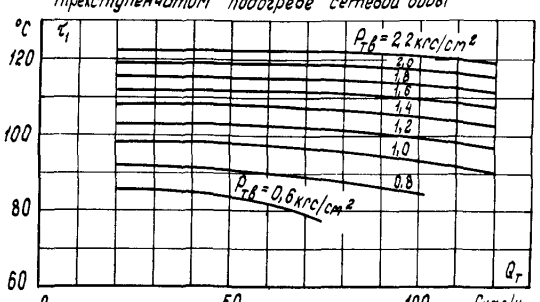


Т-38	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

Давление отработавшего пара при трехступенчатом подогреве сетевой воды



Температура прямой сетевой воды при трехступенчатом подогреве сетевой воды

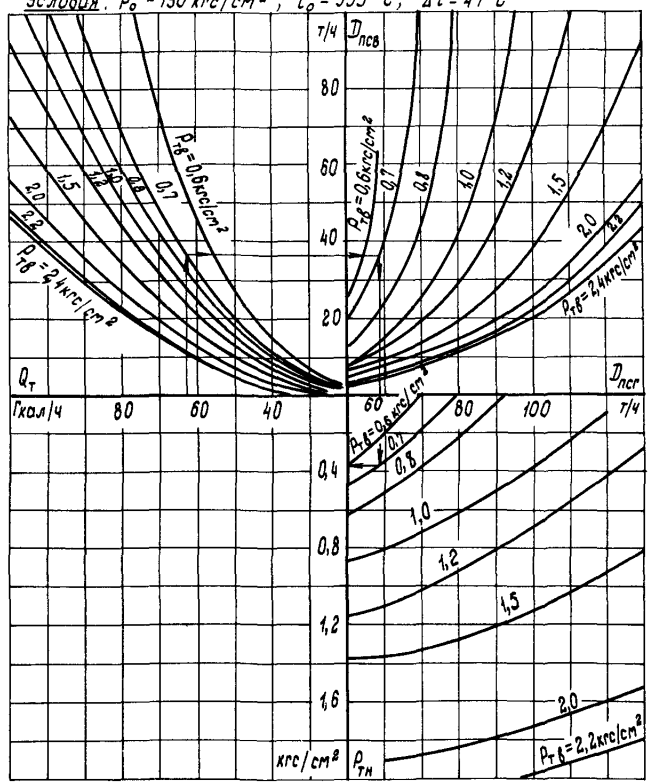


$Q_т = Q_{псв} + Q_{псг} + Q_{в.п}$

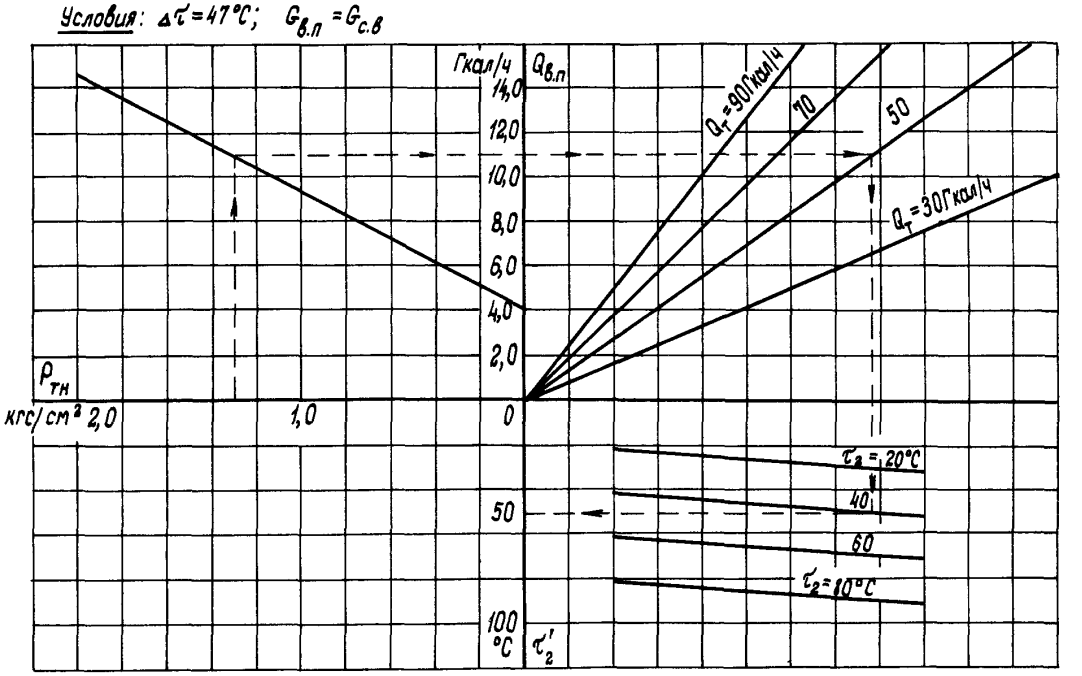
Т-39	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА	Тип Т-50-130 ТМЗ

Расход пара в регулируемые отборы при работе по тепловому графику при трехступенчатом подогреве сетевой воды

Условия. P_0 = 130 кгс/см²; t_0 = 555 °С; $\Delta\tau$ = 47 °С

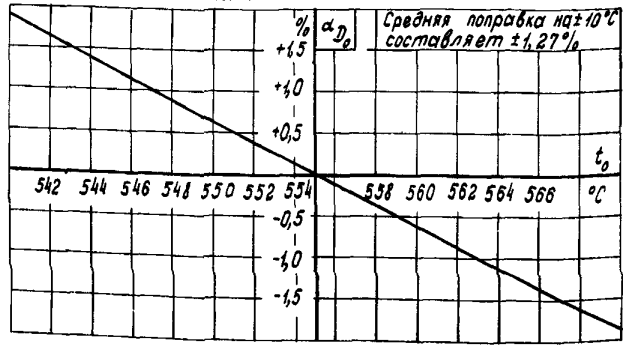


Т-40	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ТЕМПЕРАТУРА СЕТЕВОЙ ВОДЫ ЗА ВСТРОЕННЫМ ПУЧКОМ	Тип Т-50-130 ТМЗ

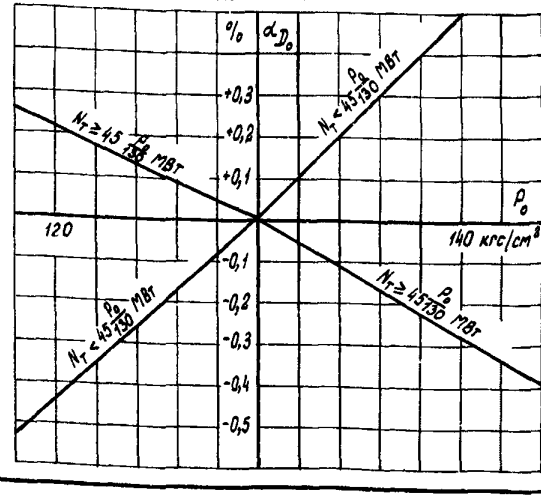


Т-41	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКИ К РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

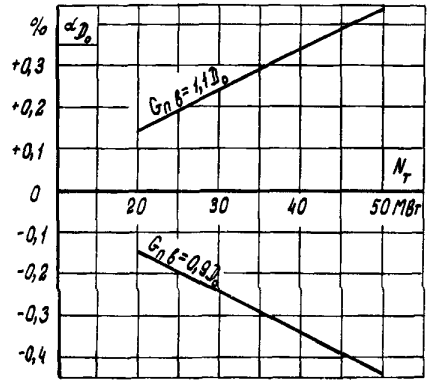
а) На отклонение температуры свежего пара от номинальной



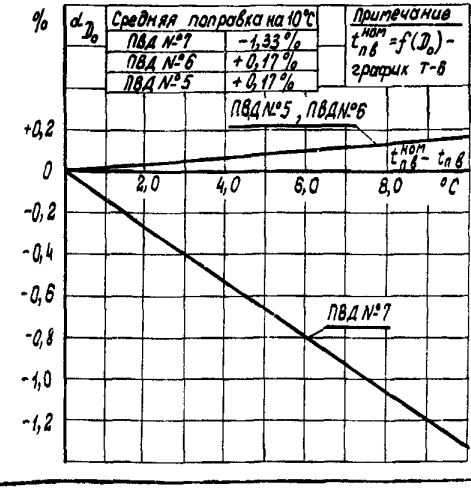
б) На отклонение давления свежего пара от номинального



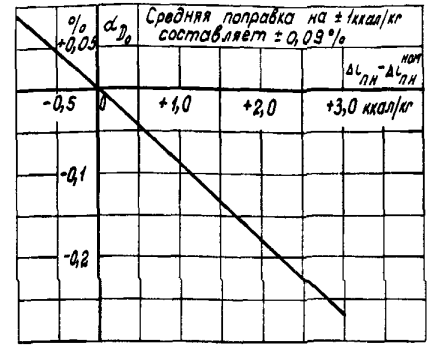
в) На отклонение расхода питательной воды от номинального



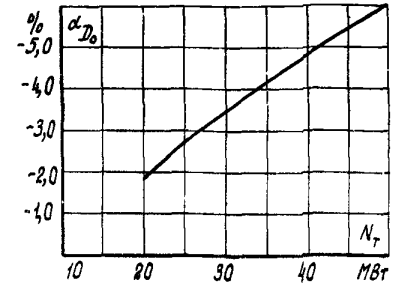
г) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



д) На изменение нагрева воды в питательном насосе

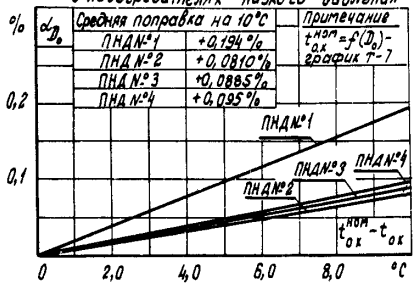


е) На отключение группы подогревателей высокого давления

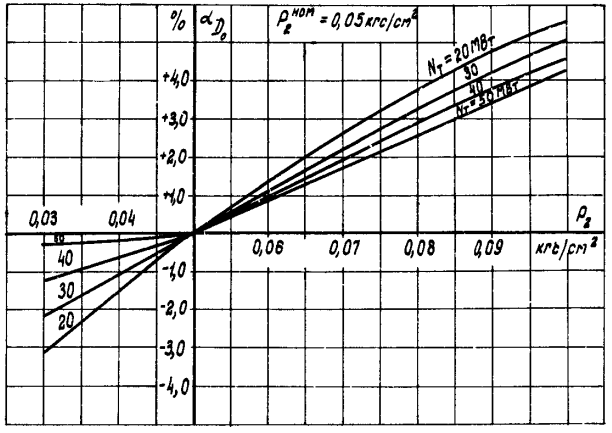


Т-41	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКИ К РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

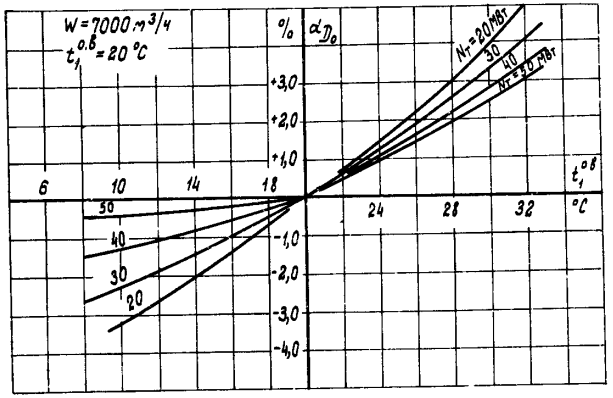
ж) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления



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

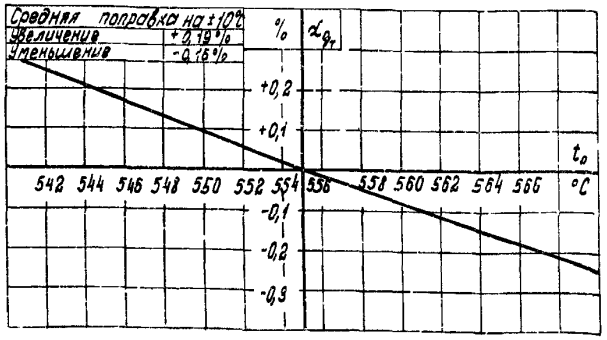


и) На отклонение температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор турбины от номинальной

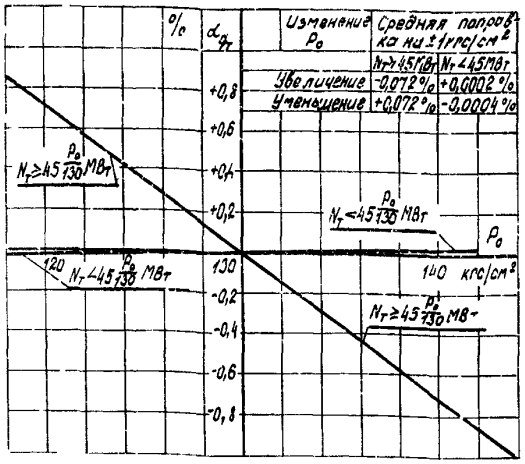


Т-42	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКИ К УДЕЛЬНОМУ РАСХОДУ ТЕПЛА ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

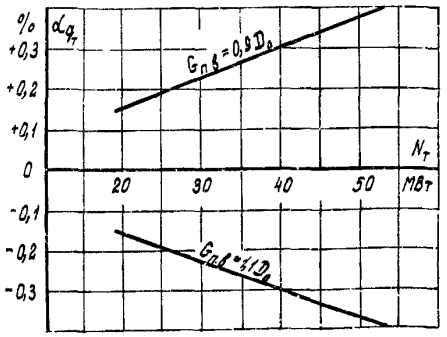
а) На отклонение температуры свежего пара от номинальной



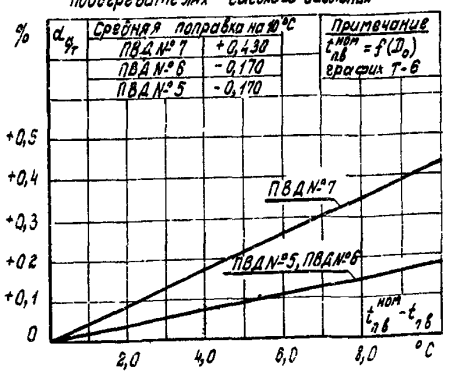
б) На отклонение давления свежего пара от номинального



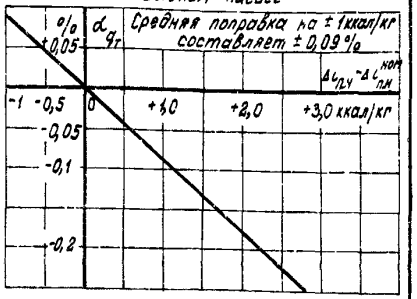
в) На отклонение расхода питательной воды от номинального



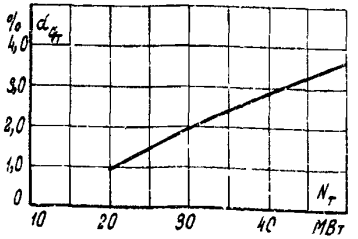
г) На недогрев питательной воды в подогревателях высокого давления



д) На изменение нагрева воды в питательном насосе



е) На отключение группы подогревателей высокого давления

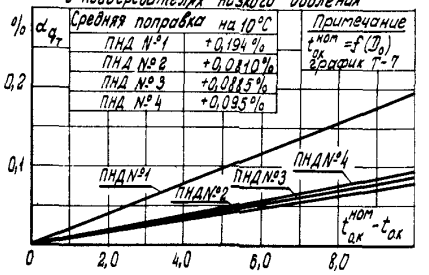


Т-42	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКИ К УДЕЛЬНОМУ РАСХОДУ ТЕПЛА ПРИ КОНДЕНСАЦИОННОМ РЕЖИМЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ

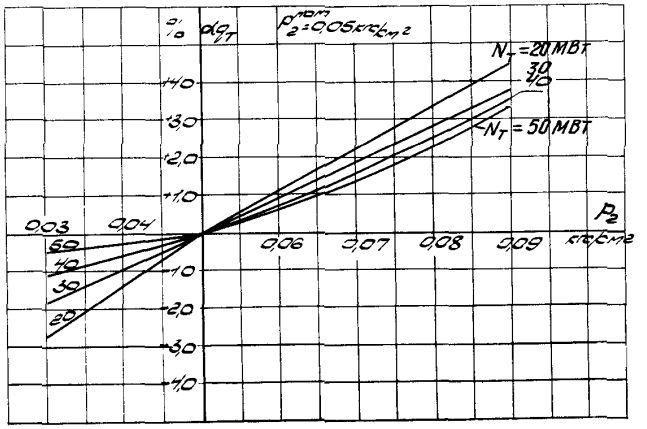
ж) На недогрев основного конденсата в подогревателях низкого давления

Средняя поправка	на 10°С
ПНД № 1	+0,194 %
ПНД № 2	+0,0810 %
ПНД № 3	+0,0815 %
ПНД № 4	+0,095 %

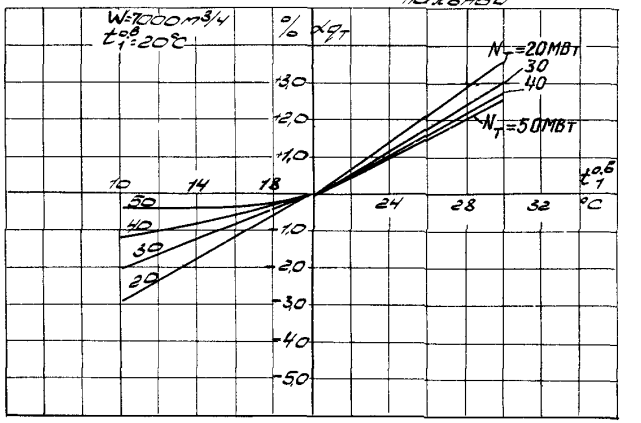
Примечание: $t_{ок}^{ном} = f(D_0)$ график Г-7



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



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



П Р И Л О Ж Е Н И Е

I. Типовая энергетическая характеристика турбоагрегата Т-50-130 ТМЗ составлена на базе тепловых испытаний двух турбин (проведенных Южтехэнерго на Ленинградской ТЭЦ-14 и Сибтехэнерго на Усть-Каменогорской ТЭЦ) и отражает среднюю экономичность прошедшего капитальный ремонт турбоагрегата, работающего по заводской расчетной тепловой схеме (график Т-1) и при следующих условиях, принятых за номинальные:

- давление и температура свежего пара перед стопорными клапанами турбины - соответственно - 130 кгс/см^2* и 555^{0}С;
- максимально допустимый расход свежего пара - 265 т/ч;
- максимально допустимые расходы пара через переключаемый отсек и ЧНД - соответственно 165 и 140 т/ч; предельные значения расходов пара через определенные отсеки соответствуют техническим условиям ТУ 24-2-319-71;
- давление отработавшего пара:

а) для характеристики конденсационного режима с постоянным давлением и характеристик работы с отборами для двух- и одноступенчатого подогрева сетевой воды - 0,05 кгс/см^2;

б) для характеристики конденсационного режима при постоянном расходе и температуре охлаждающей воды в соответствии с тепловой характеристикой конденсатора К-2-3000-2 при $W = 7000$ м^3/ч и $t_1^0 = 20^0$С - (график Т-31);

в) для режима работы с отбором пара при трехступенчатом подогреве сетевой воды - в соответствии с графиком Т-38;

- система регенерации высокого и низкого давлений включена полностью; на деаэратор 6 кгс/см^2 подается пар из III или II отборов (при снижении давления пара в камере III отбора до 7 кгс/см^2 пар на деаэратор подается из II отбора);
- расход питательной воды равен расходу свежего пара;
- температура питательной воды и основного конденсата турбины за подогревателями соответствует зависимостям, приведенным на графиках Т-6 и Т-7;
- прирост энтальпии питательной воды в питательном насосе - 7 ккал/кг;
- КПД электрического генератора соответствует гарантийным данным завода "Электросила";
- диапазон регулирования давления в верхнем теплофикационном отборе - 0,6-2,5 кгс/см^2, а в нижнем - 0,5-2,0 кгс/см^2;
- нагрев сетевой воды в теплофикационной установке - 47^{0}С.

Положенные в основу настоящей энергетической характеристики данные испытаний обработаны с применением "Таблиц теплофизических свойств воды и водяного пара" (Изд-во стандартов, 1969).

Конденсат греющего пара подогревателей высокого давления сливается каскадно в ПВД № 5, а из него подается в деаэратор 6 кгс/см^2. При давлении пара в камере III отбора ниже 9 кгс/см^2 конденсат греющего пара из ПВД № 5 направляется в ПНД № 4. При этом, если давление пара в камере II отбора выше 9 кгс/см^2, конденсат греющего пара из ПВД № 6 направляется в деаэратор 6 кгс/см^2.

Конденсат греющего пара подогревателей низкого давления сливается каскадно в ПНД № 2, из него сливными насосами подается в линию основного конденсата за ПНД № 2. Конденсат греющего пара из ПНД № I сливается в конденсатор.

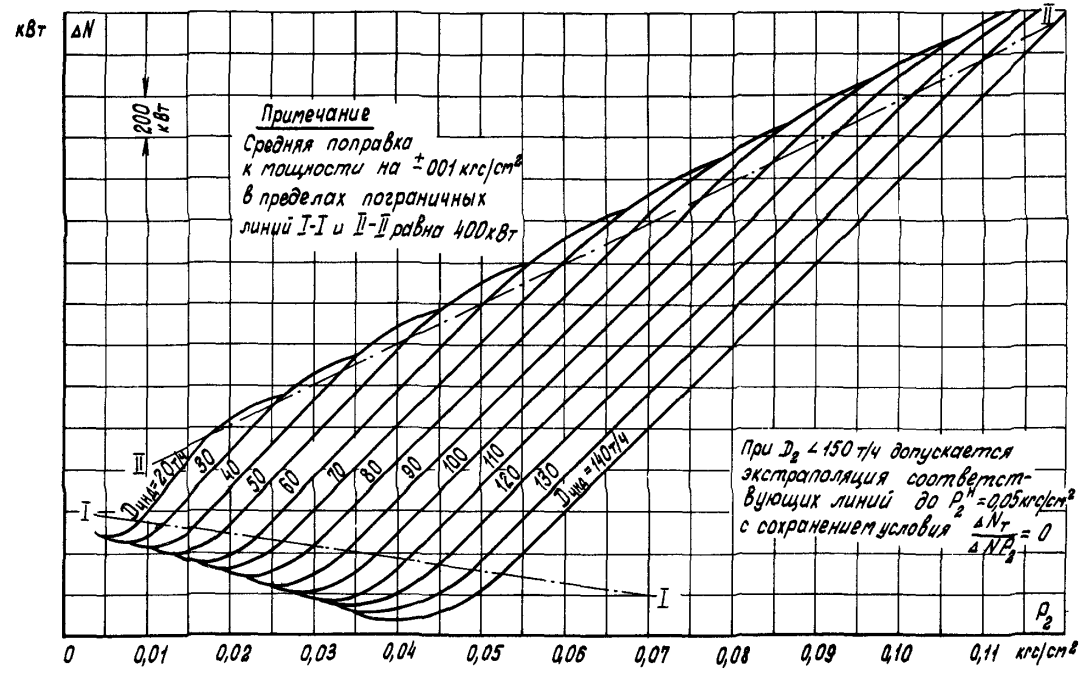
Верхний и нижний подогреватели сетевой воды подключаются соответственно к VI и VII отборам турбины. Конденсат греющего пара верхнего подогревателя сетевой воды подается в линию основного конденсата за ПНД № 2, а нижнего - в линию основного конденсата за ПНД № I.

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

- генератор типа ТВ-60-2 завода "Электросила" с водородным охлаждением;
- четыре подогревателя низкого давления: ПНД № I и ПНД № 2 типа ПН-100-16-9, ПНД № 3 и ПНД № 4 типа ПН-130-16-9;
- три подогревателя высокого давления: ПВД № 5 типа ПВ-350-230-21М, ПВД № 6 типа ПВ-350-230-36М, ПВД № 7 типа ПВ-350-230-50М;
- поверхностный двухходовой конденсатор К2-3000-2;
- два основных трехступенчатых эжектора ЭП-3-600-4А и один пусковой (постоянно в работе находится один основной эжектор);
- два подогревателя сетевой воды (верхний и нижний) ПСС-1300-3-8-I;

*В тексте и на графиках приводится абсолютное давление.

Т-43	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКА К МОЩНОСТИ НА ДАВЛЕНИЕ ОТРАБОТАВШЕГО ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ	Тип Т-50-130 ТМЗ



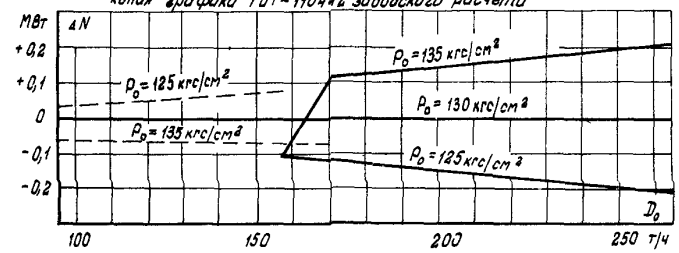
Т-44	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ПОПРАВКИ К МОЩНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ТЕПЛОФИКАЦИОННЫМИ ОТБОРАМИ	Тип Т-50-130 ТМЗ

а) На давление свежего пара

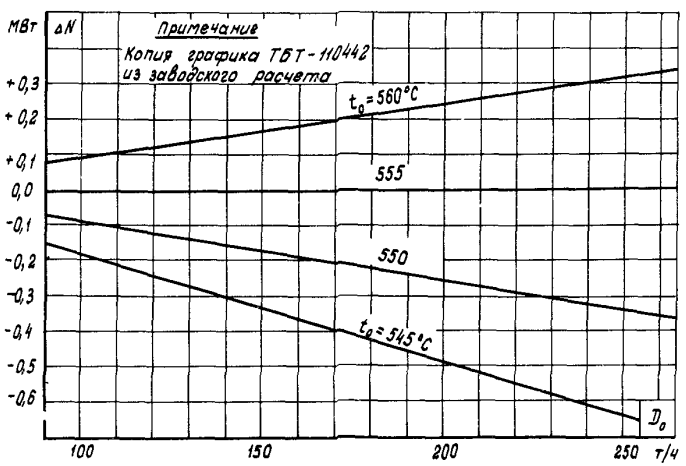
– – – зона дроссельного регулирования $D_0 < 164 \frac{P_0}{130}$

——— зона соплового регулирования $D_0 \geq 164 \frac{P_0}{130}$

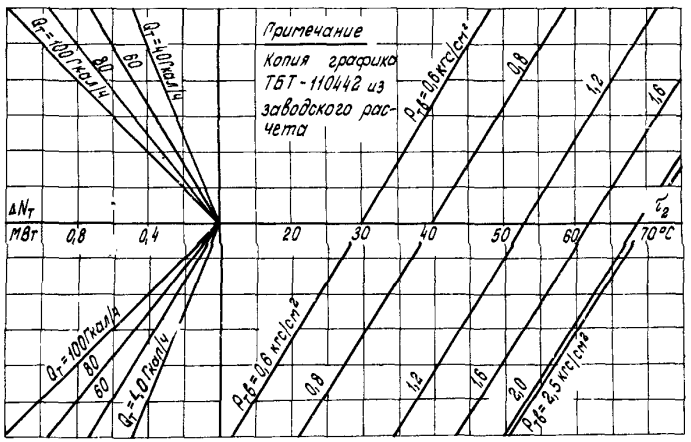
копия графика ТБТ-110442 заводского расчета



б) На температуру свежего пара



в) На температуру обратной сетевой воды



- два конденсатных насоса 8КсД-6х3 с приводом от электродвигателей мощностью по 100 кВт (постоянно в работе находится один. насос, другой - резерве);

- три конденсатных насоса подогревателей сетевой воды 8КсД-5х3 с приводом от электродвигателей мощностью 100 кВт каждый (в работе находится два насоса, один - резерве).

3. При конденсационном режиме работы с отключенным регулятором давления полный расход тепла брутто и расход свежего пара в зависимости от мощности на выводах генератора аналитически выражается следующими уравнениями:

- при постоянном давлении пара в конденсаторе P_2 = 0,05 кгс/см^2 (график Т-22,*б*)

$$Q_0 = 10{,}3 + 1{,}985 N_T + 0{,}195\ (N_T - 45{,}44)\ \text{Гкал/ч}; \qquad (1)$$

$$D_0 = 10{,}8 + 3{,}368 N_T + 0{,}715\ (N_T - 45{,}44)\ \text{т/ч}; \qquad (2)$$

- при постоянных расходе (W = 7000 м^3/ч) и температуре ($t_1^в$ = 20°С) охлаждающей воды (график Т-22,*а*)

$$Q_0 = 10{,}0 + 1{,}987 N_T + 0{,}376\ (N_T - 45{,}3)\ \text{Гкал/ч}; \qquad (3)$$

$$D_0 = 8{,}0 + 3{,}439 N_T + 0{,}827\ (N_T - 45{,}3)\ \text{т/ч}. \qquad (4)$$

Расходы тепла и свежего пара для заданной в условиях эксплуатации мощности определяются по приведенным выше зависимостям с последующим введением необходимых поправок (графики Т-41, Т-42, Т-43); 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 анализа работы турбоагрегата в условиях электростанции.

Поправки рассчитаны для условия сохранения постоянной мощности на выводах генератора. При наличии двух отклонений и более условий эксплуатации турбогенератора от номинальных поправки алгебраически суммируются.

4. При режиме с теплофикационными отборами турбоагрегат может работать с одно-, двух-и трехступенчатым подогревом сетевой воды. Соответствующие типовые диаграммы режимов приведены на графиках Т-33 (*а-г*), Т-33А, Т-34 (*а-к*), Т-34А и Т-37.

На диаграммах указаны условия их построения и приведены правила пользования.

Типовые диаграммы режимов позволяют непосредственно определить для принятых исходных условий (N_T, Q_T, P_T) расход пара на турбину.

На графиках Т-33 (*а-г*) и Т-34 (*а-к*) изображены диаграмма режимов, выражающие зависимость $D_0 = f(N_T, Q_T)$ при определенных значениях давлений в регулируемых отборах.

Следует отметить, что диаграммы режимов для одно-и двухступенчатого подогрева сетевой воды, выражающие зависимость $D_0 = f(N_T, Q_T, P_T)$ (графики Т-33А и Т-34А), менее точны из-за определенных допущений, принятых при их построении. Эти диаграммы режимов могут быть рекомендованы для пользования при ориентировочных расчетах. При их использовании следует иметь в виду, что на диаграммах не указаны четко границы, определяющие все возможные режимы (по предельным расходам пара через соответствующие отсеки проточной части турбины и предельным давлениям в верхнем и нижнем отборах).

Для более точного определения значения расхода пара на турбину по заданным тепловой и электрической нагрузке и давлению пара в регулируемом отборе, а также определения зоны допустимых режимов работы следует пользоваться диаграммами режимов, представленными на графиках Т-33 (*а-г*) и Т-34 (*а-к*).

Удельные расходы тепла на производство электроэнергии для соответствующих режимов работы следует определять непосредственно по графикам Т-23 (*а-г*) - для одноступенчатого подогрева сетевой воды и Т-24 (*а-к*) - для двухступенчатого подогрева сетевой воды.

Эти графики построены по результатам специальных расчетов с использованием характеристик отсеков проточной части турбины и теплофикационной установки и не содержат неточностей, появляющихся при построении диаграмм режимов. Расчет удельных расходов тепла на выработку электроэнергии с использованием диаграмм режимов дает менее точный результат.

Для определения удельных расходов тепла на производство электроэнергии, а также расходов пара на турбину по графикам Т-33 (*а-г*) и Т-34 (*а-к*) при давлениях в регулируемых отборах

для которых непосредственно не приводятся графики, следует использовать метод интерполяции.

Для режима работы с трехступенчатым подогревом сетевой воды удельный расход тепла на производство электроэнергии следует определять по графику Т-25, который рассчитан по следующей зависимости:

$$q_T = 860\left(1+\frac{\Sigma\Delta N}{N_T}\right)+\frac{\Delta Q_{пр}}{N_T} \quad \text{ккал/(кВт,ч)}, \quad (5)$$

где $Q_{пр}$ – постоянные прочие тепловые потери, для турбин 50 МВт, принимаемые равными 0,61 Гкал/ч, согласно "Инструкции и методическим указаниям по нормированию удельных расходов топлива на тепловых электростанциях" (БТИ ОРГРЭС, 1966).

На графиках Т-44 приведены поправки к мощности на выводах генератора при отклонении условий работы турбоагрегата от номинальных. При отклонении давления отработавшего пара в конденсаторе от номинального значения поправка к мощности определяется по сетке поправок на вакуум (график Т-43).

Знаки поправок соответствуют переходу от условий построения диаграммы режимов к эксплуатационным.

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

Поправки к мощности на параметры свежего пара и температуру обратной сетевой воды соответствуют данным заводского расчета.

Для условия сохранения постоянным отпускаемого количества тепла потребителю ($Q_T = const$) при изменении параметров свежего пара необходимо к мощности внести дополнительную поправку, учитывающую изменение расхода пара в отбор вследствие изменения энтальпии пара в регулируемом отборе. Эта поправка определяется по следующим зависимостям:

– при работе по электрическому графику и неизменном расходе пара на турбину:

$$\Delta N^{p_0}_{T\,доп} = -0{,}1 Q_T\left(p_0 - p_0^{ном}\right) \quad \text{кВт}\ ; \quad (6)$$

$$\Delta N^{t_0}_{T\,доп} = +0{,}1 Q_T\left(t_0 - t_0^{ном}\right) \quad \text{кВт}; \quad (7)$$

– при работе по тепловому графику:

$$\Delta N^{p_0}_{T\,доп} = +0{,}343 Q_T\left(p_0 - p_0^{ном}\right) \text{ кВт}, \quad (8)$$

$$\Delta N^{t_0}_{T\,доп} = -0{,}357 Q_T\left(t_0 - t_0^{ном}\right) \text{ кВт}, \quad (9)$$

$$\Delta D^{p_0}_{0} = +0{,}14 Q_T\left(p_0 - p_0^{ном}\right) \quad \text{кг/ч}; \quad (10)$$

$$\Delta D^{t_0}_{0} = -0{,}14 Q_T\left(t_0 - t_0^{ном}\right) \quad \text{кг/ч}. \quad (11)$$

Энтальпия пара в камерах регулируемых теплофикационных отборов определяется по графикам Т-28 и Т-29.

Температурный напор подогревателей сетевой воды принят по расчетным данным ТМЗ и определяется по относительному недогреву по графику Т-27.

При определении теплоиспользования подогревателей сетевой воды переохлаждение конденсата греющего пара принимается равным $20^{\circ}C$.

При определении количества тепла, воспринимаемого встроенным пучком (для трехступенчатого подогрева сетевой воды), температурный напор принимается равным $6^{\circ}C$.

Электрическая мощность, развиваемая по теплофикационному циклу за счет отпуска тепла из регулируемых отборов, определяется из выражения

$$N_{Tф} = W_{Tф} \cdot Q_T \quad \text{МВт}, \quad (12)$$

где $W_{Tф}$ – удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу при соответствующих режимах работы турбоагрегата определяется по графику Т-21.

Электрическая мощность, развиваемая по конденсационному циклу определяется как разность

$$N_{КН} = N_T - N_{Tф} \quad \text{МВт}. \quad (13)$$

5. Методика определения удельного расхода тепла на выработку электроэнергии для различных режимов работы турбоагрегата при отклонении заданных условий от номинальных объясняется следующими примерами.

Пример I. Конденсационный режим с отключенным регулятором давления.

Дано: N_T = 40 МВт, p_0 = I25 кгс/см^2, t_0 = 550°С, p_2 = 0,06 кгс/см^2; тепловая схема - расчетная.

Требуется определить расход свежего пара и удельный расход тепла брутто при заданных условиях (N_T = 40 МВт).

В табл.I приводится последовательность расчета.

Пример 2. Режим работы с регулируемыми отборами пара при двух- и одноступенчатом подогреве сетевой воды.

А. Режим работы по тепловому графику

Дано: Q_T = 60 Гкал/ч; P_{TB} = I,0 кгс/см^2; p_0 = I25 кгс/см^2; t_0 = 545°С; t_2 = 55°С; подогрев сетевой воды - двухступенчатый; тепловая схема - расчетная; остальные условия - номинальные.

Требуется определить мощность на выводах генератора, расход свежего пара и удельный расход тепла брутто при заданных условиях (Q_T = 60 Гкал/ч).

В табл.2 приводится последовательность расчета.

Режим работы при одноступенчатом подогреве сетевой воды рассчитывается аналогично.

Таблица I

Показатель	Обозначение	Размерность	Способ определения	Полученное значение
Расход свежего пара на турбину при номинальных условиях	$D_0^{ном}$	т/ч	График Т-22 или уравнение (2)	I45,5
Расход тепла на турбину при номинальных условиях	$Q_0^{ном}$	Гкал/ч	График Т-22 или уравнение (I)	89,7
Удельный расход тепла при номинальных условиях	$q_T^{ном}$	ккал/(кВт·ч)	График Т-22 или Q_0/N_T	2242
Поправки к расходу пара на отклонение заданных условий от номинальных:				
на давление свежего пара	$\alpha D_{0_{p_0}}$	%	График Т-4I	-0,22
на температуру свежего пара	$\alpha D_{0_{t_0}}$	%	График Т-4I	+0,525
на давление отработавшего пара	$\alpha D_{0_{p_2}}$	%	График Т-4I	+0,99
Суммарная	$\Sigma\alpha D_0$	%	$\alpha D_0^{p_0}+\alpha D_0^{t_0}+\alpha D_0^{p_2}$	+I,395
Поправки к удельному расходу тепла на отклонение заданных условий от номинальных:				
на давление свежего пара	$\alpha q_T^{p_0}$	%	График Т-42	-0,0I
на температуру свежего пара	$\alpha q_{T_{t_0}}$	%	График Т-42	+0,095
на давление отработавшего пара	$\alpha q_{T_{p_2}}$	%	График Т-42	+0,9
Суммарная	$\Sigma\alpha q_T$	%	$\alpha q_T^{p_0}+\alpha q_T^{t_0}+\alpha q_T^{p_2}$	+0,825
Расход свежего пара при заданных условиях	D_0	т/ч	$D_0^{ном}(1+\frac{\Sigma\alpha D_0}{100})$	I47,4
Удельный расход тепла брутто при заданных условиях	q_T	ккал/(кВт·ч)	$q_T^{ном}(1+\frac{\Sigma\alpha q_T}{100})$	2260,5

Таблица 2

Показатель	Обозначение	Размерность	Способ определения	Полученное значение
Расход пара на турбину при номинальных условиях	$D_0^{ном}$	т/ч	График Т-34,*б*	155
Мощность на выводах генератора при номинальных условиях	$N_т^{ном}$	МВт	График Т-34,*б*	31,2
Поправки к мощности на отклонение заданных условий от номинальных:				
на давление свежего пара				
основная	$\Delta N_{т\,p_0}$	МВт	График Т-44,*а*	+0,08
дополнительная	$\Delta N_{т\,доп}^{p_0}$	МВт	Уравнение (8)	-0,103
на температуру свежего пара				
основная	$\Delta N_т^{t_0}$	МВт	График Т-44,*б*	-0,35
дополнительная	$\Delta N_{т\,доп}^{t_0}$	МВт	Уравнение (9)	+0,214
на температуру обратной сетевой воды	$\Delta N_{т_2}$	МВт	График Т-44,*в*	-0,320
Суммарная	$\Sigma\Delta N_т$	МВт	$\Delta N_т^{p_0}+\Delta N_{т\,доп}^{p_0}+\Delta N_т^{t_0}+\Delta N_{т\,доп}^{t_0}+\Delta N_{т_2}$	-0,479
Мощность на выводах генератора при заданных условиях	$N_т$	МВт	$N_т^{ном}+\Sigma\Delta N_т$	30,721
Поправки к расходу свежего пара на отклонение параметров свежего пара от номинальных				
на давление	$\Delta D_0^{p_0}$	т/ч	Уравнение (10)	-0,300
на температуру	$\Delta D_0^{t_0}$	т/ч	Уравнение (11)	+0,600
Суммарная	$\Sigma\Delta D_0$	т/ч	$\Delta D_0^{p_0}+\Delta D_0^{t_0}$	+0,300
Расход свежего пара при заданных условиях	D_0	т/ч	$D_0^{ном}+\Delta D$	154,3
Энтальпия свежего пара:				
при номинальных условиях	$i_0^{ном}$	ккал/кг	Таблицы	832,5
при заданных условиях	i_0	ккал/кг	Таблицы	827,5
Энтальпия питательной воды:				
при номинальных условиях	$i_{п.в}^{ном}$	ккал/кг	График Т-6 по $D_0^{ном}$	218,4
при заданных условиях	$i_{п.в}$	ккал/кг	График Т-6 по D_0	218,5
Изменение расхода тепла на выработку электроэнергии	$\Delta Q_э$*	Гкал/ч	*	-0,603
Удельный расход тепла на выработку электроэнергии:				
при номинальных условиях	$q_т^{ном}$	ккал/(кВт·ч)	График Т-24	970
при заданных условиях	$q_т$	ккал/(кВт·ч)	$\frac{q_т^{ном} N_т^{ном}+\Delta Q_э}{N_т^{ном}+\Sigma\Delta N_т}$	985,1

* $\Delta Q_э = D_0^{ном}\left[(i_0 - i_0^{ном}) - (i_{п.в} - i_{п.в}^{ном})\right] + \Delta D(i_0 - i_{п.в})$ Гкал/ч

Б. Режим работы по электрическому графику

Дано: N_T = 52 МВт; Q_T = 60 Гкал/ч, P_{TB} = I,0 кгс/см^2, P_0 = I35 кгс/см^2, t_0 = 550°С, t_2 = 55°С, подогрев сетевой воды - двухступенчатый, тепловая схема - расчетная, остальные условия - номинальные.

Требуется определить расход свежего пара и удельный расход тепла брутто при заданных условиях (N_T=52 МВт, Q_T=60 Гкал/ч).

В табл.3 приводится последовательность расчета.

Режим работы при одноступенчатом подогреве сетевой воды рассчитывается аналогично.

Таблица 3

Показатель	Обозначение	Размерность	Способ определения	Полученное значение
Расход пара на турбину при номинальных условиях	$D_0^{ном}$	т/ч	График Т-34,*а* (по N_T, Q_T, P_{TB})	2I9,3
Поправки к мощности на отклонение заданных условий от номинальных:				
на давление свежего пара				
основная	$\Delta N_{T P_0}^{P_0}$	МВт	График Т-44	+0,I6
дополнительная	$\Delta N_{T\,доп}^{P_0}$	МВт	Уравнение (8)	-0,028
на температуру свежего пара				
основная	$\Delta N_T^{t_0}$	МВт	График Т-44	-0,29
дополнительная	$\Delta N_{T\,доп}^{t_0}$	МВт	Уравнение (7)	-0,03
на температуру обратной воды	ΔN_{t_2}	МВт	График Т-44,*б*	-0,300
Суммарная	$\Sigma\Delta N_T$	МВт	$\Delta N_T^{P_0}+\Delta N_{T\,доп}^{P_0}+\Delta N_T^{t_0}+\Delta N_{T\,доп}^{t_0}+\Delta N_{t_2}$	-0,488
Фиктивная мощность на выводах генератора	N_T^{φ}	МВт	$N_T-\Sigma\Delta N$	52,488
Расход свежего пара при заданных условиях	D_0	т/ч	График Т-34,*б* (по $N_T^{\varphi}, Q_T, P_{TB}$)	22I,2
Энтальпия свежего пара:				
при номинальных условиях	$\iota_0^{ном}$	ккал/кг	Таблицы по $P_0^{ном}, t_0^{ном}$	832,5
при заданных условиях	i_0	ккал/кг	Таблицы по P_0, t_0	828,2
Энтальпия питательной воды:				
при номинальных условиях	$\iota_{пв}^{ном}$	ккал/кг	График Т-6 по $D_0^{ном}$	239,I
при заданных условиях	$\iota_{пв}$	ккал/кг	График Т-6 по D_0	239,5
Изменение расхода тепла на выработку электроэнергии	$\Delta Q_э$	Гкал/ч	$D_0^{ном}\left[(\iota_0-\iota_0^{ном})-(\iota_{пв}-\iota_{пв}^{ном})\right]+(D_0-D_0^{ном})(\iota_0-\iota_{пв})$	+0,659
Поправка к удельному расходу тепла	Δq_T	ккал/(кВт·ч)	$\Delta Q_э/N_T\ 10^3$	+I,27
Удельный расход тепла на выработку электроэнергии:				
при номинальных условиях	$q_T^{ном}$	ккал/(кВт·ч)	График Т-24	I364
при заданных условиях	q_T	ккал/(кВт·ч)	$q_T+\Delta q_T$	I365,49

Пример 3. Режим работы с регулируемыми отборами при трехступенчатом подогреве сетевой воды.

Дано: $Q_т$ = 100 Гкал/ч; $p_{тв}$ = 1,0 кгс/см^2, p_0 = 135 кгс/см^2; t_0 = 560°С; тепловая схема - расчетная; остальные условия - номинальные.

Требуется определить мощность на выводах генератора, расход свежего пара и удельный расход тепла брутто при заданных условиях ($Q_т$ = 100 Гкал/ч).

В табл.4 приводится последовательность расчета.

Таблица 4

Показатель	Обозначение	Размерность	Способ определения	Полученное значение
Мощность на выводах генератора при номинальных условиях	$N_т^{ном}$	МВт	График Т-37 (по $Q_т$, $p_{тв}$)	54,0
Расход свежего пара при номинальных условиях	$D_0^{ном}$	т/ч	График Т-37 (по $Q_т$, $p_{тв}$)	248
Поправки к мощности на отклонение заданных условий:				
на давление свежего пара				
основная	$\Delta N_т^{p_0}$	МВт	График Т-44	+0,185
дополнительная	$\Delta N_{т\,доп}^{p_0}$	МВт	Уравнение (8)	+0,103
на температуру свежего пара				
основная	$\Delta N_т^{t_0}$	МВт	График Т-44	+0,330
дополнительная	$\Delta N_{т\,доп}^{t_0}$	МВт	Уравнение (9)	-0,107
Суммарная	$\Sigma\Delta N_т$	МВт	$\Delta N_т^{p_0}+\Delta N_{т\,доп}^{p_0}+\Delta N_т^{t_0}+\Delta N_{т\,доп}^{t_0}$	+0,511
Мощность на выводах генератора при заданных условиях	$N_т$	МВт	$N_т^{ном}+\Sigma\Delta N_т$	54,511
Поправки к расходу свежего пара на отклонение параметров свежего пара от номинальных:				
на давление	$\Delta D_0^{p_0}$	т/ч	Уравнение (10)	+0,300
на температуру	$\Delta D_0^{t_0}$	т/ч	Уравнение (11)	-0,300
Суммарная	$\Sigma\Delta D_0$	т/ч	$\Delta D_0^{p_0}+\Delta D_0^{t_0}$	0
Расход свежего пара при заданных условиях	D_0	т/ч	$D_0^{ном}+\Sigma\Delta D_0$	248,0
Удельный расход тепла при заданных условиях	$q_т$	ккал/(кВт·ч)	График Т-25 по $N_т$	891

ПРИНЯТЫЕ ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Показатель	Обозначение
Мощность, МВт:	
- на выводах генератора	$N_т$
- внутренняя турбины	N_i
- внутренняя отсека I-2I-й ступеней	N_{i1-21}
- внутренняя промежуточного отсека	$N_{i\,по}$
- внутренняя отсека I-23-й ступеней	$N_{i\,1-23}$
- внутренняя части низкого давления	$N_{i\,чнд}$
Суммарные потери турбоагрегата, МВт	$\Sigma\Delta N_{та}$
Расход пара, т/ч:	
- свежего на турбоагрегат	D_0
- на ПВД, деаэратор, ПНД	$D_{пвд}$, $D_д$, $D_{пнд}$
- из верхнего и нижнего отборов	$D_{тв}$, $D_{тн}$
- через 2I-ю ступень	D_{21}
- через промежуточный отсек	$D_{по}$
- через 23-ю ступень	D_{23}
- на входе в часть низкого давления	$D_{чнд}$
- отработавшего	D_2
- из концевых уплотнений турбины	$D^{сп}_{отс}$, $D^{со}_{отс}$, $D^{I}_{пу}$, $D^{IV}_{пу}$, $D_{упл}$, $D^{зу}_{пр}$, $D^{пу\,чнд}_{I\,пр}$, $D^{пу}_{I\,пр}$
Расход воды, т/ч:	
- питательной	$G_{п\,в}$
- конденсата через ПНД	$G_к$
- охлаждающей через конденсатор	W
- сетевой через теплофикационную установку	$W_{св}$

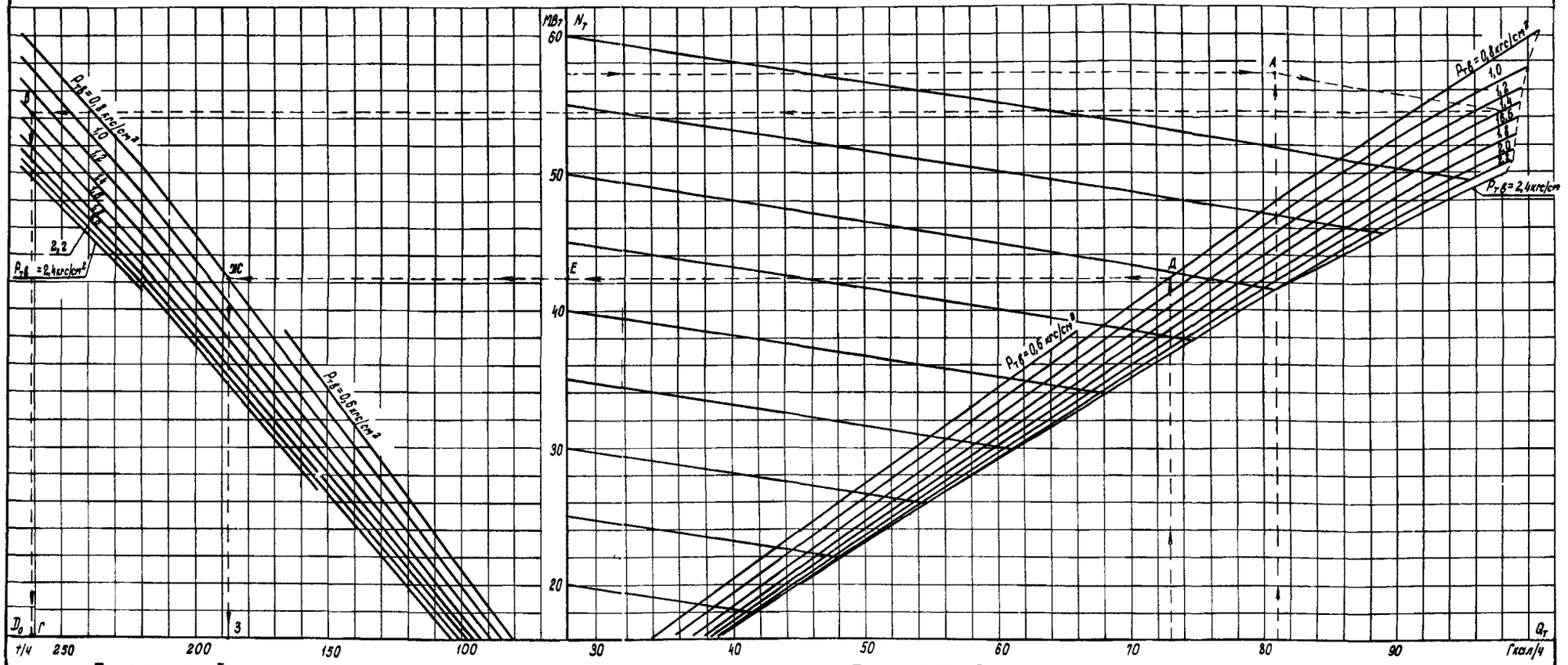
Показатель	Обозначение
Давление пара, кгс/см^2:	
- свежего (перед стопорным клапаном)	p_0
- за регулирующими клапанами	$p_{Iкл}$, $p_{IIкл}$, $p_{IIIкл}$, $p_{IVкл}$
- за регулирующей ступенью	$p_{р\,ст}$
- в камерах нерегулируемых отборов	p_I, p_{II}, p_{III}, p_{IV}, p_V
- в камерах теплофикационных отборов - верхнего, нижнего	$p_{тв}$, $p_{тн}$
- отработавшего в конденсаторе	p_2
Температура t,°С ; энтальпия, i ккал/кг:	
- свежего пара (перед стопорным клапаном)	t_0, i_0
- в камерах регулируемых отборов - верхнего, нижнего	$i_{тв}$, $i_{тн}$
- питательной воды	$t_{п.в}$, $i_{п\,в}$
- основного конденсата	$t_{о.к}$, $i_{о.к}$
- конденсата пара верхнего и нижнего регулируемых отборов	$t^к_{псв}$, $t^к_{псг}$, $i^к_{псв}$, $i^к_{псв}$
- охлаждающей воды на входе в конденсатор и выходе из него	$t^в_1$, $t^в_2$
- сетевой воды - прямой, обратной	τ_1, τ_2
- сетевой воды на выходе из встроенного пучка	τ'_2
Использованный теплоперепад промежуточного отсека, ккал/кг	$H_{i\,по}$
Температурные напоры подогревателей высокого и низкого давлений, конденсаторе, °С	δt
Температурный напор встроенного пучка, °С	$\delta t_{вп}$
Относительный недогрев сетевой воды в верхнем и нижнем подогревателе сетевой воды	$\delta t/\Delta t$

Показатель	Обозначение
Расход тепла, Гкал/ч:	
- на турбину	Q_0
- на выработку электроэнергии	$Q_э$
- отпускаемый потребителю из верхнего, нижнего отборов, суммарный	$Q_{тв}, Q_{тн}, Q_т$
- используемый встроенным пучком	$Q_{вп}$
Удельный расход тепла брутто, ккал/(кВт·ч)	$q_т$

Показатель	Обозначение
Удельная выработка электроэнергии по теплофикационному циклу, кВт/(Гкал·ч)	$W_{т ф}$
Теплоиспользование в верхнем подогревателе сетевой воды, ккал/кг	$\Delta i_{псв}$
Поправки, %	
- к мощности	αN
- к расходу свежего пара	αD_0
- к удельному расходу тепла	$\alpha q_т$

Т-34А	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУРБОАГРЕГАТА ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ПОДОГРЕВЕ СЕТЕВОЙ ВОДЫ	Тип Т-50-130 ТМЗ

Условия $P_0 = 130$ кгс/см², $t_0 = 555$ °С, $P_2 = 0{,}05$ кгс/см², $G_{пв} = D_0$; $\Delta t = 47$ °С, t_1 - график Т-35, $t_{пв}$ - график Т-6, $t_{ок}$ - график Т-7



Пример 1

Задано: $Q_т$ = 81 Гкал/ч; $N_т$ = 57,2 МВт; $P_{тв}$ = 1,4 кгс/см².
Определить: D_0 т/ч.

Определение. На диаграмме находим заданную точку А ($Q_т$ = 81 Гкал/ч; $N_т$ = 57,2 МВт). От точки А параллельно наклонной прямой идем до линии заданного давления ($P_{тв}$ = 1,4 кгс/см²). От полученной точки Б по прямой идем до линии заданного давления ($P_{тв}$ = 1,4 кгс/см²) левого квадранта. Из полученной точки В опускаем перпендикуляр на ось расходов. Точка Г соответствует определяемому расходу свежего пара.

Пример 2

Задано: $Q_т$ = 73 Гкал/ч; $P_{тв}$ = 0,8 кгс/см².
Определить: $N_т$ МВт; D_0 т/ч.

Определение. Находим заданную точку Д ($Q_т$ = 73 Гкал/ч; $P_{тв}$ = 0,8 кгс/см²). От точки Д по прямой идем до оси мощности. Точка Е соответствует определяемой мощности. Далее по прямой идем до линии $P_{тв}$ = 0,8 кгс/см² левого квадранта. Из полученной точки Ж опускаем перпендикуляр на ось расходов. Полученная точка З соответствует определяемому расходу свежего пара.

gost.e-ecolog.ru