МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА К-14000 ТУРБИНЫ Т-250/300-240 ТМЗ

ТХ 34-70-011-85

СПО

СОЮЗТЕХЭНЕРГО

Москва 1985

УДК 621.175(083.75)

С О С Т А В Л Е Н О предприятием "Южтехэнерго" производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л И инженеры Е.И.МИХАЙЛОВЦЕВ, Л.Е.ПОВАЛЬЧУК, Ю.В.ФЛАК

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 02.07.85 г.

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1985.

Рис.I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА (W =22400 м^3/ч; F =I4000 м^2)	Тип К-I4000 ТМЗ

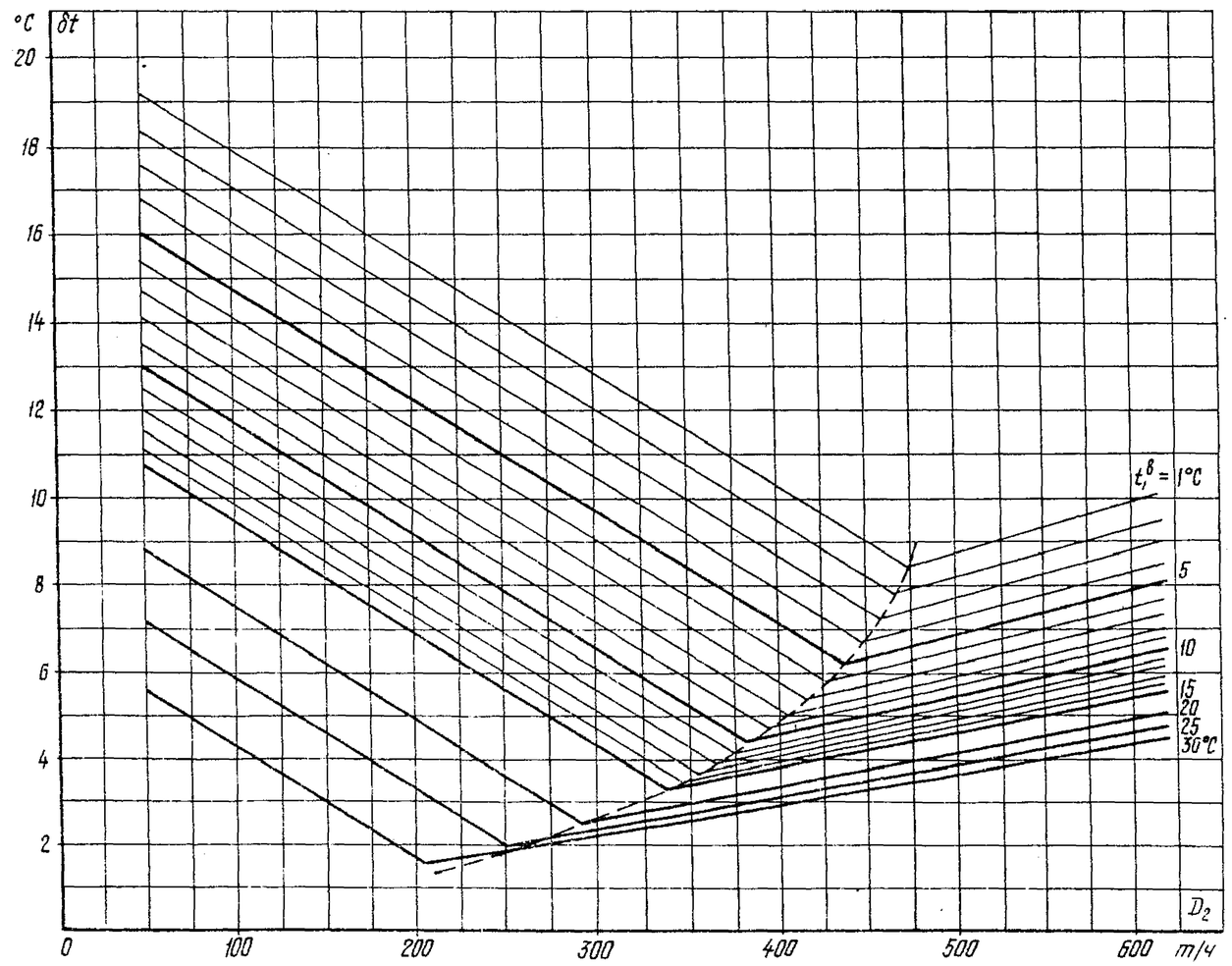


Рис.2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА (W=28000 м³/ч; F =14000 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

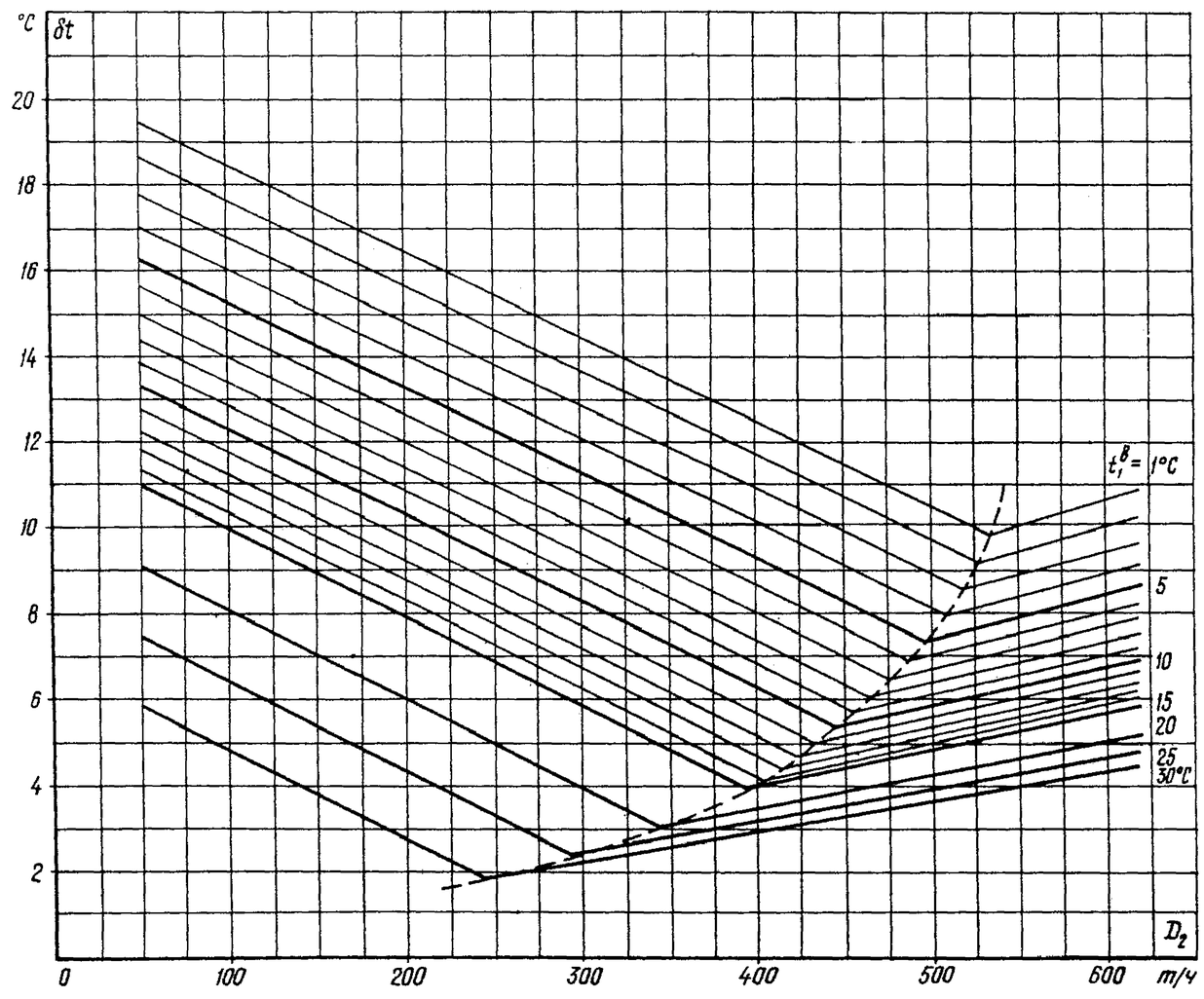


Рис.3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА (W =33600 м³/ч; F =14000 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

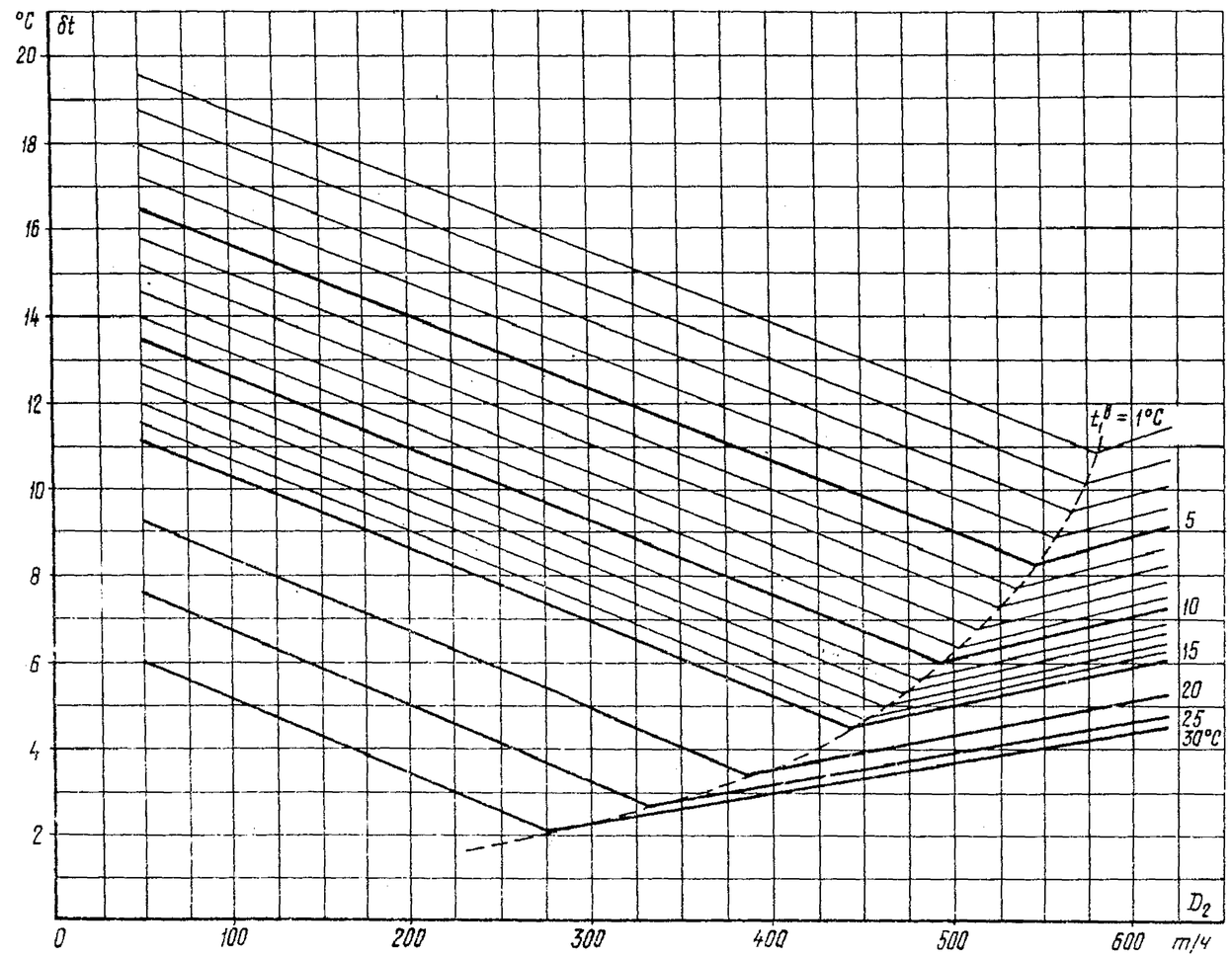


Рис.4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ (W =22400 м³/ч; F =14000 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

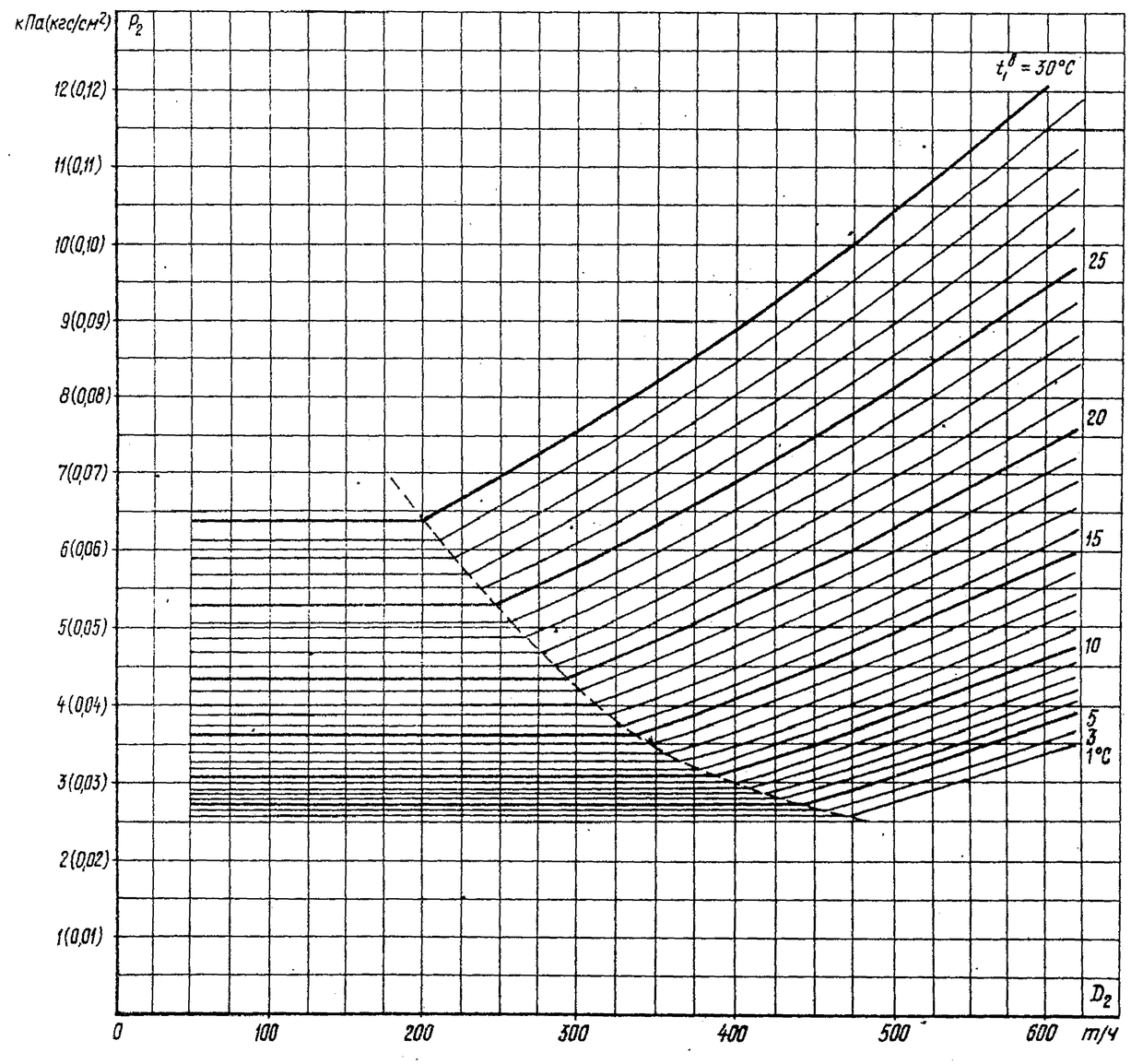


Рис.5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ (W=28000 м³/ч; F =14000 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

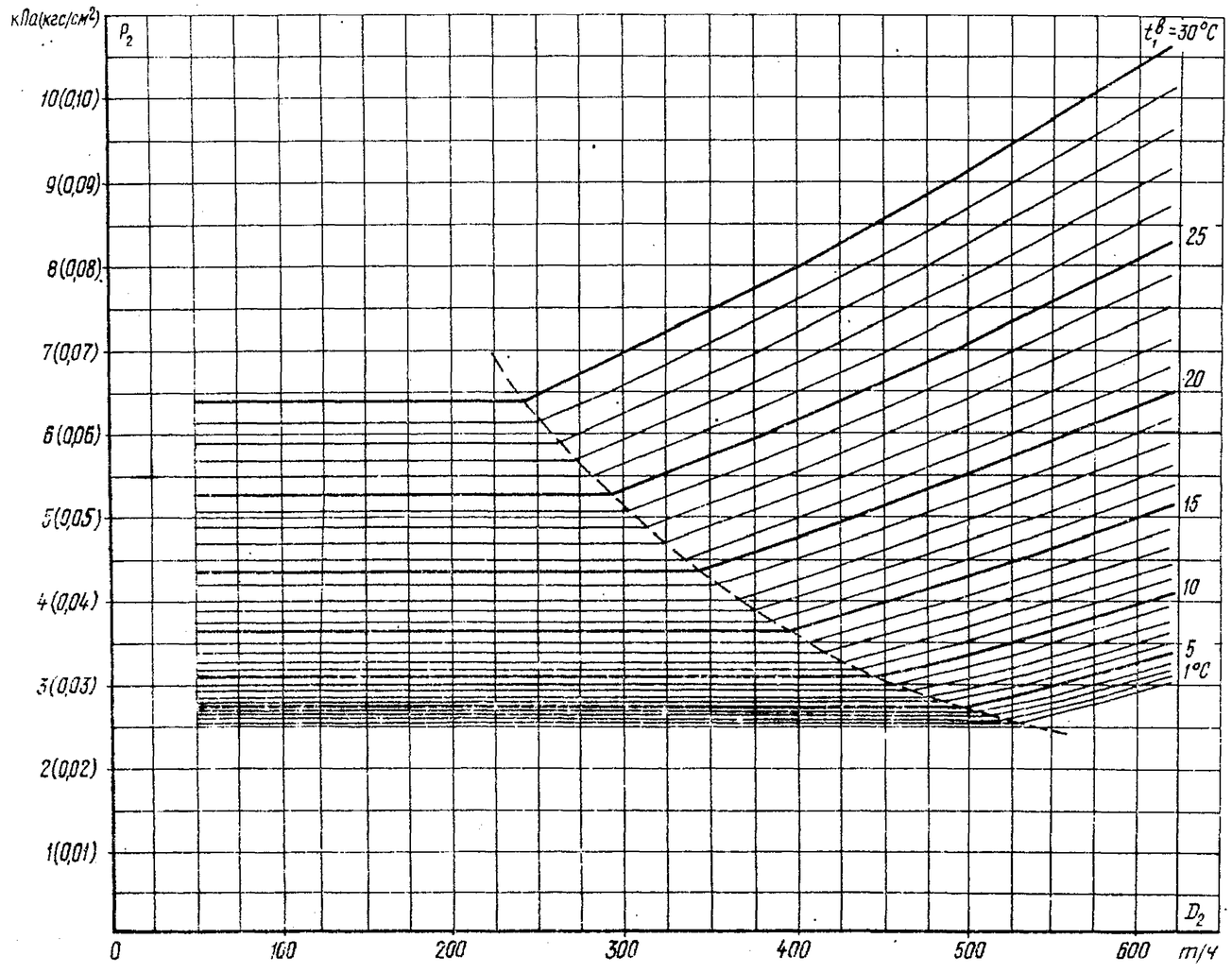


Рис.6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ (W =33600 м³/ч; F =14000 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

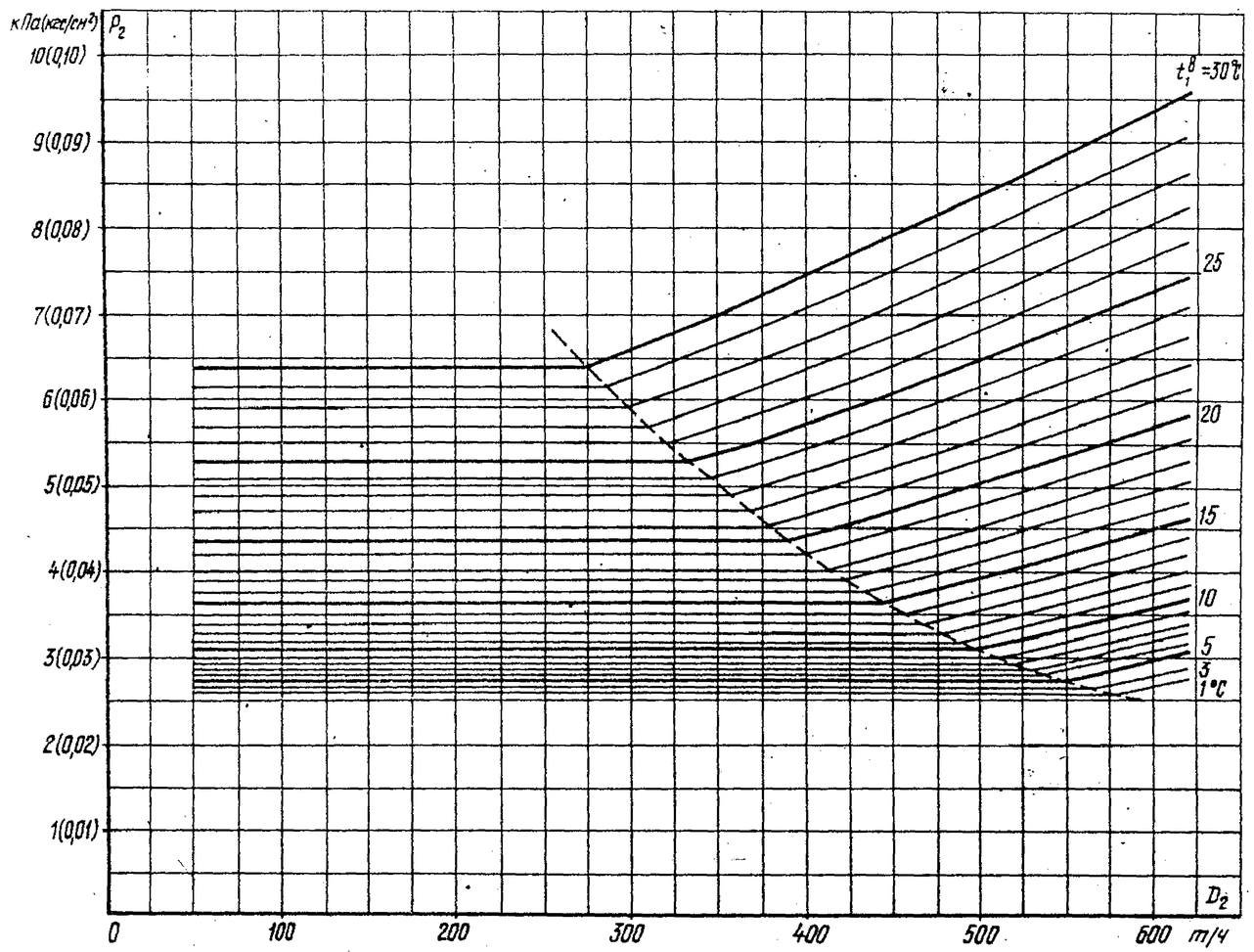


Рис.7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА ($W_{д.п.}$ =22700 м^3/ч; F =11200 м^2)	Тип К-14000 ТМЗ

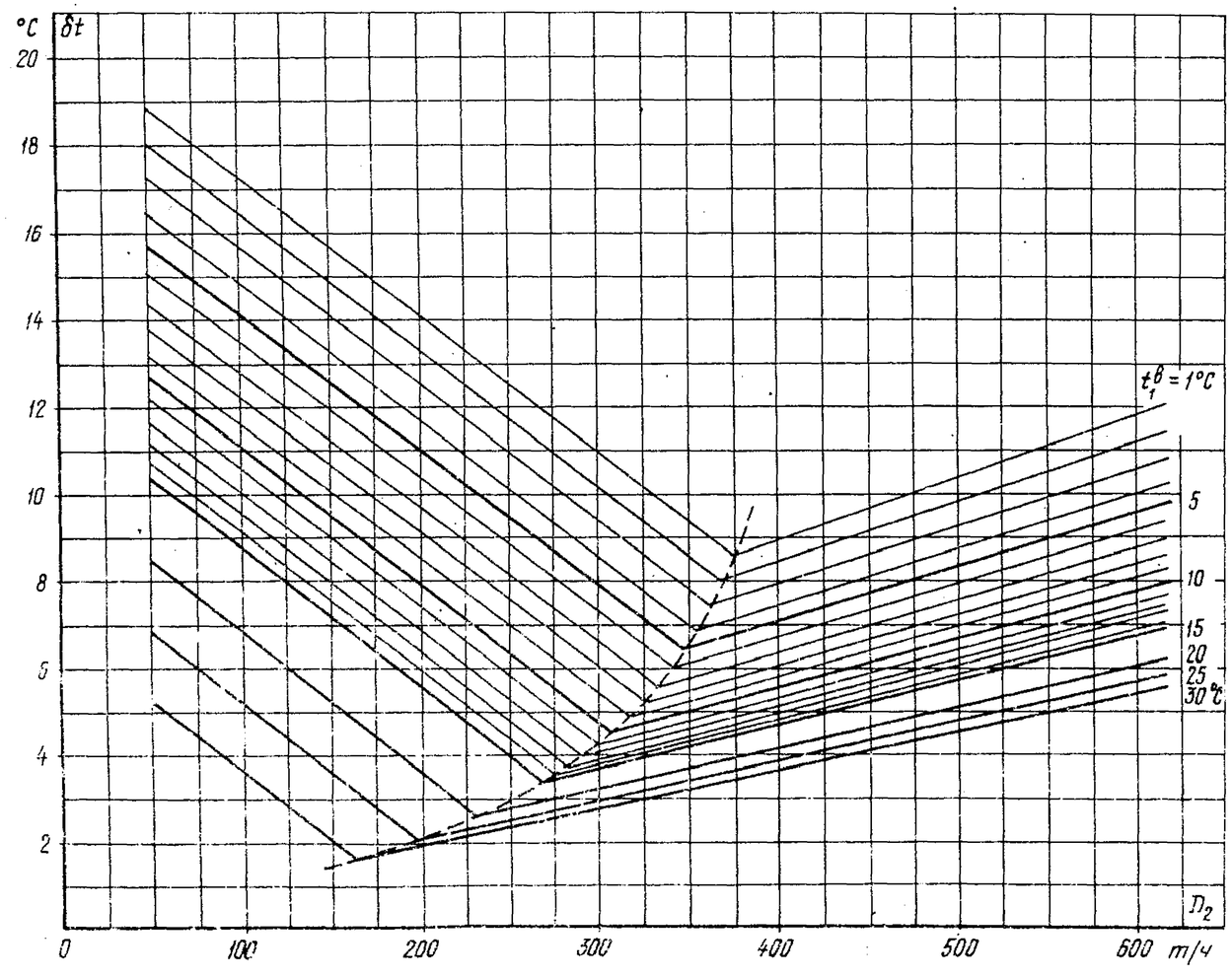


Рис.8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА ($W_{0.п.}$=22700 м^3/ч; F =11200 м^2)	Тип К-14000 ТМЗ

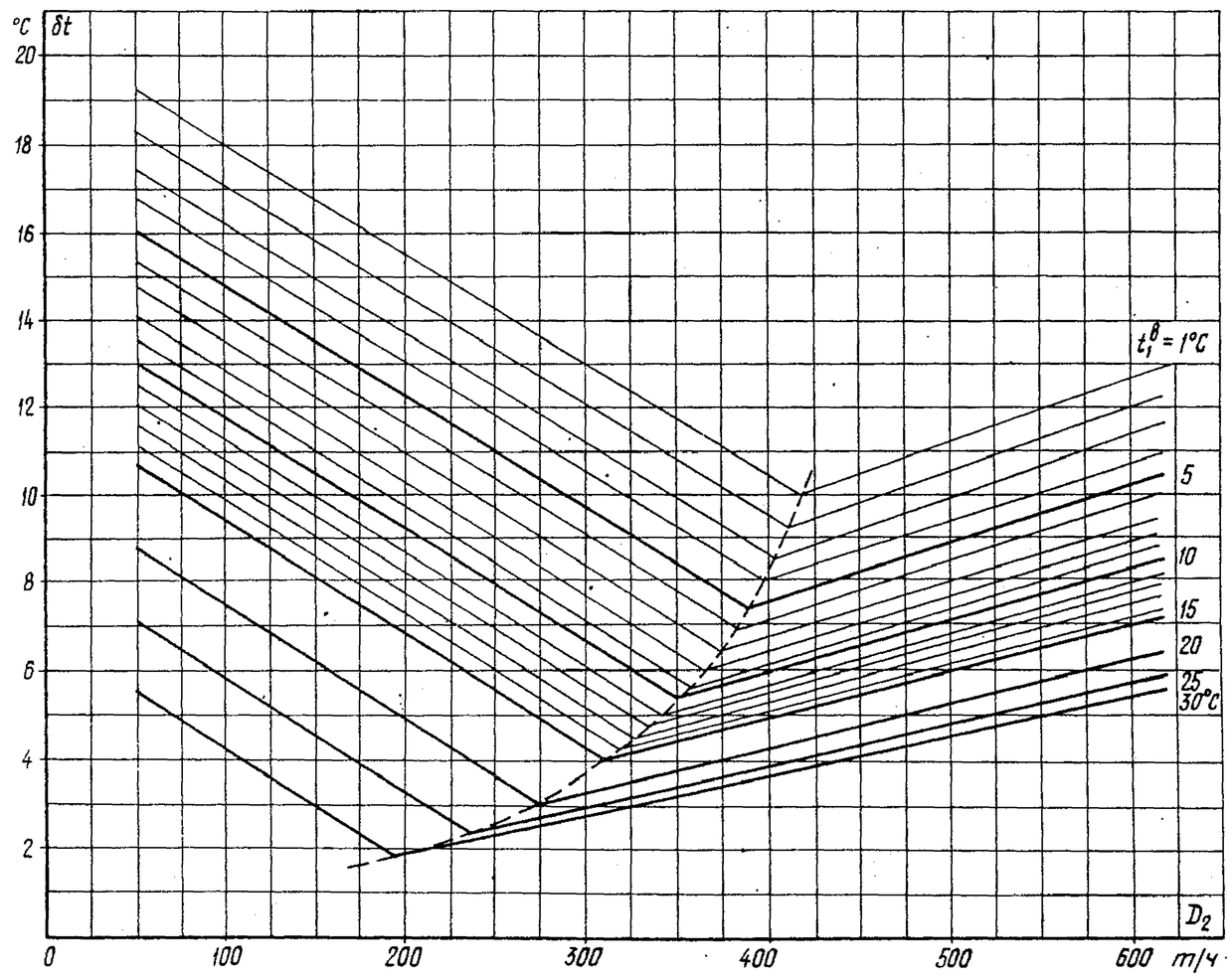


Рис.9	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ НАПОР КОНДЕНСАТОРА ($W_{0.П}$=27240 м³/ч; F =11200 м²)	Тип К-14000 ТМЗ

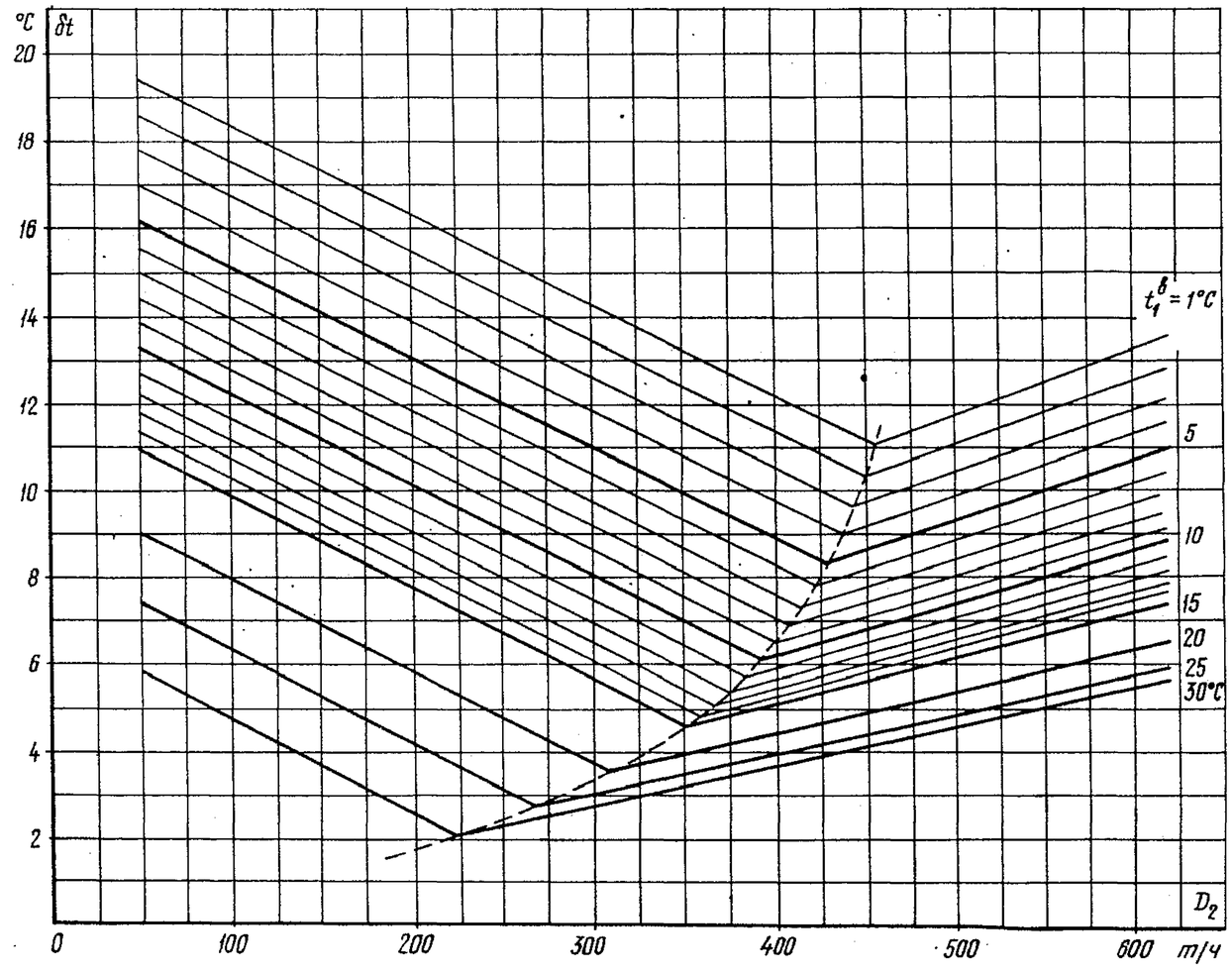


Рис.I0	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ ($W_{0.п.}$=I8I60 м³/ч; F =II200 м²)	Тип К-I4000 ТМЗ

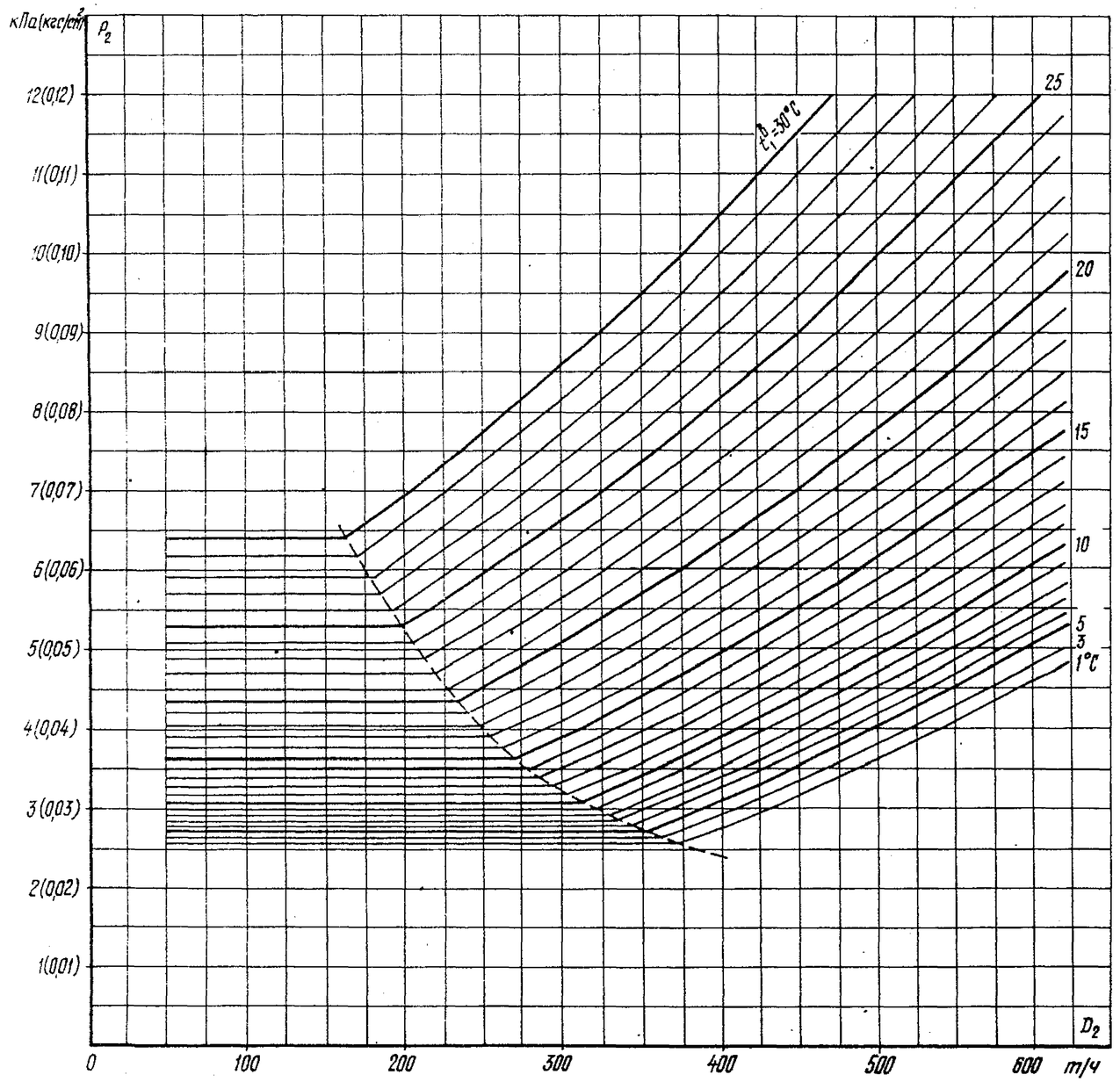


Рис.II	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ ($W_{0.п.}$=22700 м^3/ч; F =11200 м^2)	Тип К-14000 ТМЗ

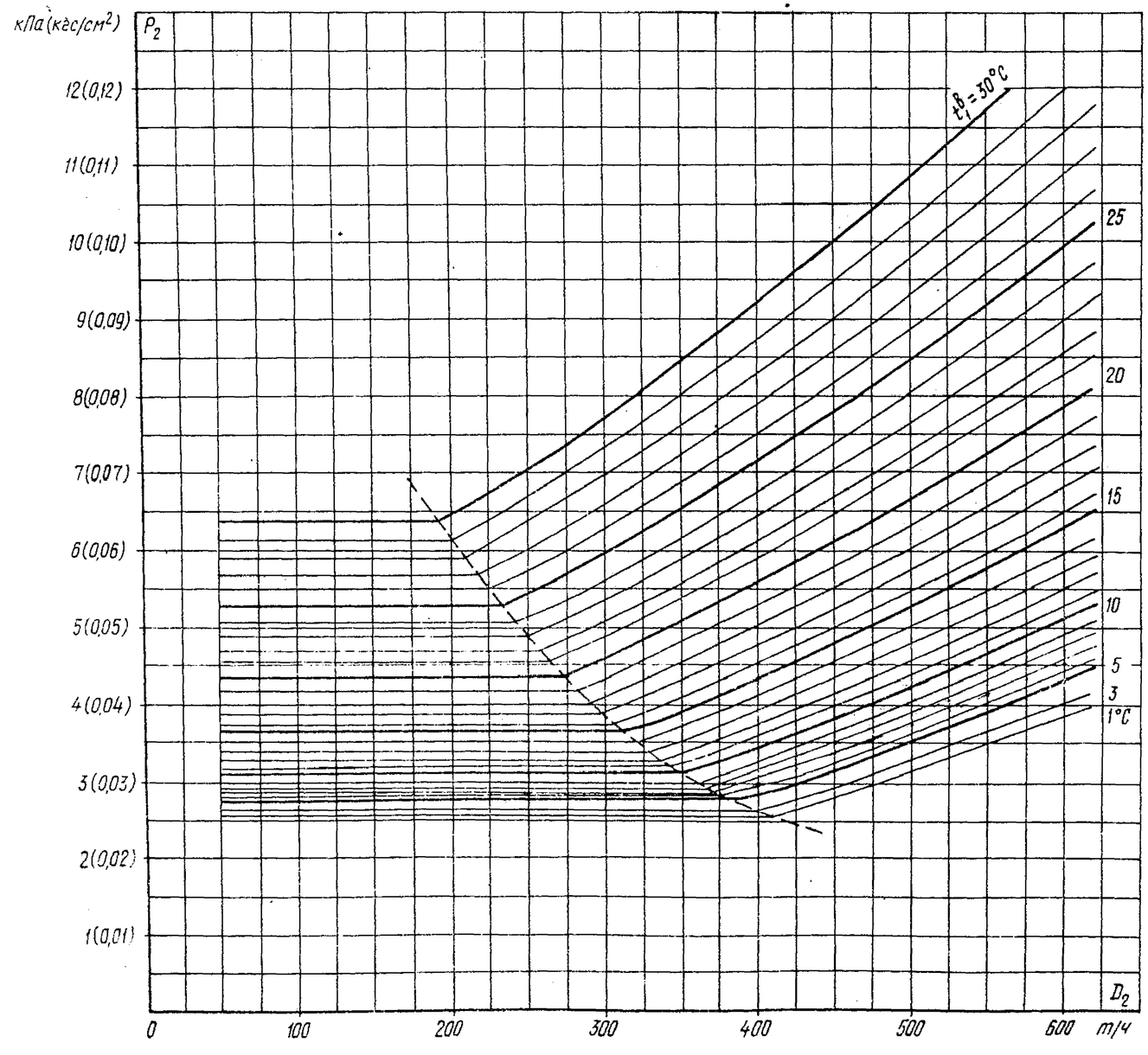


Рис.I2	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕ ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ ($W_{0.п}$=27240 м^3/ч; F =II200 м^2)	Тип К-I4000 ТМЗ

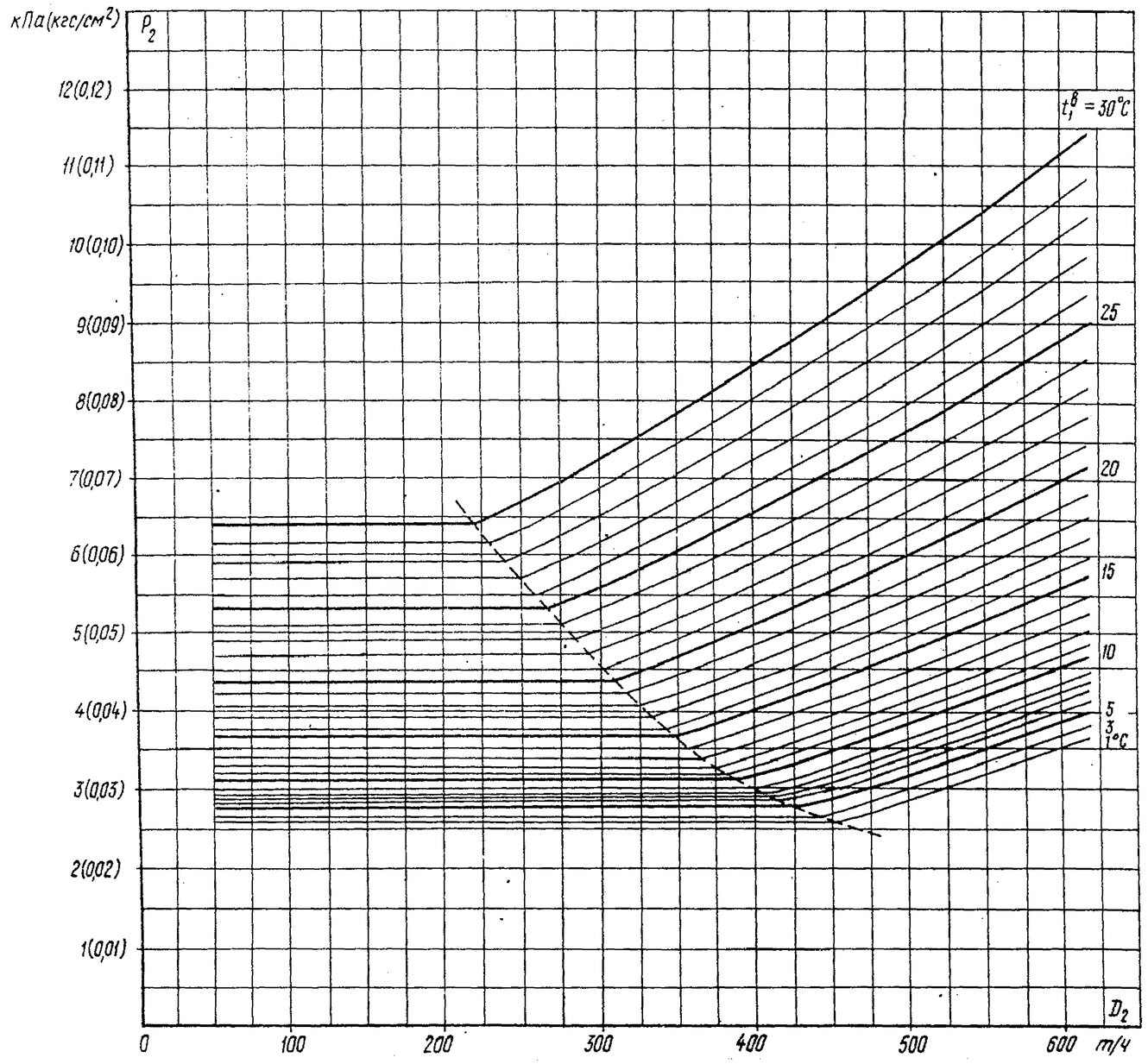


Рис.I3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ТЕПЛОТА, ОТДАВАЕМАЯ I КГ ОТРАБОТАВШЕГО ПАРА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЕ	Тип К-I4000 ТМЗ

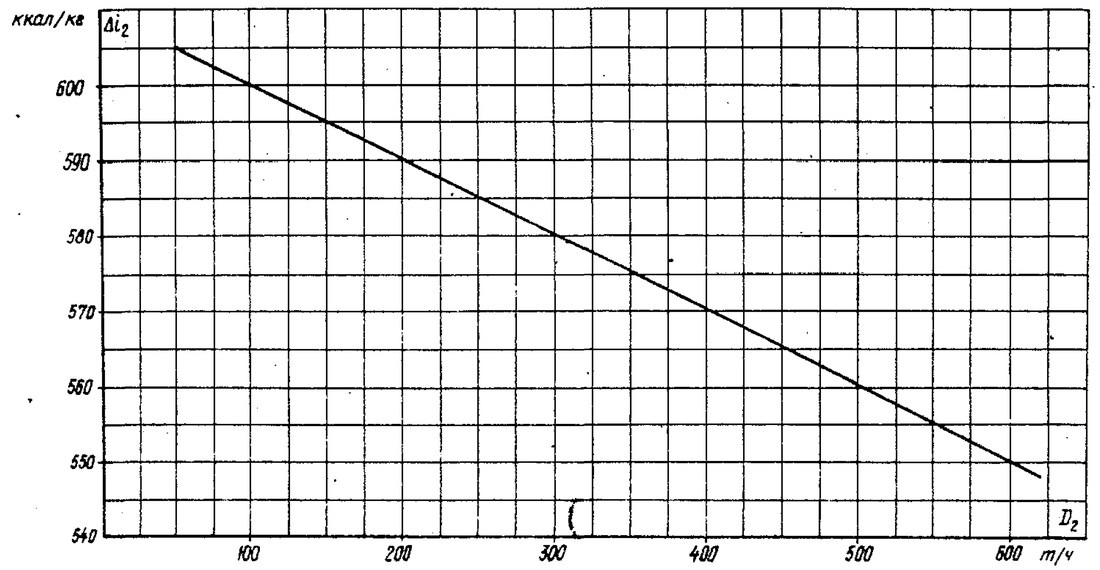
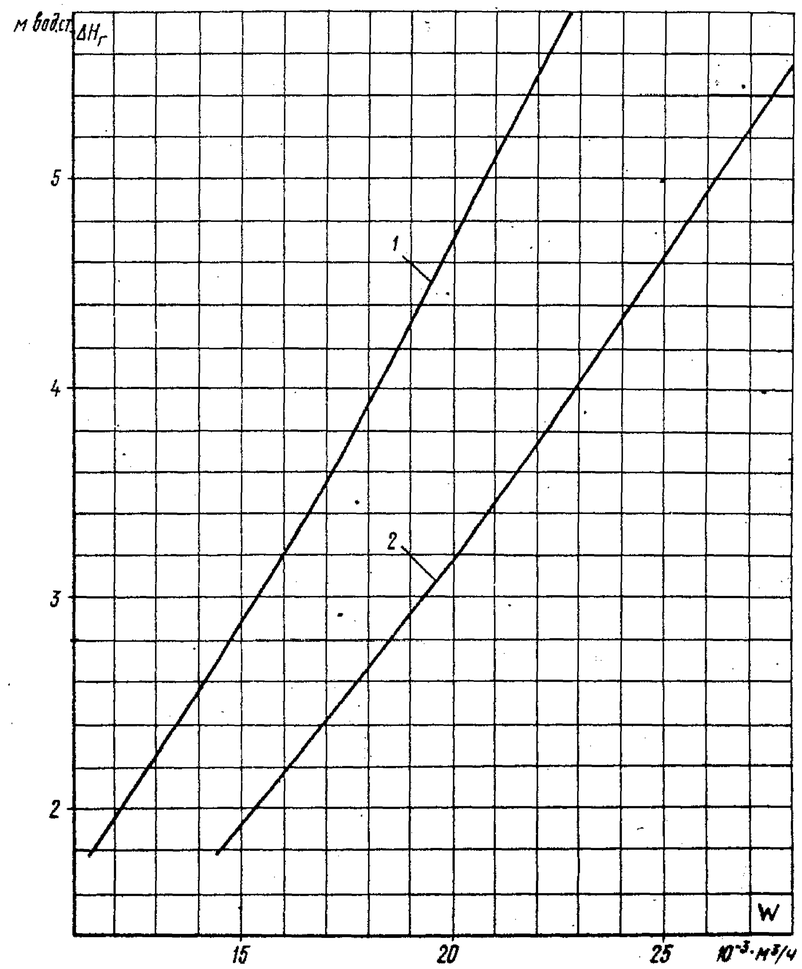
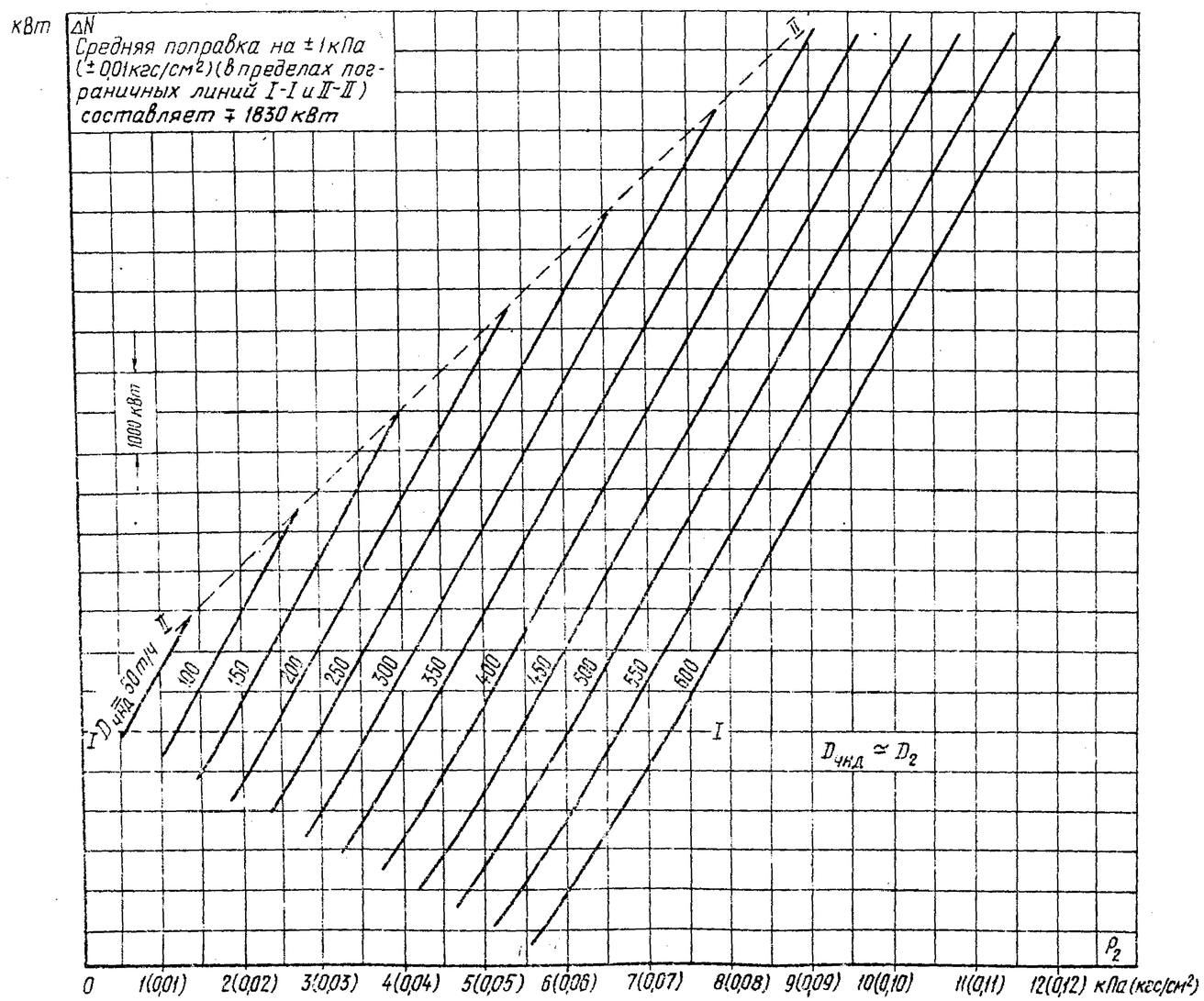


Рис.I4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА	Тип К-I4000 ТМЗ



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

Рис.15	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА ПОПРАВКА К МОЩНОСТИ ТУРБИНЫ НА ДАВЛЕНИЕ ОТРАБОТАВШЕГО ПАРА В КОНДЕНСАТОРЕ	Тип К-14000 ТМЗ



Приложение

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Типовая энергетическая характеристика конденсатора 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, I982).

Представленные зависимости соответствуют коэффициенту чистоты поверхности охлаждения конденсатора a = 0,75 (эксплуатационно чистый конденсатор).

Присосы воздуха в вакуумную систему соответствуют нормам ПТЭ и составляют 30 кг/ч.

Характерной особенностью теплофикационного режима турбины Т-250/300-240 ТМЗ является эксплуатация в отопительный период на режиме с минимальным (вентиляционным) расходом пара через ЧНД или даже с полностью закрытой регулирующей диафрагмой перед ЧНД. Такой режим с отсутствием конденсационной электрической выработки поддерживается практически на всех ТЭЦ в течение всего отопительного периода, в связи с чем необходимость планирования и нормирования работы конденсационной установки на этот период отпадает. Тем не менее на нормативных графиках слева от граничной штрих-пунктирной кривой показаны значения давления отработавшего пара P_2 и температурного напора для зоны пониженных расходов пара через ЧНД, где на режим конденсационной установки начинает оказывать влияние работа комплектующего конденсационную установку пароструйного эжектора ТМЗ.

Из-за отсутствия экспериментальных данных для этих режимов работы конденсационной установки в этой зоне зависимости построены по данным ТМЗ (тепловой расчет конденсатора БТ-20I700-РРI) и должны служить только для ориентировочной оценки ожидаемого уровня давления и температурного напора в конденсаторе при работе турбины с малыми паровыми нагрузками ЧНД. Как показывает опыт эксплуатации, на давление отработавшего пара в зоне, где режим конденсатора определяется характеристикой эжектора, расход охлаждающей воды влияния не оказывает.

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

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТОРА

Площадь поверхности охлаждения, $м^2$:	
полная	I4000
встроенного пучка	2800
Номинальный расход пара в конденсатор, т/ч	600
Расчетное количество охлаждающей воды, $м^3/ч$:	
при пропуске через все пучки	28000
при пропуске через основной пучок	22700
Число ходов воды	2
Число потоков	2
Длина трубок, м:	
основного пучка	9,0
воздухоохладителя	9,0
встроенного пучка	8,32
Диаметр трубок, мм:	
основного пучка	24 x I,0 и 24 x 2,0
воздухоохладителя	25 x I,2
встроенного пучка	24 x I,0
Количество трубок, шт.:	
в основном пучке	I4232 и 302
в воздухоохладитель	I954
во встроенном пучке	4268
Материал трубок:	
основного пучка	МНЖ5-I (ТУ 48-2I-562-76) или Л070-I (ГОСТ 2I646-76)
воздухоохладителя	I2XI8HI0T (ГОСТ 994I-8I)
встроенного пучка	МНЖ5-I (ТУ 48-2I-562-76) или Л070-I (ГОСТ 2I646-76)
Воздухоудаляющее устройство	три пароструйных эжектора ЭП-3-3

3. ОБЪЕМ ТИПОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типовая характеристика содержит все данные, необходимые для нормирования и контроля за работой конденсационной установки.

На рис.I-3, 7-9 представлены зависимости температурного напора конденсатора от паровой нагрузки при различных температурах и расходах охлаждающей воды.

На рис.4-6, I0-I2 представлены зависимости давления пара в конденсаторе от паровой нагрузки при различных температурах и расходах охлаждающей воды.

Указанные выше зависимости приведены при трех расходах охлаждающей воды - расчетном, 80 и I20% расчетного при пропуске через все пучки и только через основной пучок.

Гидравлическое сопротивление конденсатора (потеря давления охлаждающей воды) в зависимости от расхода охлаждающей воды при пропуске через основной пучок и через все пучки приведено на рис.I4.

На рис.I5 представлена сетка поправок на давление отработавшего пара, необходимая для расчетов снижения экономичности турбоагрегата при некачественной работе конденсационной установки и эффекта от внедрения мероприятий, улучшающих качество работы вакуумной системы.

Перечисленные зависимости позволяют проводить анализ работы конденсационной установки для различных режимов ее эксплуатации.

4. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ И СОСТОЯНИЕМ КОНДЕНСАТОРА

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

Контроль за работой конденсатора осуществляется сопоставлением измеренных в условиях эксплуатации давления в конденсаторе P_2 и температурного напора δt с нормативными значениями $P_2^н$ и $\delta t^н$, соответствующими тем же условиям. Сравнительный анализ результатов измерений и нормативных показателей позволяет обнаружить изменения в работе конденсатора и установить вероятные причины этих изменений.

Анализ работы конденсатора необходимо проводить при паровых нагрузках D_2=400÷600 т/ч.

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

4.I. Давление пара в конденсаторе

Для измерения давления пара в конденсаторе устанавливается 4 зонда в соответствии со схемой.

Зонды располагаются на расстоянии около I м над верхним рядом трубок и соединяются соединительными (импульсными) трубками с усредняющим сосудом, от которого сигнал по давлению одной трубкой выводится наружу к измерительному прибору. В качестве измерительного прибора рекомендуется использовать преобразователь абсолютного давления "Сапфир-22ДА" с пределом измерений 0-I6 кПа (0-I600 кгс/м^2) класса точности 0,25 с вторичным регистрирующим прибором КСУ-4 класса 0,25.

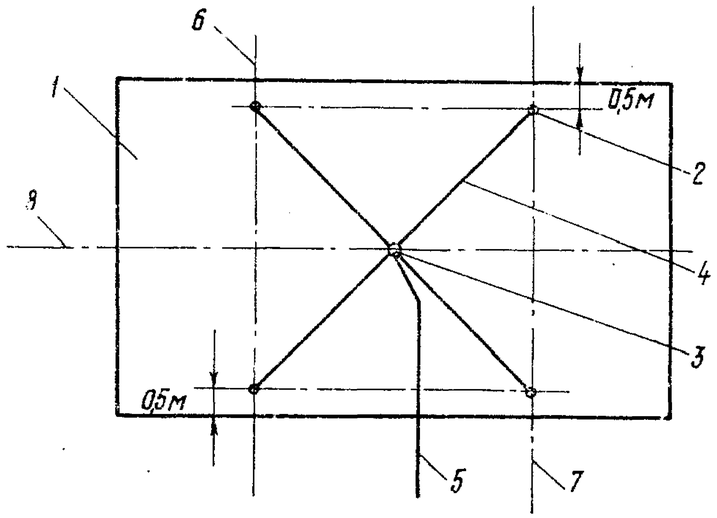


Схема расположения зондов для измерения давления пара в горловине конденсатора:

I - горловина конденсатора; 2 - измерительный зонд; 3 - усредняющий сосуд; 4 - соединительная (импульсная) трубка; 5 - выводная соединительная (импульсная) трубка к прибору; 6 - передний поток ЦНД; 7 - задний поток ЦНД; 8 - ось турбины

Соединительные линии внутри и снаружи конденсатора должны иметь внутренний диаметр не менее 10 мм, прокладываться с уклоном 1:10, все сварные и резьбовые соединения проверяются на герметичность. Преобразователи давления устанавливаются выше места вывода соединительной линии из конденсатора.

4.2. Температура охлаждающей воды

Температура охлаждающей воды должна измеряться с помощью термопреобразователей сопротивления медных или платиновых, в качестве вторичного прибора рекомендуется использовать КСМ-4 класса точности 0,25. Необходимо провести метрологическую поверку каждого измерительного канала для повышения точности измерения температуры охлаждающей воды.

На подводящих трубопроводах охлаждающей воды следует устанавливать по одному термопреобразователю, на сливных - по три термопреобразователя на каждом трубопроводе на расстоянии 10-12 м от конденсатора. Термопреобразователи устанавливаются в гильзы длиной не менее 320 мм.

4.3. Гидравлическое сопротивление конденсатора

Потеря давления охлаждающей воды в конденсаторе измеряется в каждом потоке с помощью измерительных преобразователей разности давлений ДМЭ-МИ на предел измерений 0-0,1 МПа (0-1 кгс/см^2) класса точности 1,0 в комплекте со вторичным прибором КСУ-4 класса точности 0,25. Штуцера для забора давлений врезаются на расстоянии 0,5-1 м от водяных камер конденсатора, преобразователь разности давлений устанавливается ниже уровня врезки штуцеров, соединительные линии должны быть заполнены водой.

4.4. Расход пара в конденсатор

При эксплуатационном контроле расход пара в конденсатор может определяться по давлению в камере X отбора по формуле

$$D_2 = 1488\, p_n^X. \qquad (1)$$

Для измерения давления в камере X отбора рекомендуется применять измерительный преобразователь абсолютного давления "Сапфир 22ДА" с пределом измерений 0-40 кПа (0-4000 кгс/м^2) класса точности 0,25 в комплекте со вторичным прибором КСУ-4 класса точности 0,25. Требования по монтажу соединительных линий аналогичны изложенным в п.4.1.

4.5. Температурный напор

Температурный напор определяется по формуле

$$\delta t = t_2'' - t_2^{в}, \qquad (2)$$

где t_2'' находится как температура насыщения при измеренном давлении отработавшего пара в конденсаторе по таблицам "Теплофизических свойств воды и водяного пара" (М.: Издательство стандартов, 1969).

4.6. Расход охлаждающей воды

Расход охлаждающей воды на конденсатор определяется по тепловому балансу конденсатора или непосредственно измерением сегментными диафрагмами, устанавливаемыми на напорных подводящих водоводах в соответствии с "Методическими указаниями по организации измерений расхода воды в водоводах большого диаметра с помощью сегментных диафрагм" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1979). Расход охлаждающей воды по тепловому балансу конденсатора определяется по формуле

$$W = \frac{D_2 \Delta i_2}{\Delta t}, \qquad (3)$$

где Δi_2 определяется по рис.13 или с помощью зависимости:

$$\Delta i_2 = 610 - 0{,}1 D_2. \qquad (4)$$

5. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ ТУРБОАГРЕГАТА ПРИ ОТКЛОНЕНИИ ВАКУУМА В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ НОРМАТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Изменение мощности турбоагрегата при отклонении давления пара в конденсаторе от нормативного значения определяется по полученной экспериментальным путем сетке поправок, представленной на рис.15. Расход пара в ЧНД, необходимый для пользования сеткой поправок, может быть принят равным расходу пара в конденсатор.

6. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

D_2 - расход пара в конденсатор (паровая нагрузка конденсатора), кг/с (т/ч);
P_2 - давление пара в конденсаторе, кПа (кгс/см^2);
$t_2^{н}$ - температура насыщения при давлении пара в конденсаторе, ^{o}C;
$t_1^{в}$ - температура охлаждающей воды на входе в конденсатор, ^{o}C;
$t_2^{в}$ - температура охлаждающей воды на выходе из конденсатора, ^{o}C;
Δt - нагрев охлаждающей воды в конденсаторе, ^{o}C;
δt - конечный температурный напор, ^{o}C;
W - расход охлаждающей воды при пропуске через все пучки, м^3/с (м^3/ч);
$W_{о.п}$ - расход охлаждающей воды при пропуске через основной пучок, м^3/с (м^3/ч);
$\Delta H_г$ - гидравлическое сопротивление конденсатора (потеря давления охлаждающей воды в конденсаторе), кПа (м вод.ст.);
Δi_2 - теплота, отдаваемая I кг отработавшего пара охлаждающей воде, кДж/кг (ккал/кг);
ΔN - поправка к мощности турбоагрегата на изменение давления пара в конденсаторе, кВт;
$P_п^{X}$ - давление пара в камере X отбора, МПа (кгс/см^2);
a - коэффициент чистоты поверхности конденсатора.