Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
"ЕЭС России"

Департамент науки и техники
АО Фирма ОРГРЭС

Утверждаю
Главный инженер
..... В.А.Купченко

"..." декабря 1995 г.

Типовая энергетическая характеристика конденсатора 300 КЦС -1 (3) турбины К 300 -240 ПО ЛМЗ

Шифр: 95.103.901/107

РД 34.30.725-95

Начальник турбинного цеха В.А.Ломоносов

Ответственный исполнитель Г.М.Коновалов

Москва, 1995 г.

Составлено: турбинным цехом ОРГРЭС

Исполнитель: инженер Г.М.Коновалов

Утверждено: Департаментом науки и техники Российского акционерного общества энергетики и электрификации "ЕЭС России"

" 26 " декабря 1995г.

Начальник Департамента
.....А.П.Вероенев

1. Исходные данные.

Типовая энергетическая характеристика конденсатора 300 КЦС-1(3) ПО ЛМЗ разработана на основании обобщения результатов испытаний конденсационных установок турбоагрегатов К-300-240 ЛМЗ, проведенных на электростанциях в 1982-1983г.г., в расширенном диапазоне паровых нагрузок.

Испытания проводились при сезонном изменении температуры охлаждающей воды от 3-5°С (зимний режим) до 25-30°С (летний режим).

Перед проведением испытаний производилась очистка конденсаторных трубок методом, применяемым на данной электростанции, до получения максимально-возможной, в условиях эксплуатации, чистоты поверхности охлаждения конденсатора с водяной стороны.

Воздушная плотность вакуумных систем турбоагрегатов при испытании характеризовалась количеством удаляемого воздуха не более 60 кг/ч.

С введением в действие настоящих "Типовых энергетических характеристик конденсатора 300 КЦС-1(3)" действие раздела IX "Нормативных характеристик конденсационных установок паровых турбин типа К" (СНТИ Энергонет ОРГРЭС.М.1974г.) и "Типовой энергетической характеристики конденсатора 300 КЦС-3 турбины К-300-240 ЛМЗ" (ТЭХ 34-70-001-82) отменяются.

2. Технические данные.

Площадь поверхности охлаждения	F = 15400 $м^2$
Номинальный расход пара в конденсатор	D_2 = 573,4 т/ч
Расчетное (номинальное) количество охл.воды	$W^н$ = 38000 $м^3$/ч
Активная длина конденсационных трубок	L = 8930 мм
Диаметр трубок	$d_{вн}/d_н$ = 26/28 мм
Материал трубок	сплав МНЖ-5-1
Количество трубок	n = 19600 шт.
Число ходов воды	Z = 2
Число потоков	1
Воздухоудаляющее устройство	водоструйный эжектор типа ЭВ-7-1000 - 2шт.

Конденсаторы 300 КЦС-1 и 300 КЦС-3 имеют одинаковые технические данные и различаются компоновкой поверхности охлаждения.

3. Обозначения, принятые в типовой энергетической характеристике конденсатора 300 КЦС-1(3) ЛМЗ.

D_2 - расход пара в конденсатор (паровая нагрузка конденсатора), т/ч
P_2 - абсолютное давление пара в конденсаторе, кПа (кгс/см^2);
$t_{1в}$ - температура охлаждающей воды на входе в конденсатор, ^oC;
$t_{2в}$ - температура охлаждающей воды на выходе из конденсатора (среднее по двум корпусам), ^oC;
t_s - температура насыщения, соответствующая давлению пара в конденсаторе, ^oC;
δt - температурный напор конденсатора, ^oC;
Δt - нагрев охлаждающей воды в конденсаторе (общий по двум корпусам), ^oC;
W - расход охлаждающей воды через конденсатор, м^3/ч;
Hг - гидравлическое сопротивление конденсатора, м.в.ст.;
ΔP_2 - отклонение абсолютного давления в конденсаторе от нормативного значения, кПа (кгс/см^2);
ΔN_2 - изменение мощности турбины, связанное с изменением давления отработавшего пара в конденсаторе, кВт;
$P_п^{VI}$ - давление пара в VI отборе турбины, кПа (кгс/см^2);
Gв - количество удаляемого из конденсатора воздуха, кг/ч;
Δi_2 - разность энтальпий отработавшего пара и конденсата, ккал/кг;
c - удельная теплоемкость воды, ккал/кг, ^oC;
ρ - плотность воды, кг/м^3;
Do - расход свежего пара на турбину, т/ч.

4. Содержание типовой энергетической характеристики.

Типовые энергетические характеристики конденсатора 300КЦС-1 содержат следующие параметрические зависимости:

теплотехнические зависимости:

- давление отработавшего пара в конденсаторе в зависимости от расхода пара в конденсатор при постоянном расходе охлаждающей воды диапазоне изменения ее температуры от 0 до 30°С (рис.1,3,5);
- температурный напор на выходе из конденсатора в зависимости от расхода пара в конденсатор при постоянном расходе охлаждающей воды в диапазоне изменения ее температуры от 0 до 30°С (рис.2,4,6);

гидравлические характеристики:

- зависимость гидравлического сопротивления конденсатора от расхода охлаждающей воды (рис.7).

Теплотехнические характеристики разработаны для трех расходов охлаждающей воды, характерных для условий водоснабжения энергоблоков мощностью 300 МВт: номинального - 36000 м^3/ч и двух расходов воды 25000м^3/ч, 42000 м^3/ч.

Нормативные характеристики составлены для эксплуатационно-чистой поверхности конденсатора, т.е. состояния трубной системы, которое достигается после проведения чистки ее применяемым на электростанции способом (термической сушкой трубной системы, механической очистки трубных досок от насосного мусора).

Теплотехнические характеристики разработаны для воздушной плотности вакуумной системы, характеризуемой присосами воздуха до 60 кг/ч, т.е. для количества воздуха, удаляемого двумя водоструйными эжекторами типа ЭВТ-1700 без повышения давления в конденсаторе (для условий работы конденсатора по своей характеристике).

Для определения снижения мощности турбины из-за ухудшения вакуума в конденсаторе в характеристике приведена сетка поправок к мощности турбины К-300-240 ЛМЗ на отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе (рис.8).

5. Контроль за работой и состоянием конденсатора.

Целью контроля является выявление причин ухудшения показателей работы конденсатора. Основными показателями, характеризующими состояние конденсатора и экономичность его работы, являются давление отработавшего пара в конденсаторе P_2 и температурный напор конденсатора δt при фактических эксплуатационных условиях (паровой нагрузке D_2, расходе W и температуре $t_{1в}$ охлаждающей воды).

Контроль за работой конденсатора производится сопоставлением измеренных в условиях эксплуатации давления в конденсаторе и температурного напора с нормативными значениями P_z и δt, определенными по фактическим эксплуатационным условиям. Сравнительный анализ результатов измерений и нормативных показателей позволяет обнаружить отклонения в работе конденсатора и устранить вероятные причины этих отклонений.

Для проведения контроля и анализа состояния конденсатора необходимо определять ряд параметров его работы: давление пара в конденсаторе, температуру охлаждающей воды на входе и выходе из конденсатора, расход пара в конденсатор, расход охлаждающей воды через конденсатор, значения приборов воздуха в вакуумную систему турбоагрегата.

6. Указания по определению основных параметров конденсационной установки.

Измерения параметров работы конденсационной установки следует производить в соответствии с МУ 34-70-010-82 "Методические указания по испытаниям конденсационных установок паровых турбин".

6.1. Давление отработавшего пара.

Измерение давления отработавшего пара должно выполняться в соответствии с РД 34.11.204-90 "Методика выполнения измерений давления отработавшего пара в конденсаторах паровых турбин".

Для измерения давления отработавшего пара в корпусе конденсатора устанавливаются четыре датчика (сетчатых зонда), соединенных с центральным стаканом, от которого выведена соединительная (импульсная) линия к первичному измерительному прибору.

Расположение датчиков замера давления отработавшего пара в переходном патрубке конденсатора показано на схеме рис.9. Точки установки датчиков расположены в горизонтальной плоскости, проходящей на расстоянии 0,8-1,0 метра выше верхнего ряда конденсаторных трубок у промежуточной водяной камеры. В качестве первичного прибора для измерения давления пара в конденсаторе должен применяться преобразователь абсолютного давления ("Сапфир-22ДА") с пределами измерений до 160 кПа (от 0 до 0,16 кгс/см^2) класса точности 0,5.

В качестве вторичного прибора может быть применен автоматический миллиамперметр КСУ-4 класса точности 0,25.

Давление в конденсаторе может измеряться и другими средствами измерения, обеспечивающими указанную точность (ртутными одностекольными вакуумметрами, барометрическими трубками и проч.).

6.2. Температура охлаждающей воды.

Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор измеряется в каждом напорном водоводе в одной точке.

Температура воды на выходе из конденсатора должна измеряться не менее чем в трех точках в одном поперечном сечении каждого водовода на расстоянии 6-8 метров от конденсатора. Температура воды на выходе определяется как средняя по показаниям во всех точках.

Температуру охлаждающей воды необходимо измерять ртутными лабораторными термометрами со шкалой от 0 до 50°С и ценой деления 0,1°С, установленными в термометрические гильзы длиной 300-350мм.

6.3. Паровая нагрузка конденсатора.

При эксплуатационном контроле паровая нагрузка (расход пара в конденсатор) определяется по давлению в контрольной ступени.

В качестве контрольной ступени для турбины К-300-240 ЛМЗ используется давление в VI отборе.

Для измерения давления P_n^{VI} используются измерительные преобразователи абсолютного типа МАС с пределами измерений от 0-2,5 кгс/см^2 и классом точности 0,6.

В качестве вторичного прибора используются автоматические милливольтметры КСУ-4 класса точности 0,25.

Расход пара в конденсатор определяется:

- по давлению пара в VI отборе

$$D_2 = 270 * P_n^{VI} \quad , \text{ т/ч},$$

где: P_n^{VI} - в кгс/см^2.

6.4. Температурный напор.

Температурный напор конденсатора определяется как разность между температурой насыщения отработавшего пара и температурой охлаждающей воды на выходе из конденсатора:

$$\delta t = t_s - t_{2в} \ , \ ^{o}C.$$

Температура насыщения определяется по измеренному среднему давлению отработавшего пара в конденсаторе по таблицам термодинамических свойств пара и воды.

6.5. Расход охлаждающей воды.

Расход охлаждающей воды на конденсатор может быть определен из теплового баланса конденсатора или непосредственным измерением сегментными диафрагмами в соответствии с "Методикой выполнения измерений сегментными диафрагмами. МИ 1948-88, Государственного комитета СССР по стандартам".

Расход охлаждающей воды из теплового баланса конденсатора определяется по формуле:

$$W = \frac{D_2 * \Delta i_2}{\Delta t * c * \rho}, \ м^3/ч;$$

где: Δi_2 - ккал/кг, принимается в зависимости от паровой нагрузки конденсатора;

c = 1,0 ккал/кг*°С;

ρ = 1000 кг/м^3.

Нагрев воды в конденсаторе Δt определяется как:

$$\Delta t = t_{2в} - t_{1в}, \ °С.$$

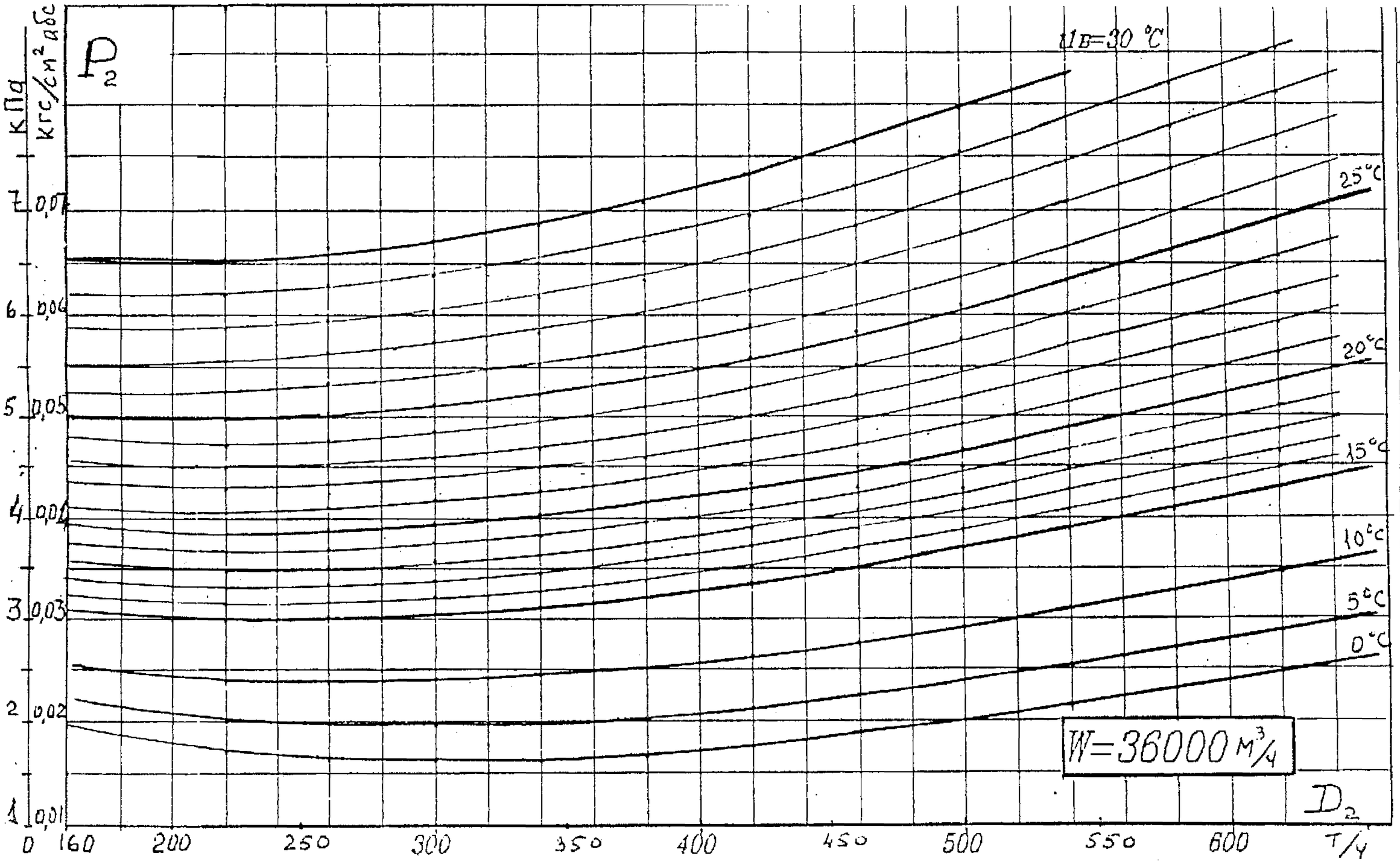
6.6. Воздушная плотность вакуумной системы.

Величина присосов воздуха в вакуумную систему определяются по фактическим характеристикам совместной работы эжекторов ЭВ7-1700, полученным при их испытаниях на сухом воздухе.

Для этого необходимо измерить температуру и давление рабочей воды перед эжектором и давление паровоздушной смеси на стороне всасывания эжекторов.

Температура рабочей воды может приниматься равной температуре охлаждающей воды перед конденсатором, а давление должно измеряться непосредственно перед соплами эжекторов пружинным манометром МТИ с пределами измерений 0-0,6 МПа (0-6 кгс/см^2) класса точности 0,6.

Давление паровоздушной смеси на всасе эжектора должно измеряться аналогично измерениям P_2.

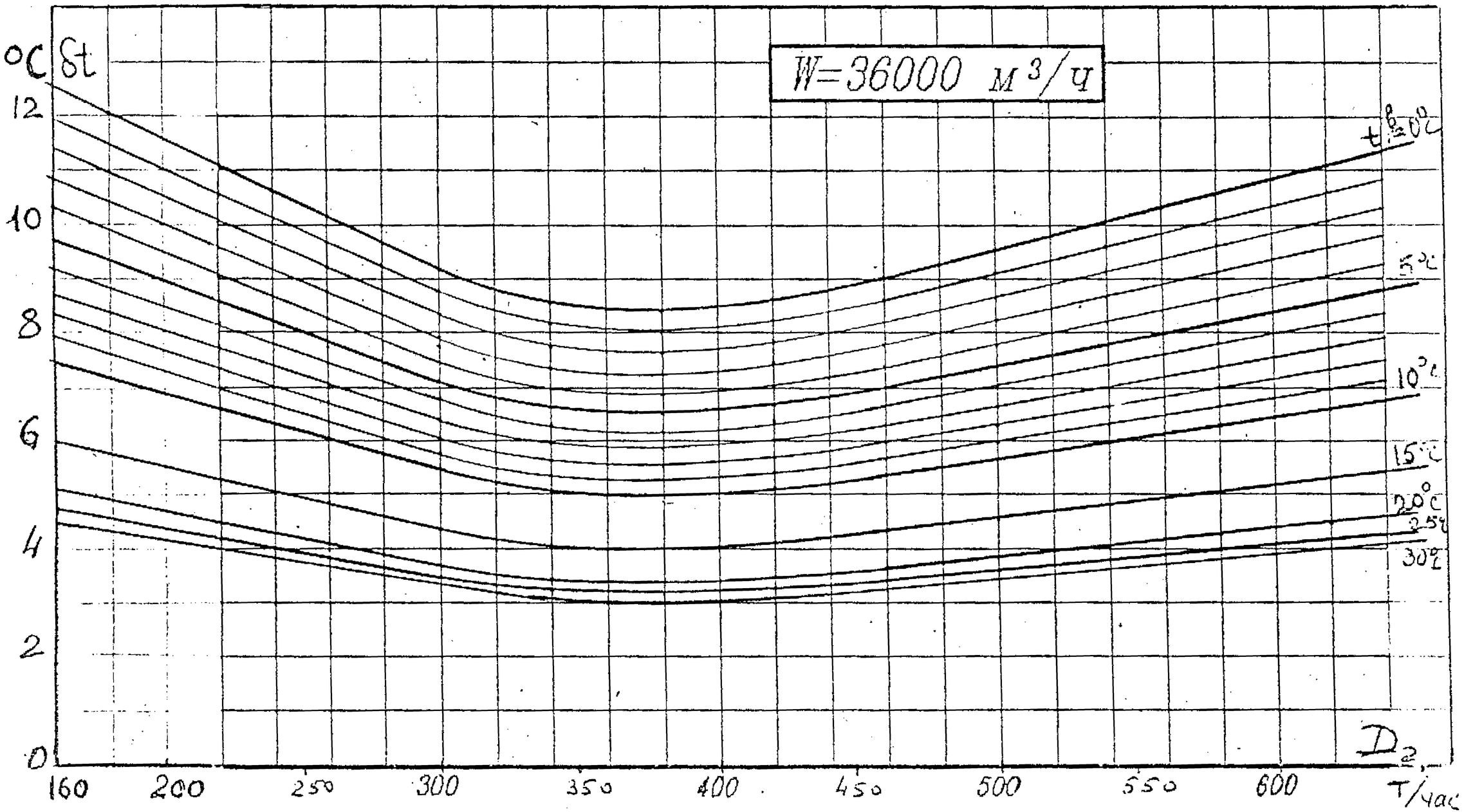


Типовая энергетическая характеристика

Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара и температуры охлаждающей воды

Кок-тор 300 КЦС-1(3)

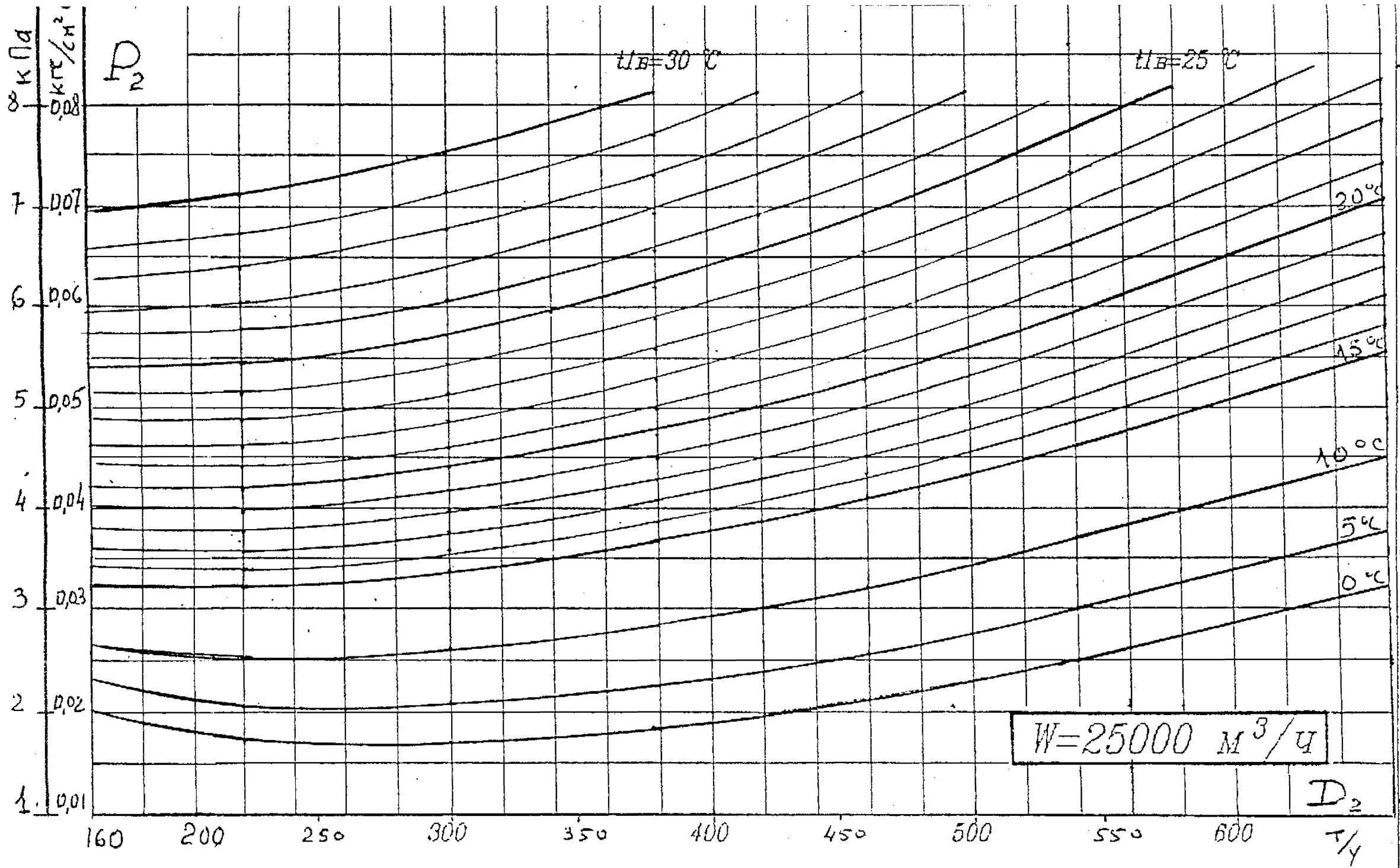
ЛМ3



Типовая энергетическая характеристика
Зависимость температурного напора конденсатора от расхода пара и температуры охлаждающей воды

Кон-тор 300КЦС-1(3) АМЗ

Рис. 2



Типовая энергетическая характеристика

Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара и температуры охлаждающей воды

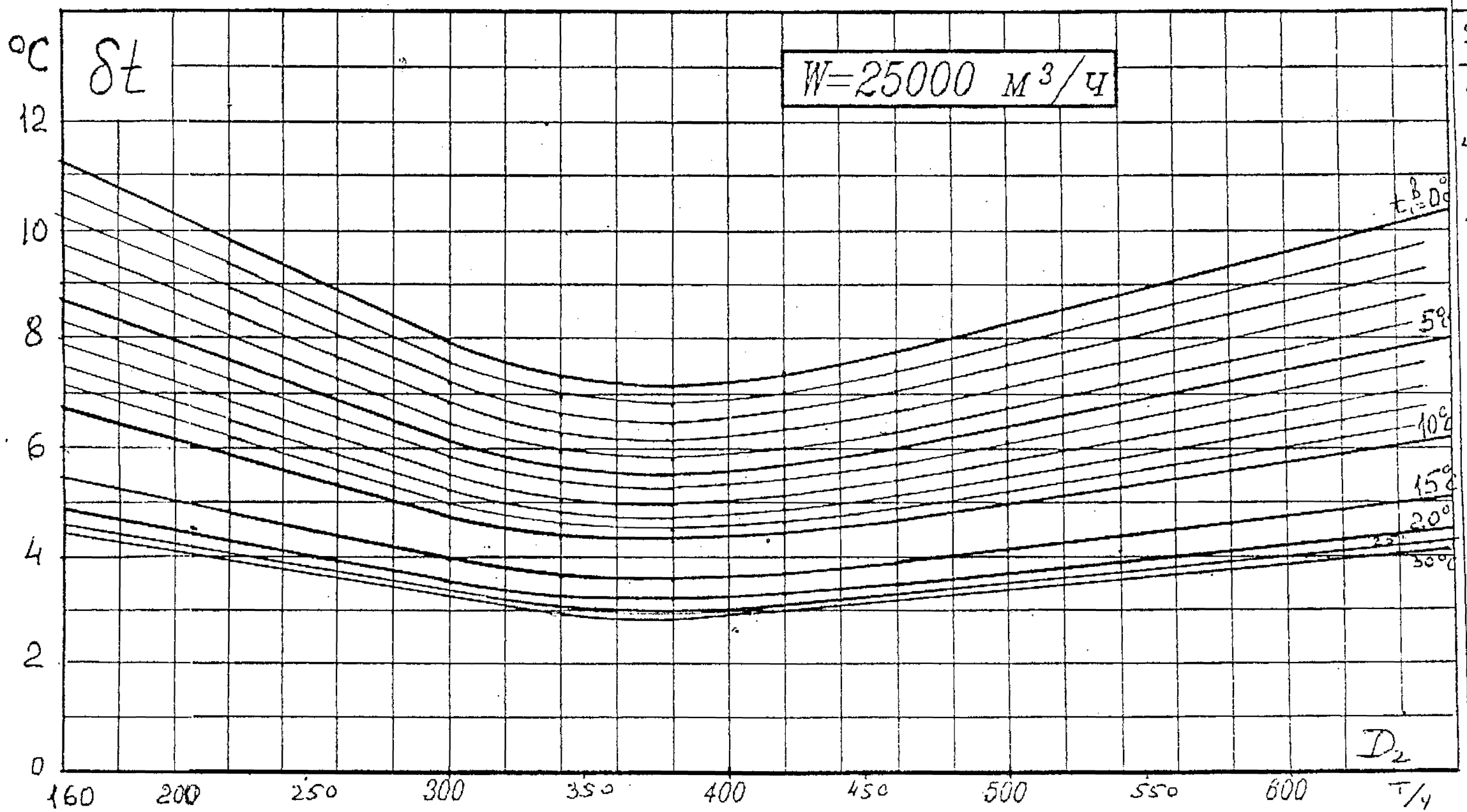


Рис. 4

Типовая энергетическая характеристика
Зависимость температурного напора конденсатора
от расхода пара и температуры охлаждающей воды.

КОН-ТОР
ВОДКУС-1(3)
ЛМЗ

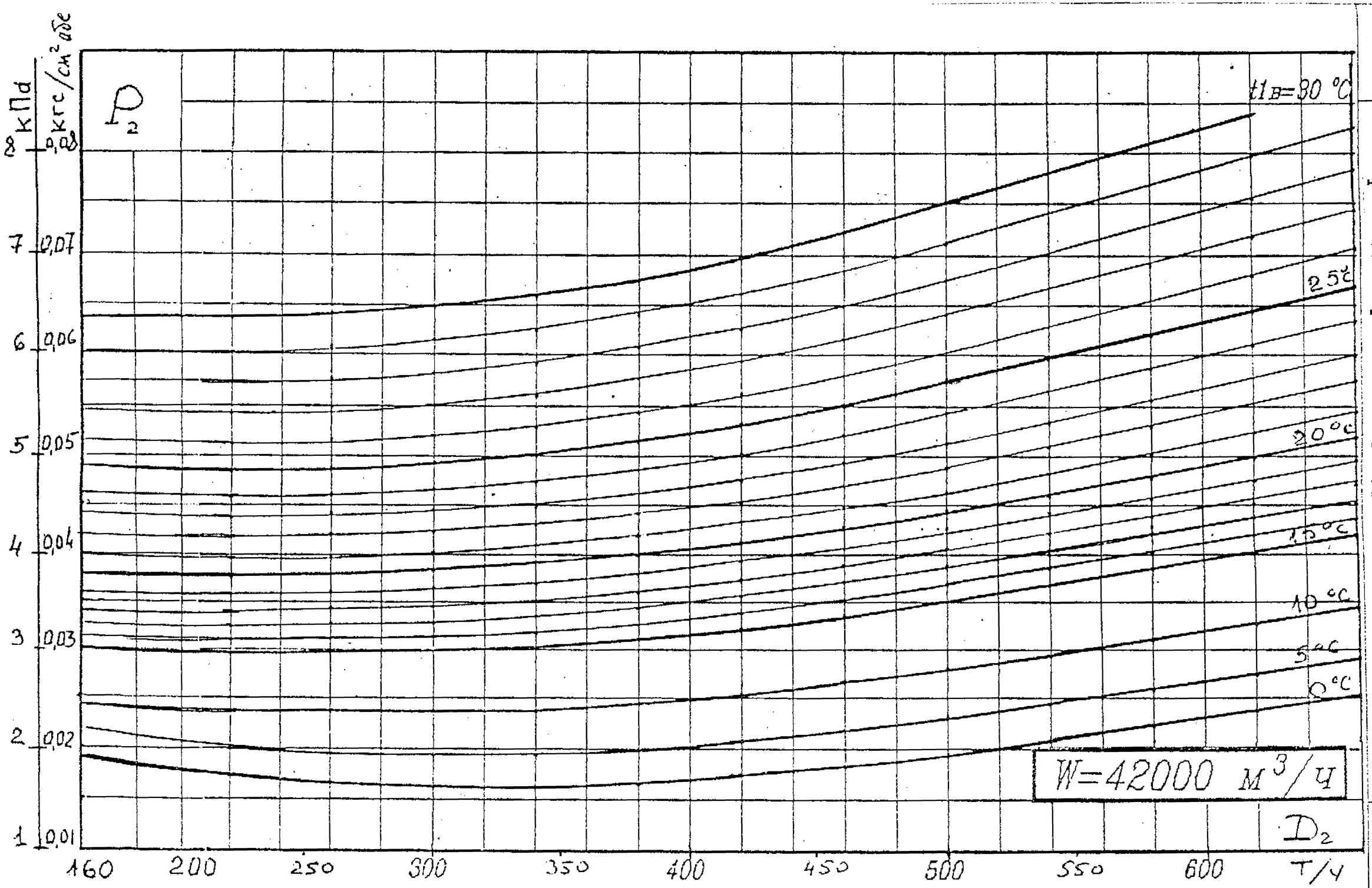


Рис 5
Типовая энергетическая характеристика кон-тора 300кус-1(3) ЛМЗ
Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара и температуры охлаждающей воды
P_2
кПа
кгс/см² абс
8 0,08
7 0,07
6 0,06
5 0,05
4 0,04
3 0,03
2 0,02
1 0,01
160 200 250 300 350 400 450 500 550 600 т/ч
$t_{1в}$=30 °С
25°С
20°С
15°С
10°С
5°С
0°С
W=42000 м³/ч
D_2

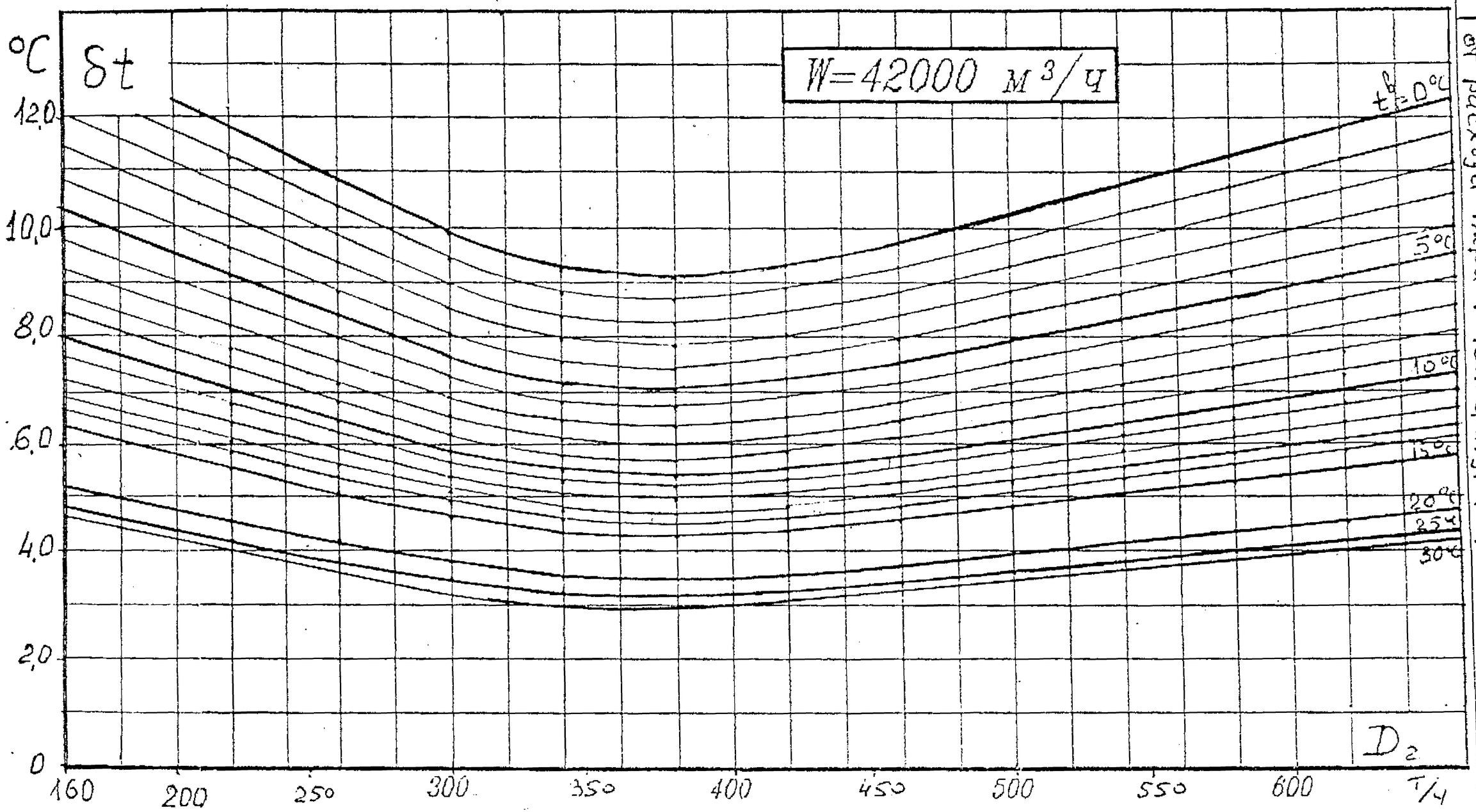


Рис. 6

Типовая энергетическая характеристика
Зависимость температурного напора конденсатора
от расхода пара и температуры охлаждающей воды.

Кон-тор	ЭОМ КУС-1(3)
ЛМЗ	

Рис 7

Типовая энергетическая характеристика

Зависимость гидравлического сопротивления каждого сатора от расхода охлаждающей воды через него.

Кон-тор 300КЦС-1(3) ЛМЗ

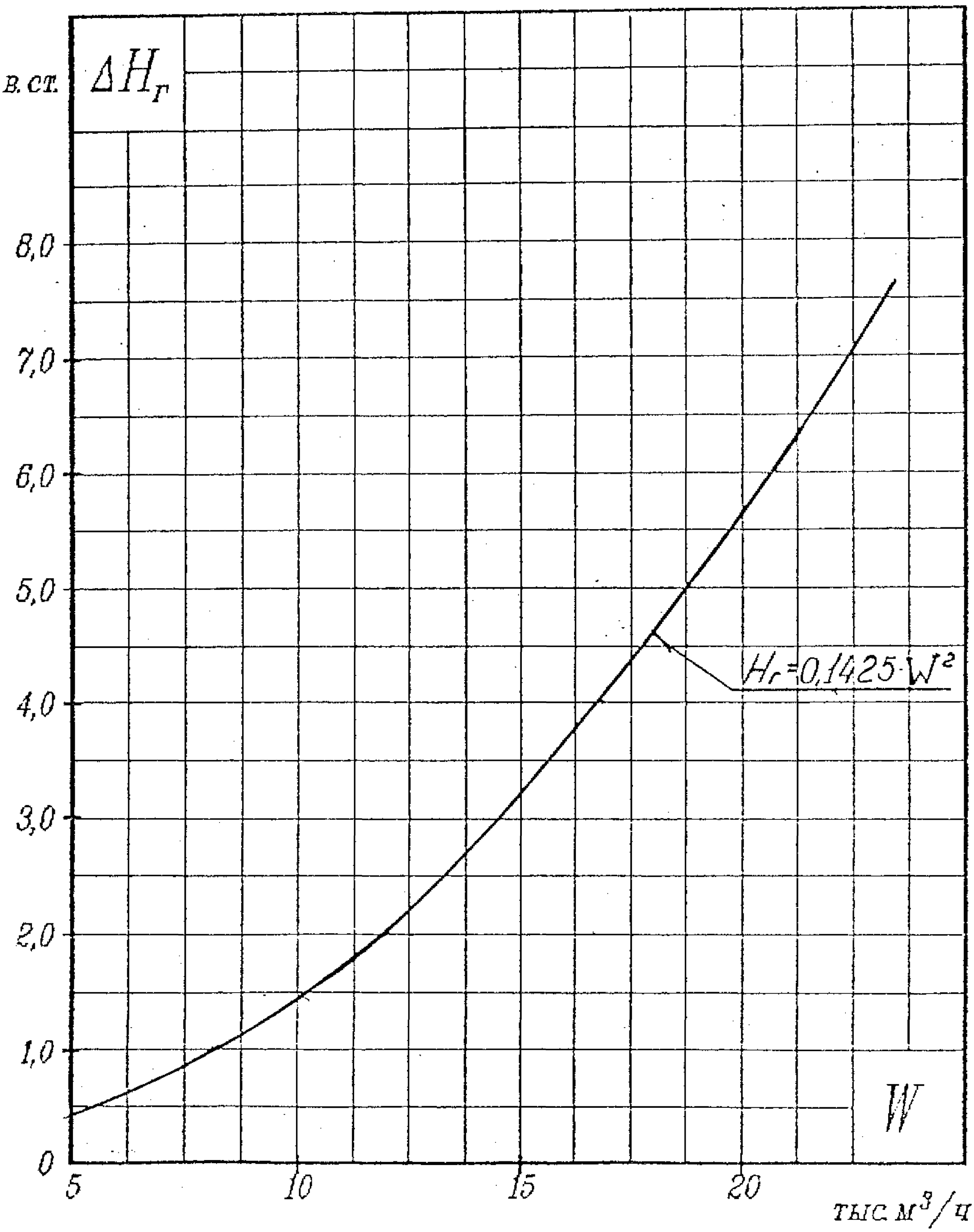


Рис.8	Типовая энергетическая характеристика Сетка поправок к мощности турбины К-300-240ЛМЗ на отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе	Кон-тор 300КЦС-1(3) ЛМЗ

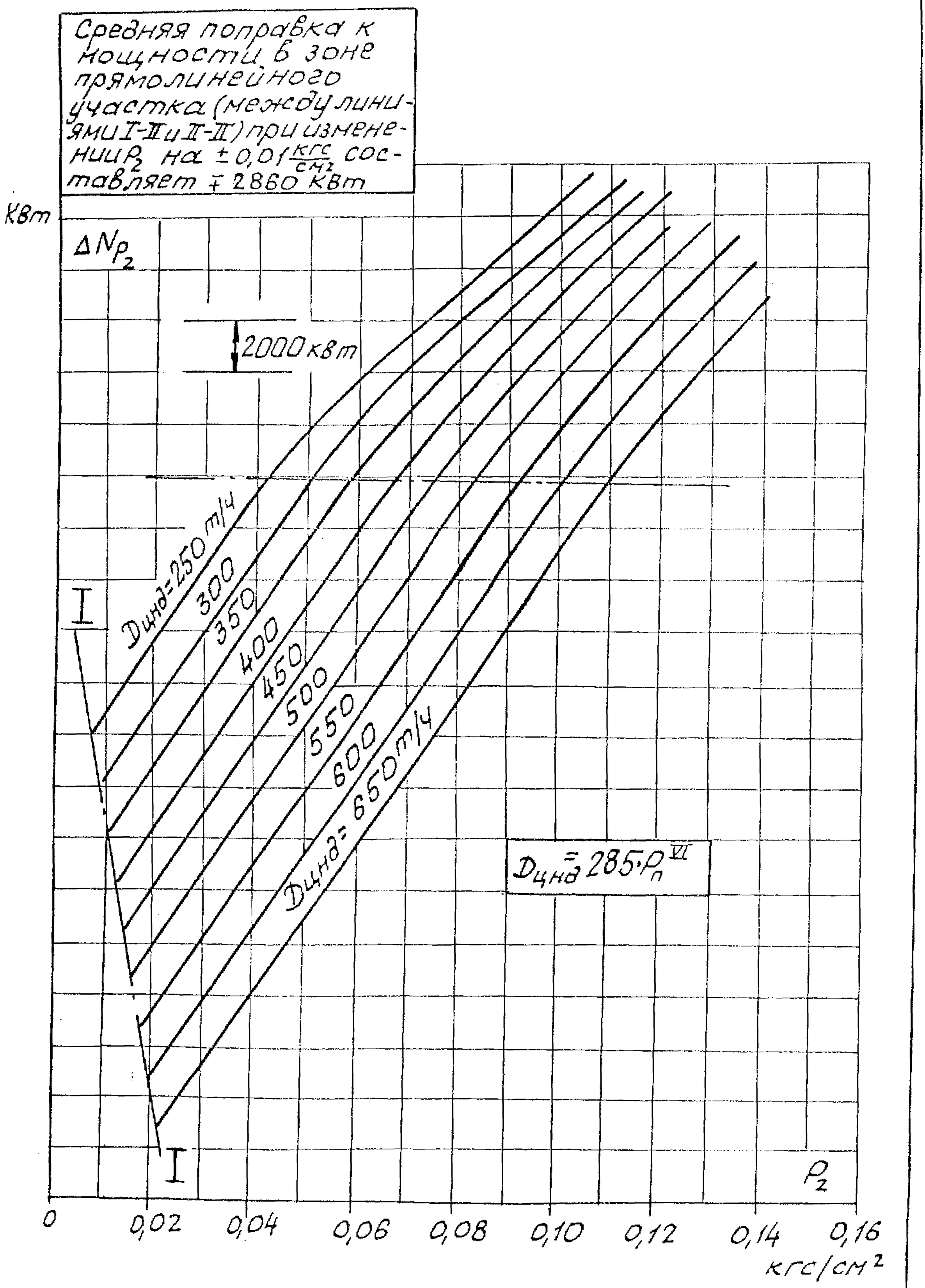
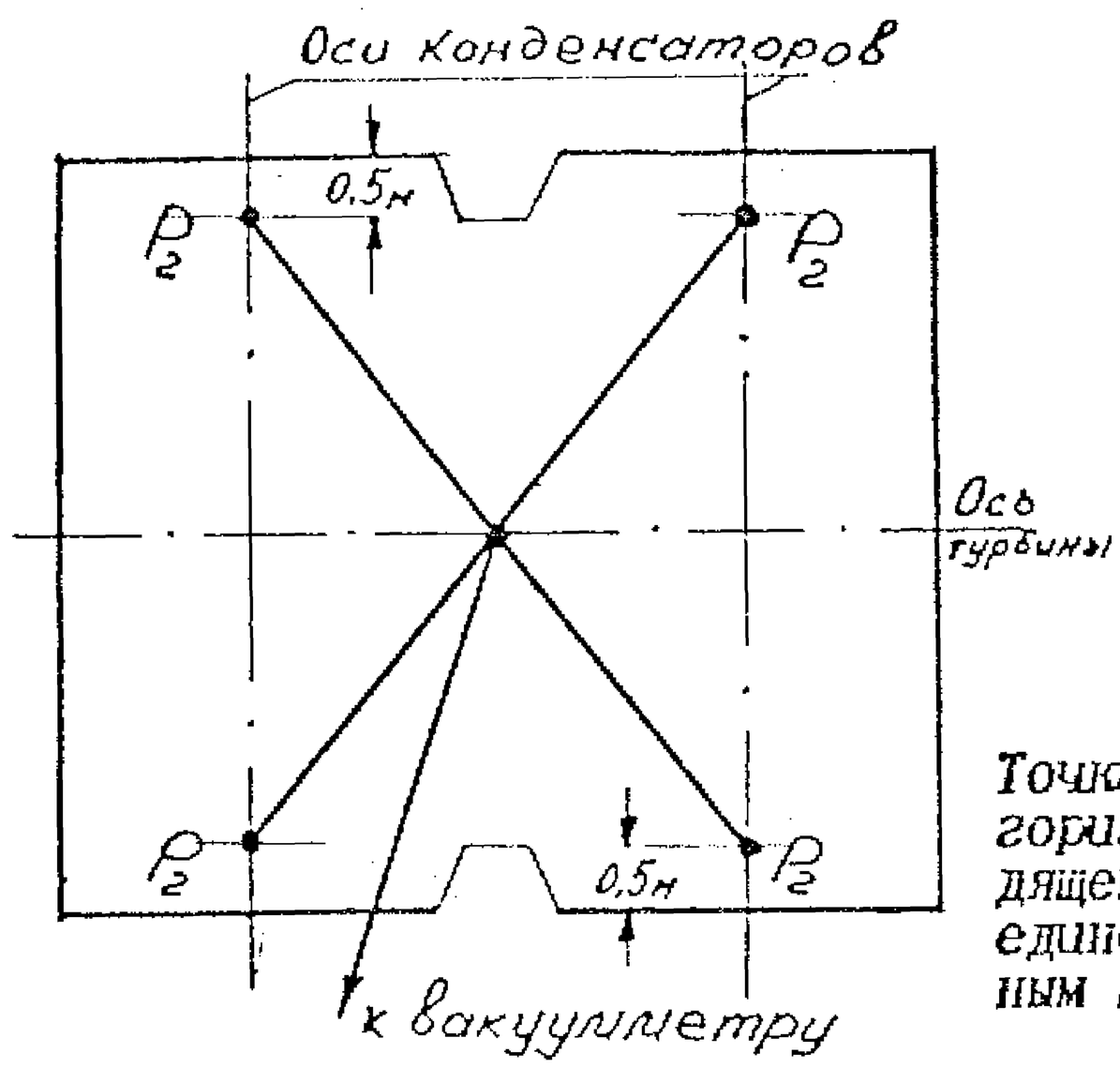


Рис. 9

Типовая энергетическая характеристика

УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Кон-тор 300КЦС-16 ЛМЗ



1. Давление отработавшего пара определять по усредненным значениям давления, измеренного в четырех точках парового пространства конденсатора расположение мест измерения давления пара P_2 в переходном патрубке (горловине) конденсатора показана на схеме.

Точки измерения P_2 расположены в горизонтальной плоскости, проходящей на 1 м. выше плоскости соединения конденсатора с переходным патрубком.

2. Определение расхода пара в конденсатор производить:

по давлению пара в YI отборе (кгс/см абс.):

$$D_2 = 270 P_n^{\nu} \quad т/ч$$

по расходу свежего пара на турбину:

$$D_2 = 0{,}636 D_0 \quad т/ч$$

3. Разность энтальпий отработавшего пара и конденсата Δi_2 ккал/кг принимать:

для $D_2 = 600$ т/ч – $\Delta i_2 = 550$ ккал/кг

$D_2 = 450$ т/ч – $\Delta i_2 = 560$ ккал/кг

$D_2 = 250$ т/ч – $\Delta i_2 = 570$ ккал/кг