МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника
Главтехуправления

Д.Я.ШАМАРАКОВ

13.06.83 г.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА 800 КЦС-3 ТУРБИНЫ К-800-240-3 ЛМЗ

РД.34.30.728-84

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1984

621.175:621.176.5(083.75)

Составлено Донтехэнерго

С о с т а в и т е л ь инж.В.И.ФЕДОРОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1984.

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Литературный редактор М.Г.Полоновская
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор В.Д.Алексеева

Подписано к печати 16.01.84 Формат 60x84 1/8
Печ.л. 1,5 (усл.-печ.л.1,4) Уч.-изд.л. 1,2 Тираж 400 экз.
Заказ № 22/84 Издат. № 171/83 Цена 18 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул. Ивана Бабушкина, д.23, корп.2

Рис.I	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость температурного напора конденсатора от расхода пара в конденсатор и температуры охлаждающей воды. $W = (0,9 \div 1,1)W^{н} = 65000 \div 80000$ м³/ч	Тип 800 КЦС-3

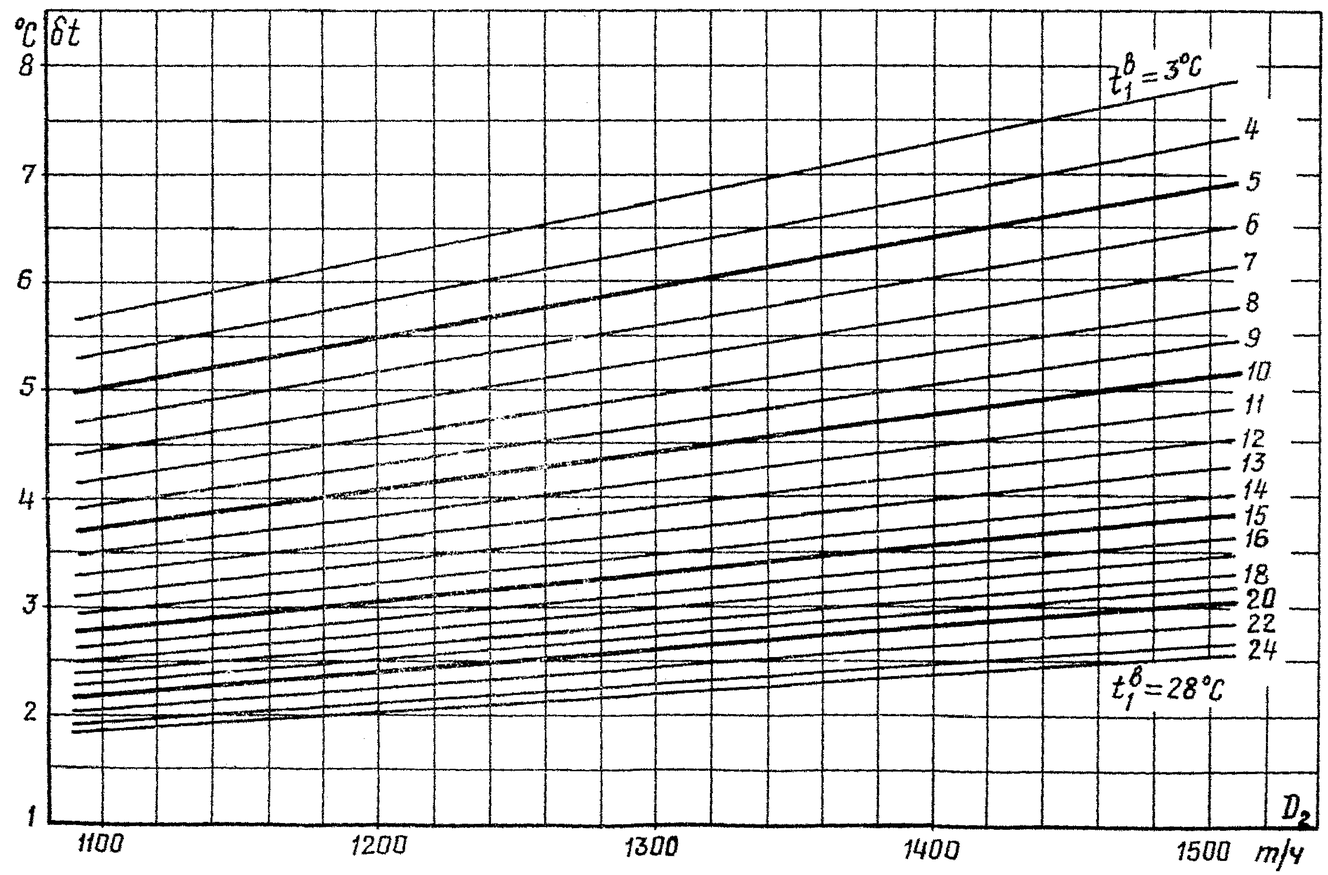


Рис.2 .	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость температурного напора конденсатора от расхода пара в конденсатор и температуры охлаждающей воды. $W = (1,1 \div 1,4)\,W^{H} = 80000 \div 100000$ м³/ч	Тип 800 КЦС-3

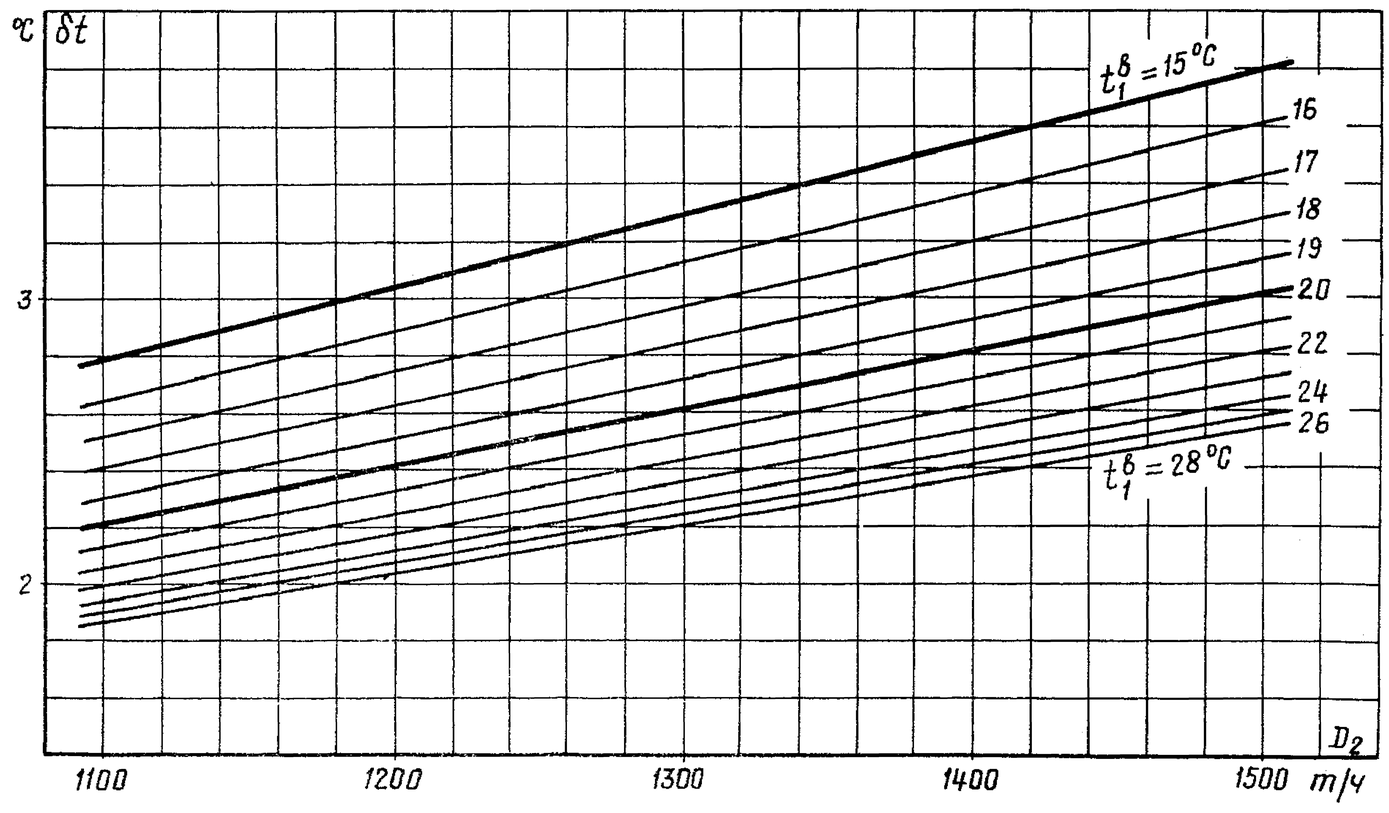


Рис.3	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара в конденсатор и температуры охлаждающей воды. $W = W^{H} = 73000$ м³/ч	Тип 800 КЦС-3

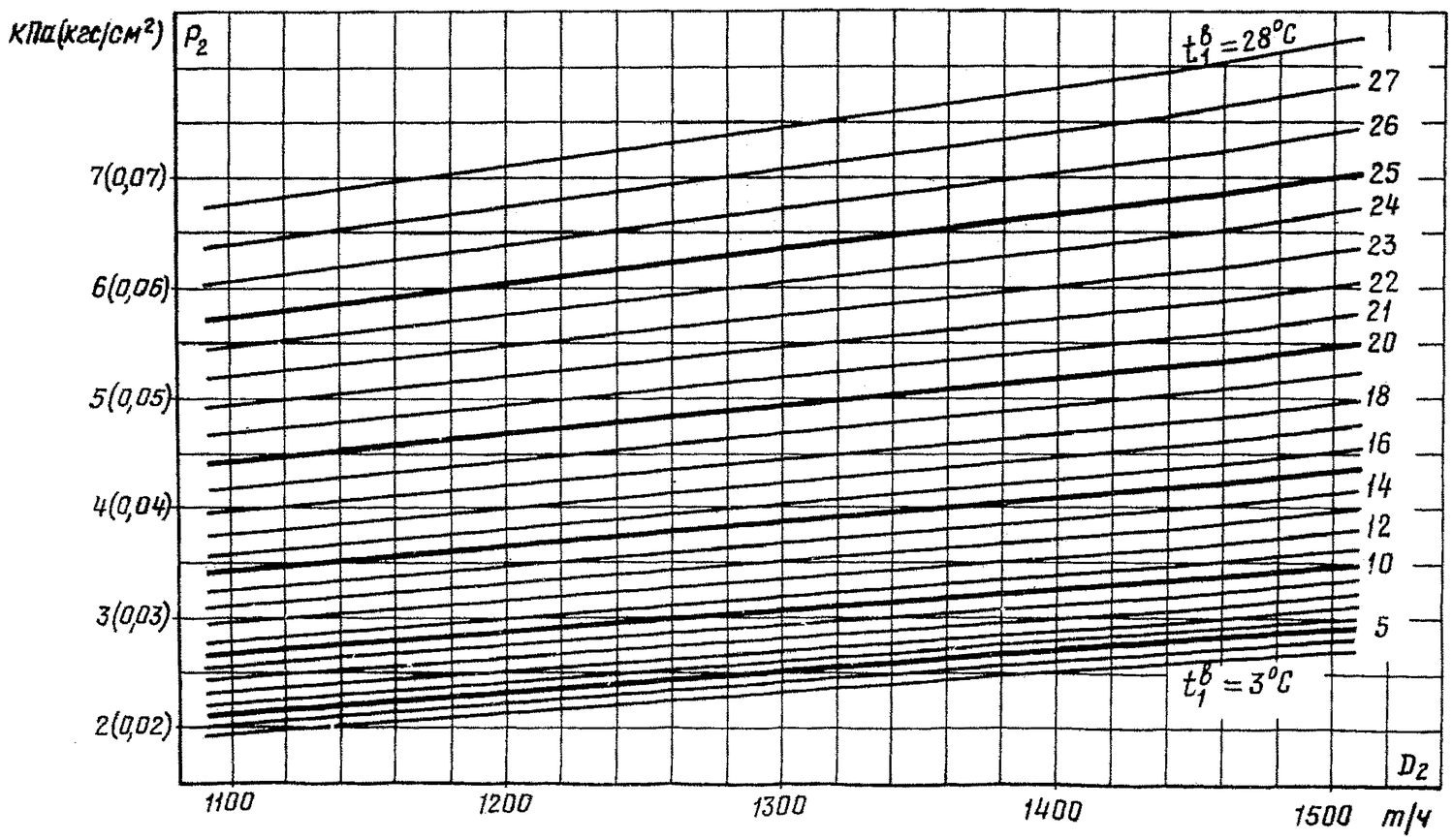


Рис.4	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара в конденсатор и температуры охлаждающей воды. $W = 0,9\,W^{н} = 65000$ м³/ч	Тип 800 КЦС-3

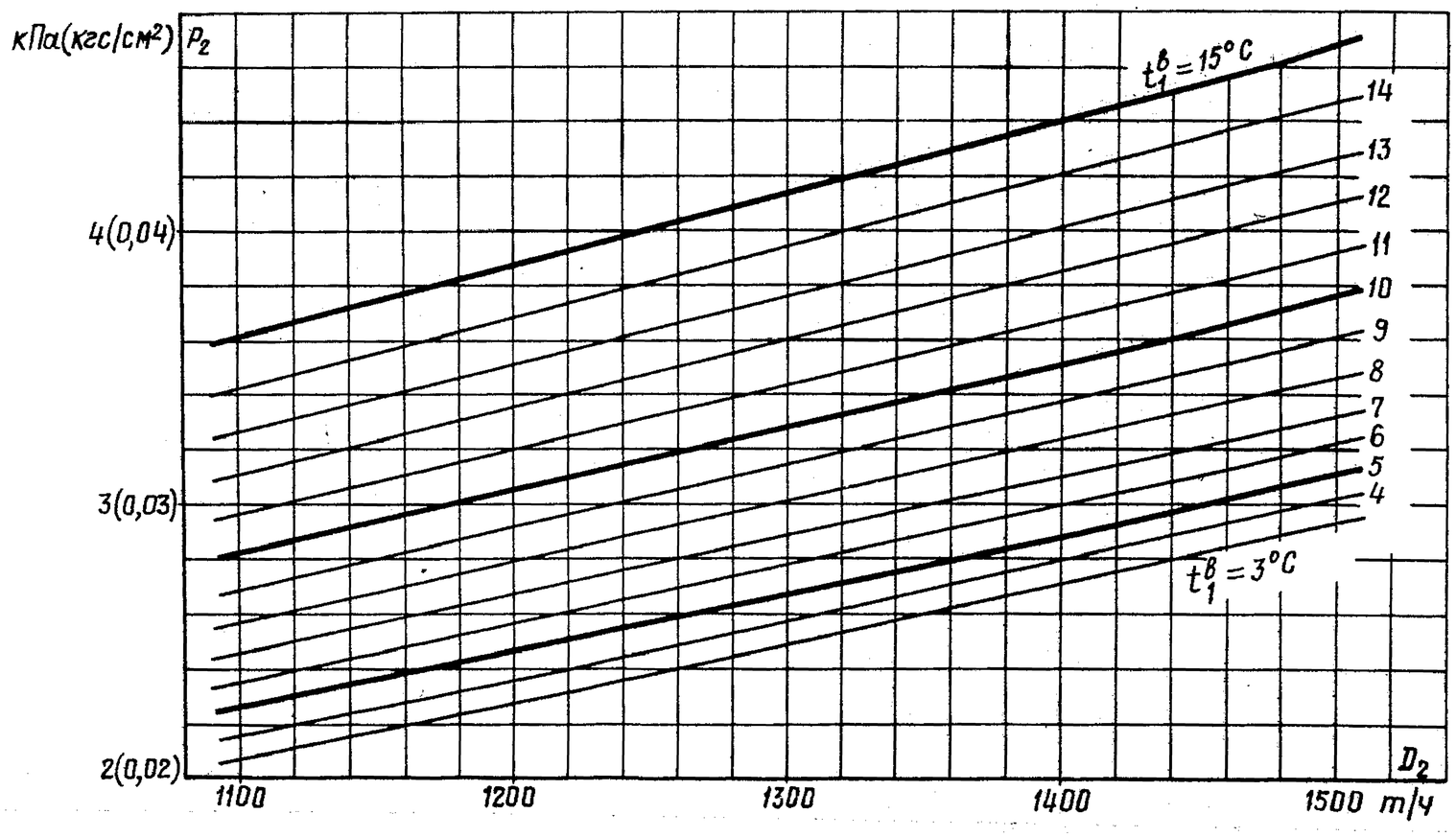


Рис.5	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость абсолютного давления в конденсаторе от расхода пара в конденсатор и температуры охлаждающей воды. W = I,2 $W^{н}$ = 90000 м³/ч	Тип 800 КЦС-3

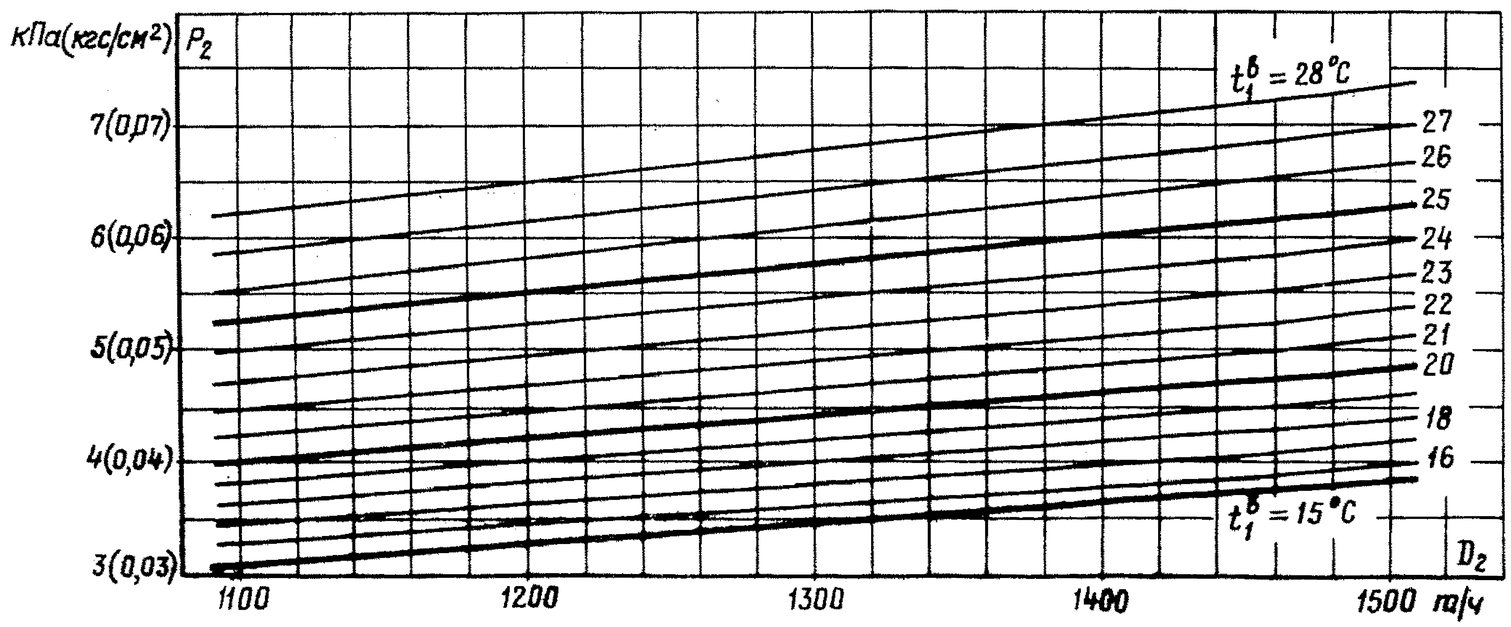


Рис.6	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Зависимость гидравлического сопротивления конденсатора от расхода охлаждающей воды через него	Тип 800 КЦС-3

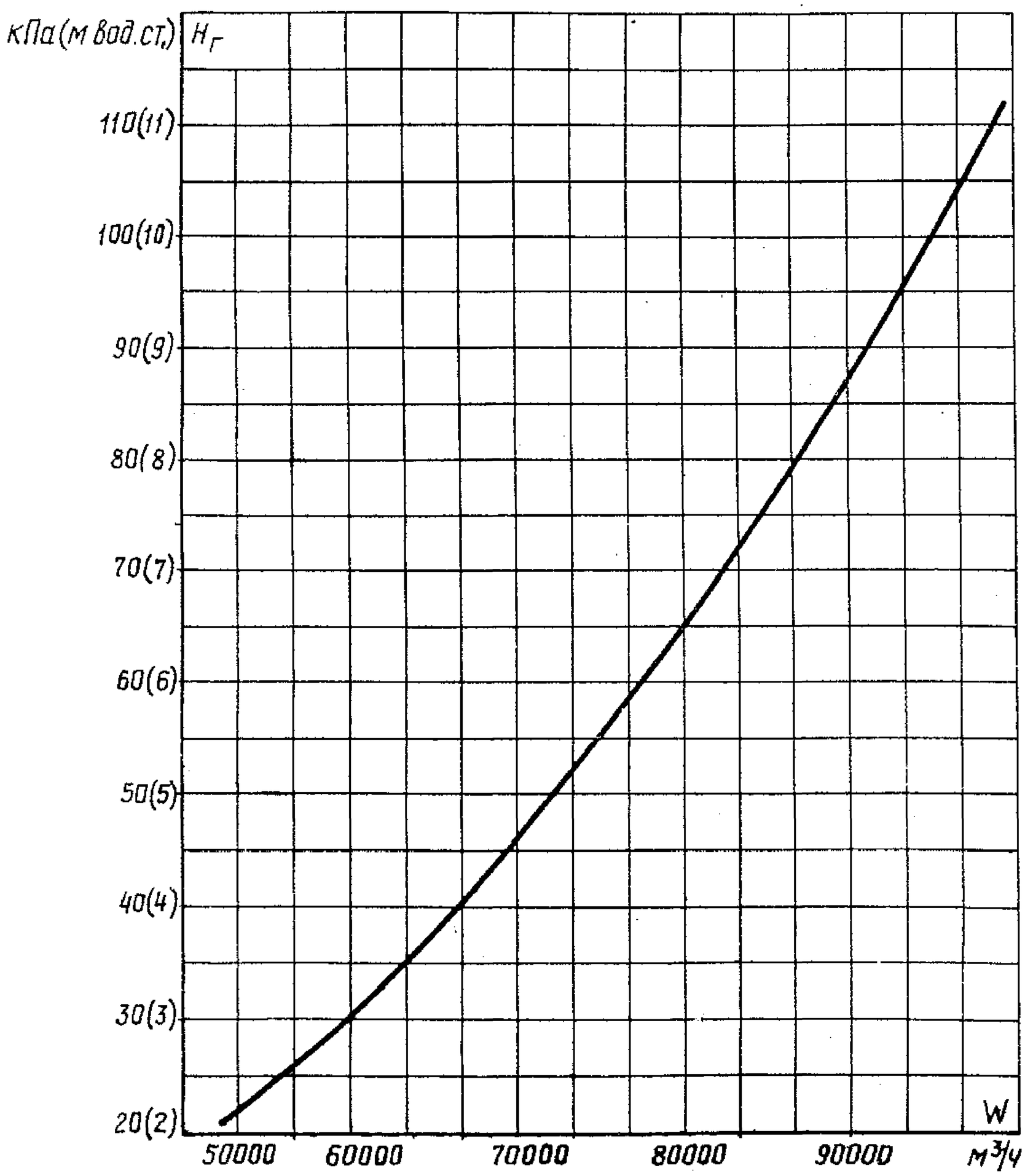


Рис.7	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Поправка к мощности турбины К-800-240-3 ЛМЗ на отклонение давления отработавшего пара в конденсаторе	Тип 800 КЦС-3

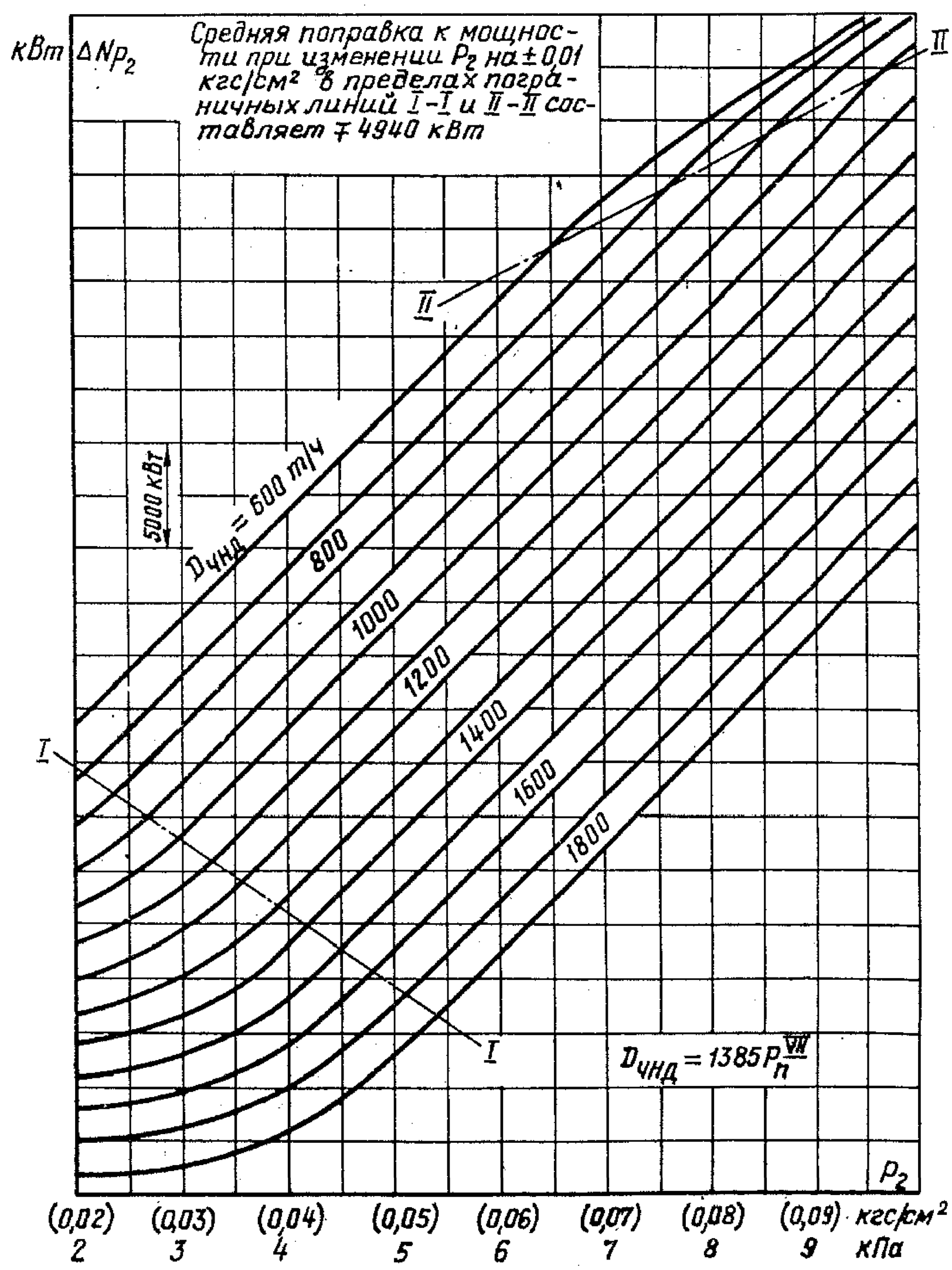
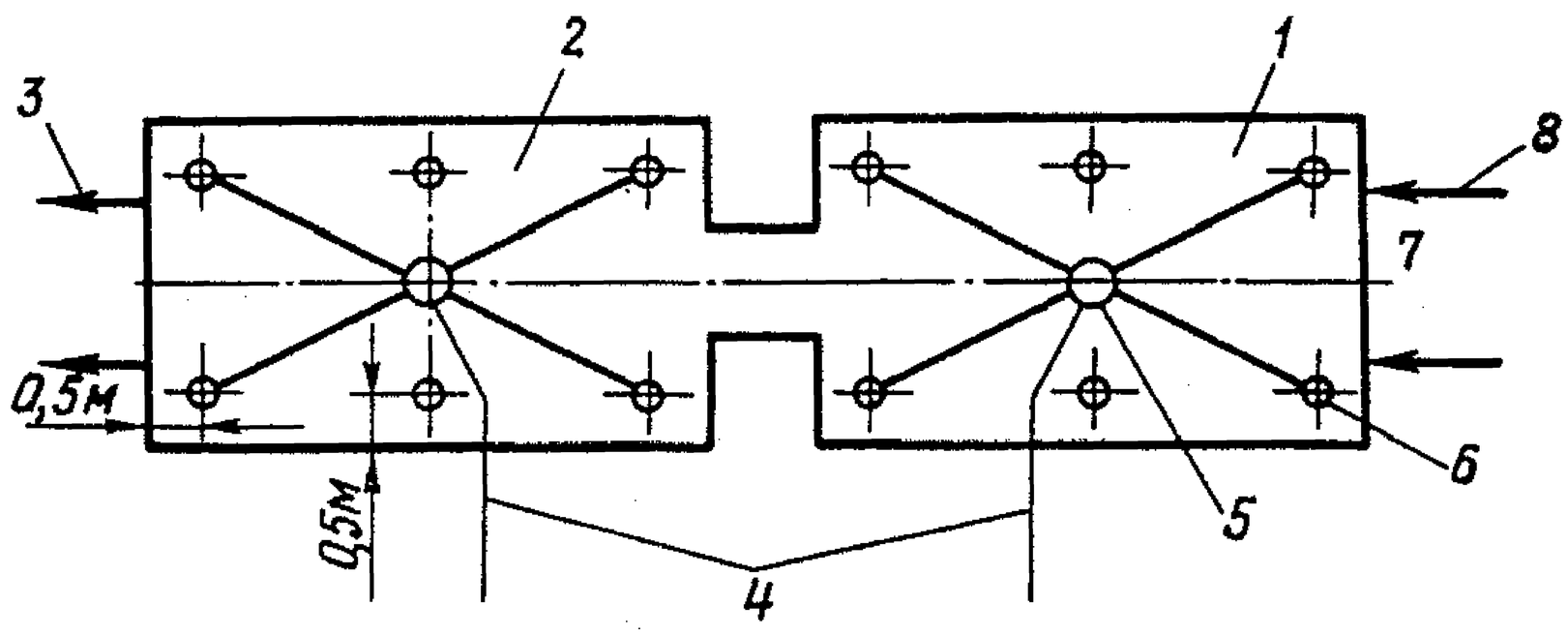


Рис.8	ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА Схема измерения давления отработавшего пара	Тип 800 КЦС-3



I - первый корпус конденсатора; 2 - второй корпус конденсатора; 3 - выход охлаждающей воды; 4 - к первичным измерительным приборам; 5 - центральный (усредняющий) стакан; 6 - датчик (зонд); 7 - ось турбины и конденсатора; 8 - вход охлаждающей воды

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Типовая энергетическая характеристика конденсатора 800 КЦС-3 (рис.I-7) получена на основании обобщения результатов двух испытаний конденсационных установок турбоагрегатов К-800-240-3 ЛМЗ, проведенных ПО "Союзтехэнерго" на электростанциях СССР.

Испытания конденсаторов проводились при сезонном изменении температуры охлаждающей воды от 3-5 (зимний режим) до 25-26°С (летний режим) на турбоагрегатах, проработавших после монтажа и пуска около I0 тыс.ч, при практически чистых поверхностях охлаждения конденсаторов.

При необходимости перед проведением испытаний производилась очистка конденсационных трубок методом, применяемым на данной электростанции, до получения максимально возможной в условиях электростанции чистоты поверхности охлаждения конденсатора с водяной стороны (эксплуатационно чистого конденсатора).

Воздушная плотность вакуумных систем турбоагрегатов обеспечивала нормальную работу конденсаторов при всех включенных основных эжекторах.

Приложение

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТОРА

Поверхность охлаждения	F =41200 м^2
Номинальный расход пара в конденсатор	$D_2^н$ =1440 т/ч
Расчетное количество охлаждающей воды	$W^н$ =73000 м^3/ч
Активная длина конденсаторных трубок	ℓ =12,0 м
Диаметр трубок:	
наружный	$d^н$ =28 мм
внутренний	$d^{вн}$ =26 мм
Количество трубок	n =39232
Число ходов воды	z =1
Число потоков	2
Воздухоудаляющее устройство	Два водоструйных эжектора ЭВ7-1000 и один ЭВ7-1700

3. ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

D_2 - расход пара в конденсатор (паровая нагрузка конденсатора), т/ч; кг/ч;

P_2 - абсолютное давление пара в конденсаторе, кПа (кгс/см^2);

$t_1^в$ - температура охлаждающей воды на входе в конденсатор, ^oC;

$t_2^в$ - температура охлаждающей воды на выходе из конденсатора, ^oC;

t_2'' - температура насыщения, соответствующая давлению пара в конденсаторе, ^oC;

δt - температурный напор кондесатора, ^oC;

Δt - нагрев охлаждающей воды в конденсаторе, ^oC;

$W^н$ - номинальный (расчетный) расход охлаждающей воды через конденсатор, м^3/ч;

W - расход охлаждающей воды через конденсатор, м^3/ч;

$H_г$ - гидравлическое сопротивление конденсатора (падение давления охлаждающей воды в конденсаторе), кПа (м вод. ст.);

ΔP_2 - отклонение абсолютного давления в конденсаторе от нормативного значения, кПа (кгс/см^2);

ΔN_{P_2} - изменение мощности турбины, связанное с изменением давления в конденсаторе, кВт;

$D_{чнд}$ - расход пара в часть низкого давления турбины, т/ч;

Δi_2 - разность энтальпий отработавшего пара и конденсата, ккал/кг;

C - удельная теплоемкость воды, ккал/(кг·^oC);

S - плотность воды, кг/м^3.

4. 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 конденсатора D_2, расходе W и температуре $t_1^в$ охлаждающей воды).

Контроль за работой конденсатора осуществляется сопоставлением измеренных в условиях эксплуатации давления в конденсаторе и температурного напора с нормативными значениями P_2 и δt, соот-

ветствующими тем же условиям. Сравнительный анализ результатов измерений и нормативных показателей позволяет обнаружить изменения в работе конденсатора и установить вероятные причины этих изменений.

Для проведения контроля и анализа работы конденсатора необходимо определять ряд параметров, от которых зависит давление в конденсаторе и температурный напор, а именно: температуру охлаждающей воды на входе и выходе из конденсатора, паровую нагрузку, расход охлаждающей воды через конденсатор, значение присосов воздуха в вакуумную систему турбоагрегата.

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.

Давление отработавшего пара

Для получения представительных данных о давлении отработавшего пара в конденсаторе в условиях эксплуатации и возможности сравнения его с нормативным значением измерение должно производиться в определенных точках.

Давление отработавшего пара определяется как среднеарифметическое значение давлений в первом и втором корпусах конденсатора. В каждом из корпусов устанавливается по 6 датчиков (зондов), соединенных линиями с центральным стаканом, от которого выведена соединительная (импульсная) линия к первичному измерительному прибору. Расположение датчиков давления отработавшего пара в переходном патрубке конденсатора показано на рис.8. Точки измерения давлений расположены в горизонтальной плоскости, проходящей на 0,8-I,0 м выше верхнего ряда конденсаторных трубок у промежуточной водяной камеры.

Абсолютное давление пара в конденсаторе (приблизительно 12÷I0 кПа=0,02÷0,I0 кгс/см^2) должно измеряться приборами, обеспечивающими погрешность измерения не более ±I кПа (±0,00I кгс/см^2). Это может быть обеспечено применением первичных преобразователей абсолютного давления "Сапфир-22 ДА" с пределами измерений 0-I60 кПа (0-0,I6 кгс/см^2) класса точности 0,5. В качестве вторичного прибора может быть применен автоматический миллиамперметр КСУ-4 класса точности 0,25. При визуальном отсчете показаний по вторичному прибору среднеквадратичная погрешность измерения составляет

±0,9 кПа (±0,0009 кгс/см^2).

Давление в конденсаторе может измеряться и другими средствами измерения, обеспечивающими указанную точность.

При измерении давления отработавшего пара прокладку соединительных линий и установку приборов необходимо производить с соблюдением следующих правил монтажа приборов под вакуумом:

- внутренний диаметр соединительных трубок должен быть не менее 10-12 мм;
- соединительные линии должны иметь общий уклон в сторону конденсатора не менее 1:10;
- герметичность соединительных линий должна быть проверена опрессовкой водой;
- не должны применяться запорные устройства, имеющие сальники и резьбовые соединения.

Температурный напор

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

$$\delta t = t_2'' - t_2^{в} .$$

При этом температура насыщения определяется по измеренному среднему давлению отработавшего пара P_2 .

Паровая нагрузка

При эксплуатационном контроле паровая нагрузка конденсатора (расход пара в конденсаторе) может определяться по давлению пара в контрольной ступени, в качестве которой для турбины К-800-240-3 принята ступень до УII отбора.

Для измерения давления (приблизительно 10÷12 кПа = =0,1÷1,2 кгс/см^2) должны использоваться приборы, обеспечивающие погрешность измерения абсолютного давления не более ±1 кПа (± 0,01 кгс/см^2). Это может быть обеспечено, например, применением первичных измерительных преобразователей абсолютного давления типа МАС с пределами измерения 0-16 кПа (0-1,6 кгс/см^2) класса точности 0,6 в комплекте со вторичным прибором - автоматическим миллиамперметром КСУ-4 класса точности 0,25. При визуальном отсчете показаний по вторичному прибору среднеквад-

ратичная погрешность измерения составляет ±I кПа (±0,0I кгс/см^2).

Для обеспечения полной заливки водой соединительных линий датчик давления должен устанавливаться ниже точки забора давления и присоединяться к трубопроводу через конденсационный сосуд, расположенный непосредственно на трубопроводе. Максимальная разность высот между местом установки датчика и точкой забора давления определяется исходя из предела измерения прибора. Для указанного прибора эта разность не должна превышать 4 м (при максимальном давлении в отборе I2 кПа=I,2 кгс/см^2). К показаниям прибора должна вводиться поправка на разность высот установки сосуда и датчика.

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 сливного водовода на расстоянии I0-I2 м от конденсатора. Температура воды на выходе определяется как средняя по показаниям термометров во всех точках.

Температуру охлаждающей воды (0-40°С) необходимо измерять ртутными термометрами с ценой деления 0,I°С, установленными в термометрических гильзах длиной 300-350 мм.

Гидравлическое сопротивление конденсатора

Для определения гидравлического сопротивления измеряется перепад давлений между напорными и сливными патрубками каждого из потоков конденсатора. Перепад давлений (приблизительно 0-I5 кПа=0-I,5 кгс/см^2) может измеряться измерительными преобразователями ДМЭ-МИ с пределами измерений 0-I6 кПа (0-I,6 кгс/см^2) класса точности 0,6 в комплекте со вторичным прибором КСУ-4 класса точности 0,5 или другими средствами измерения, обеспечивающими погрешность измерений не более ±I%.

При измерении гидравлического сопротивления одновременно определяется и расход охлаждающей воды через конденсатор для возможности сравнения полученных результатов с гидравлическим сопротивлением по энергетической характеристике. При наличии расходомеров циркуляционной воды по потокам конденсатора такое сравнение

производится для каждого потока отдельно. В случае определения расхода циркуляционной воды через конденсатор по тепловому балансу невозможно определить расходы по потокам, поэтому гидравлическое сопротивление определяется как среднее по двум потокам для общего расхода воды через конденсатор.

Расход охлаждающей воды

Расход охлаждающей воды на конденсатор может быть определен из теплового баланса конденсатора или непосредственным измерением сегментными диафрагмами, установленными на напорных водоводах в соответствии с "Методическими указаниями по организации изменений расхода воды в водоводах большого диаметра с помощью сегментных диафрагм" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1979).

Расход охлаждающей воды ($м^3/ч$) из теплового баланса конденсатора определяется по формуле

$$W = \frac{D_2 \, \Delta i_2}{\Delta t \, C \, s},$$

где $D_2 = 1288 \, P_п^{VII} + 35$ т/ч;

$P_п^{VII}$ – давление пара в VII отборе турбины, $кгс/см^2$;

Δi_2 = 540 ккал/кг; C = 1 ккал/(кг·°С); s = 1000 $кг/м^3$.

Воздушная плотность вакуумной системы

Значение присосов воздуха в вакуумную систему должно определяться по фактическим характеристикам эжекторов, полученным при их испытаниях на сухом воздухе. Для этого необходимо измерить температуру и давление рабочей воды перед эжекторами и давление паровоздушной смеси на стороне всасывания эжекторов.

Температура рабочей воды может приниматься равной температуре охлаждающей воды перед конденсатором, а давление измеряться непосредственно перед соплами эжекторов пружинными манометрами точных измерений МТИ с пределами измерений 0-60 кПа (0-6 кгс/см^2) класса точности 0,6. Давление паровоздушной смеси на стороне всасывания эжекторов должно измеряться теми же средствами измерений и с такой же точностью, как и давление отработавшего пара в конденсаторе.

Для каждого из эжекторов целесообразно иметь номограмму, позволяющую определять его подачу (количество отсасываемого им воздуха) в зависимости от температуры и давления рабочей воды и давления на стороне всасывания.

При одновременной работе нескольких эжекторов определяется суммарная подача. Присосы воздуха не должны превышать нормы ПТЭ (60 кг/ч). В этом случае обеспечивается работа эжекторов на рабочей части характеристики при одном (высокие температуры охлаждающей воды и полная паровая нагрузка конденсатора) или двух (низкие температуры воды и частичные паровые нагрузки конденсатора) эжекторах.