МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРОВ К-10120 И К-12150 ТУРБИНЫ К-500-65/3000 ПОАТ ХТЗ ТХ 34-70-016-85

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1987

ВНИИЭ МЭС
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.175(083.75)

РАЗРАБОТАНО Московским головным предприятием Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

ИСПОЛНИТЕЛИ инженеры А.К. КИРШ и Г.П. ЖУРКОВА

УТВЕРЖДЕНО Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 18.12.85 г.

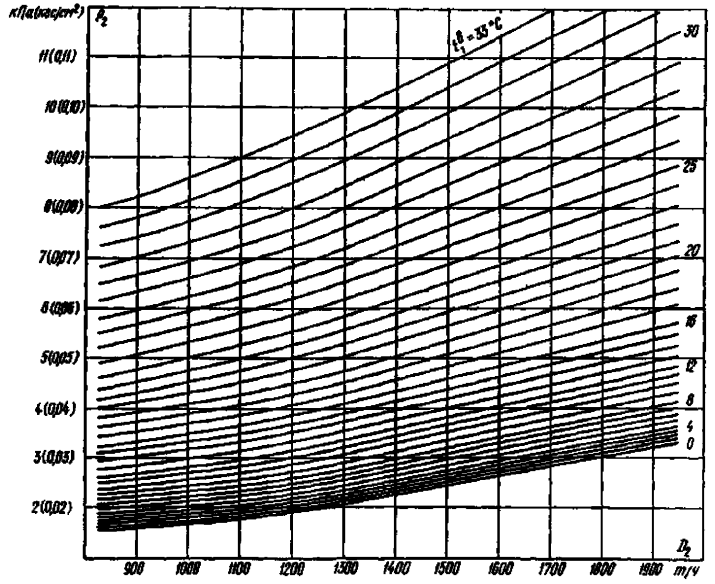
Заместитель начальника Д.Я. ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1986.

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = W^{НОМ} = 82880\,м^3/ч$

Рис. 1,а

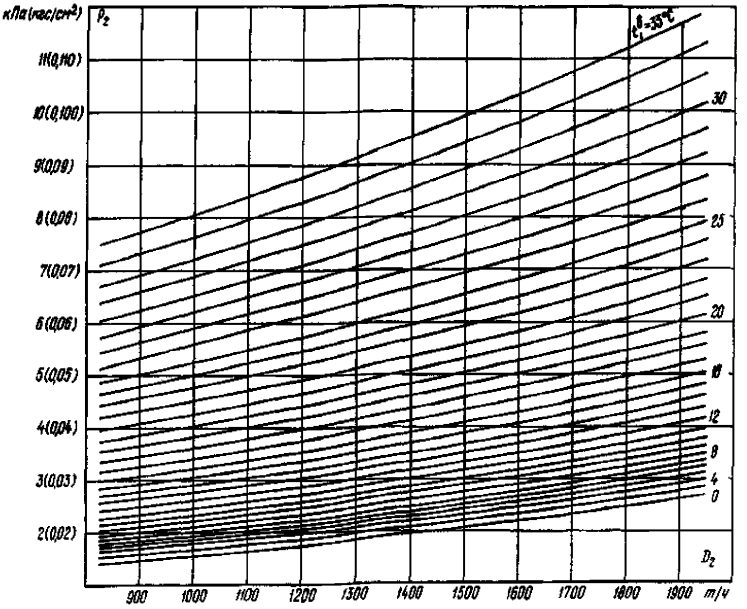
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = W^{НОМ} = 95000\,м^3/ч$

Рис. 1,б

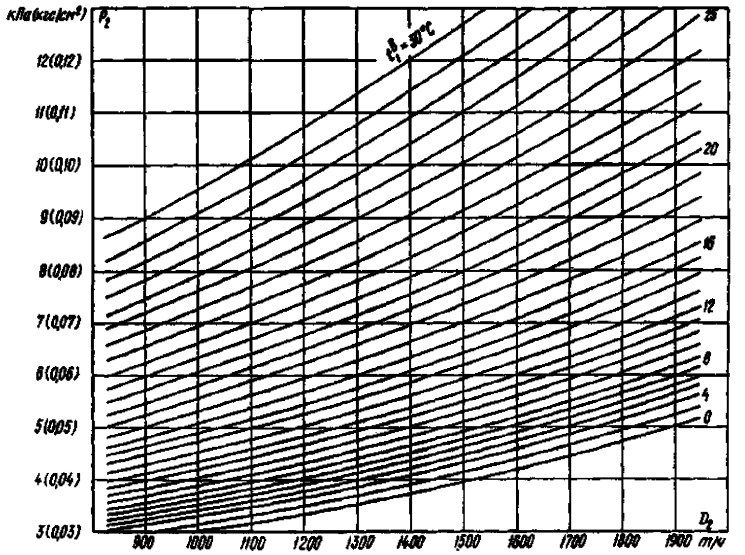
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 0,7W^{НОМ} = 58000$ м^3/ч

Рис. 2,а

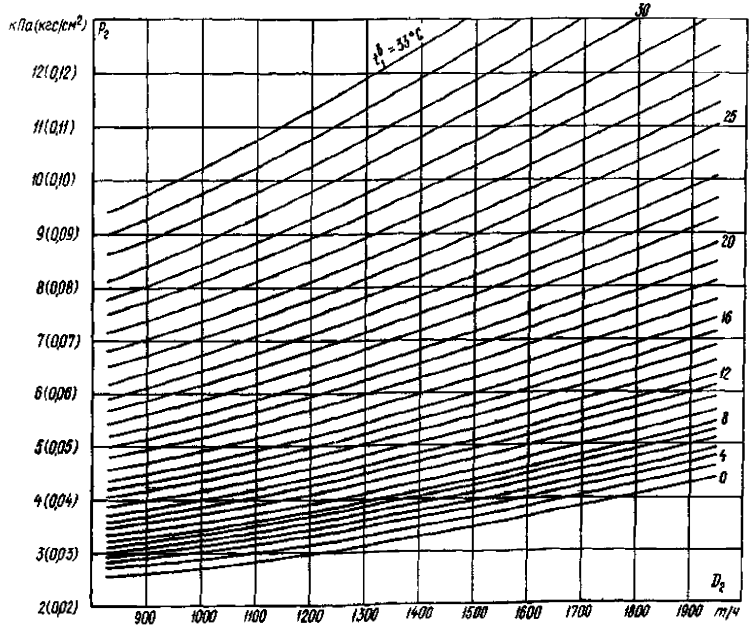
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 0,7W^{НОМ} = 66500$ м^3/ч

Рис. 2,б

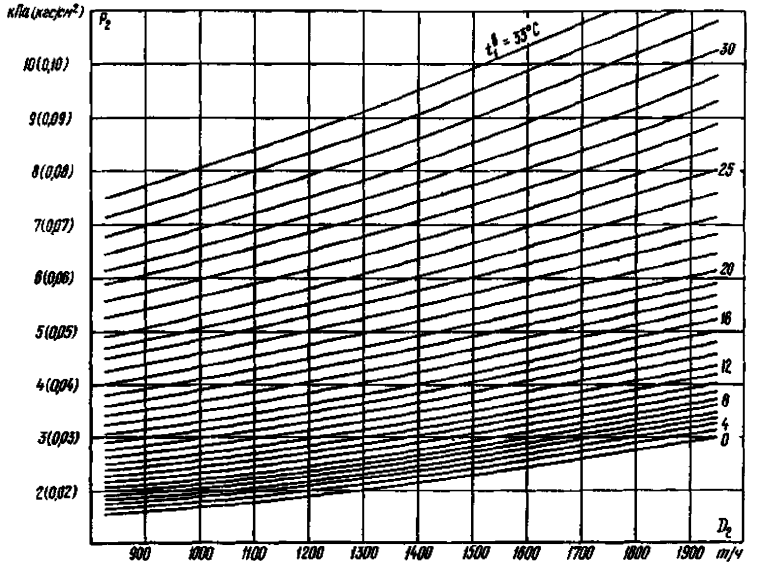
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАВШЕЙ ВОДЫ $W = 1,2W^{НОМ} = 99460$ м^3/ч

Рис. 3,а

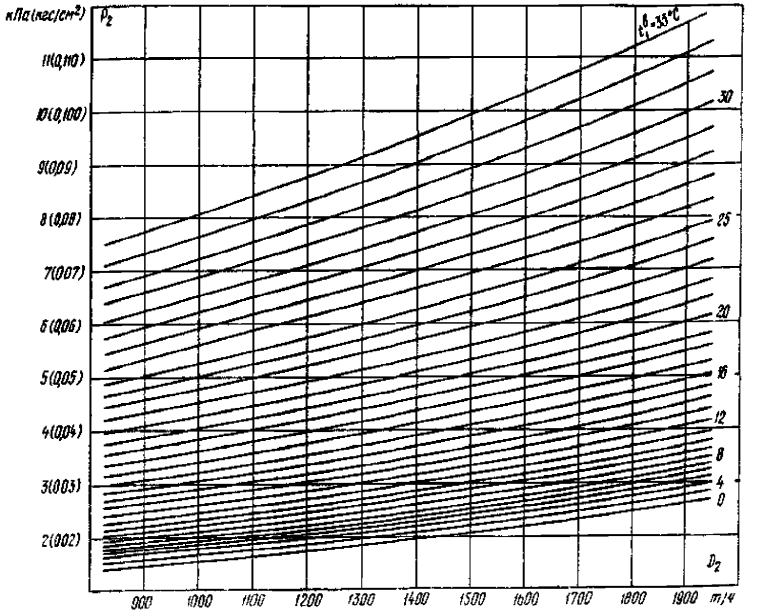
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ В КОНДЕНСАТОРЕ ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 1,2W^{НОМ} = 115000$ м^3/ч

Рис. 3,б

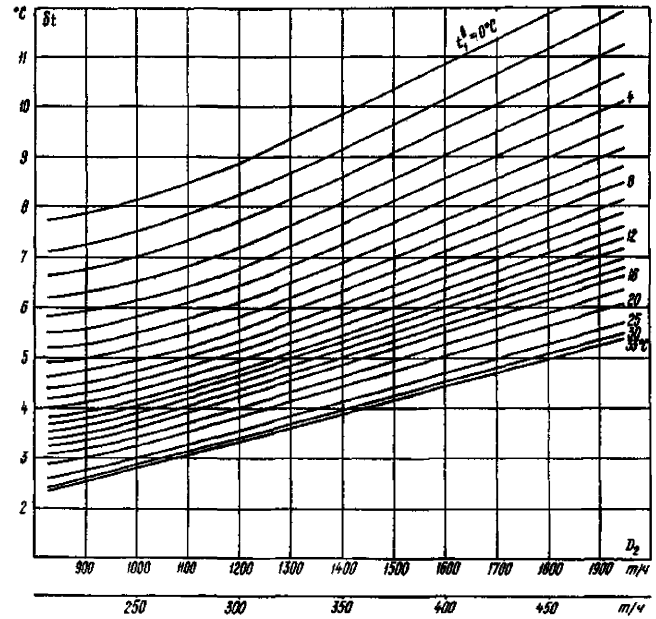
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = W^{НОМ} = 82880\ м^3/ч$

Рис. 4,а

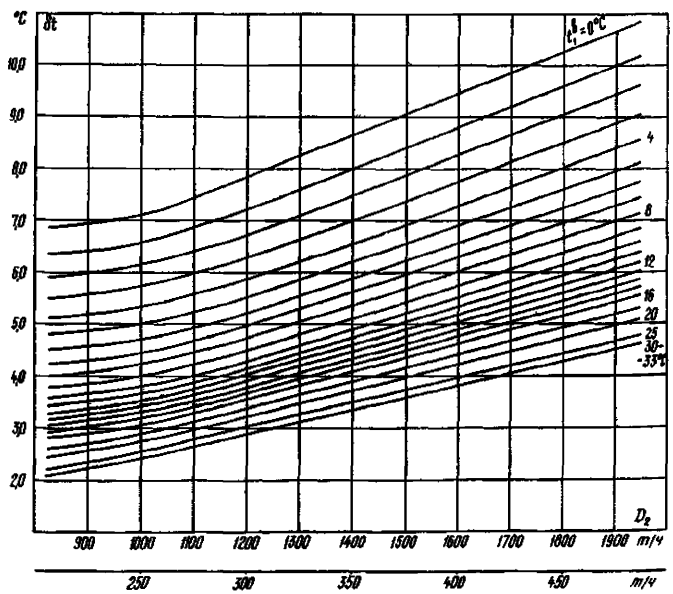
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = W^{НОМ} = 95000\ м^3/ч$

Рис. 4,б

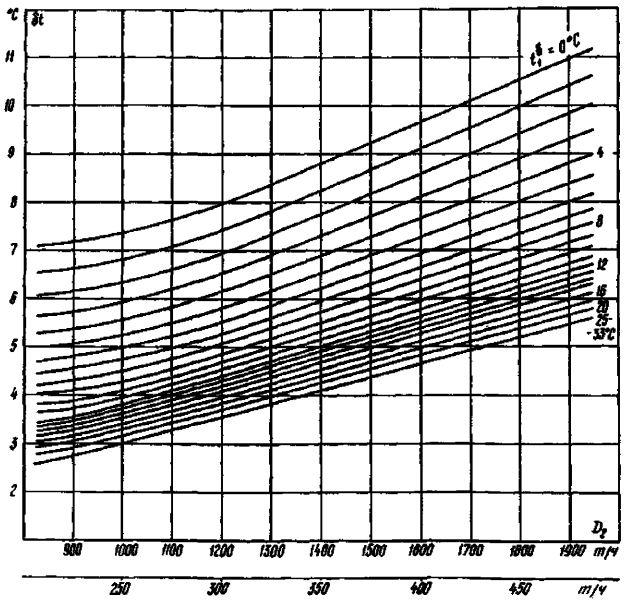
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 0,7W^{НОМ} = 58000\ м^3/ч$

Рис. 5,а

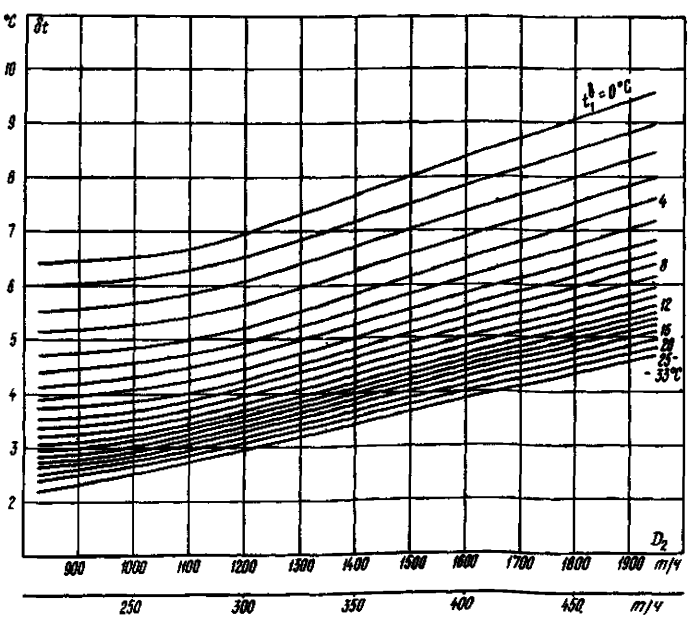
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ $W = 0,7W^{НОМ} = 66500\ м^3/ч$

Рис. 5,б

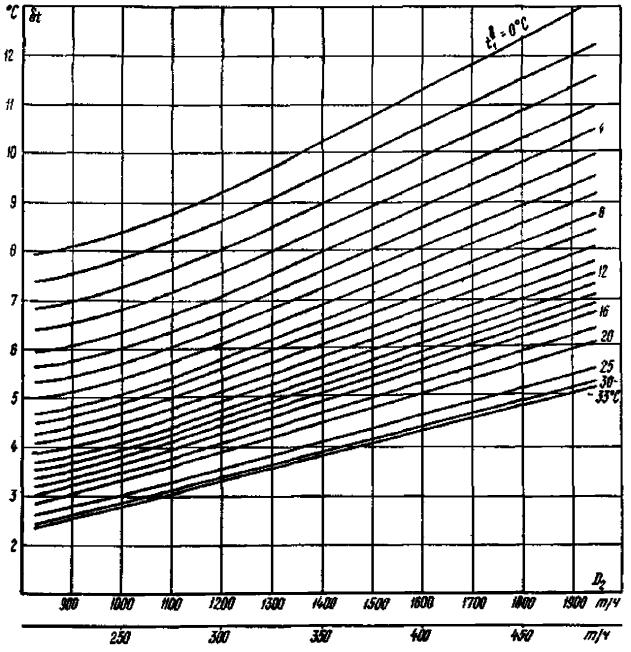
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 1,2W^{НОМ} = 99460$ м^3/ч

Рис. 6,а

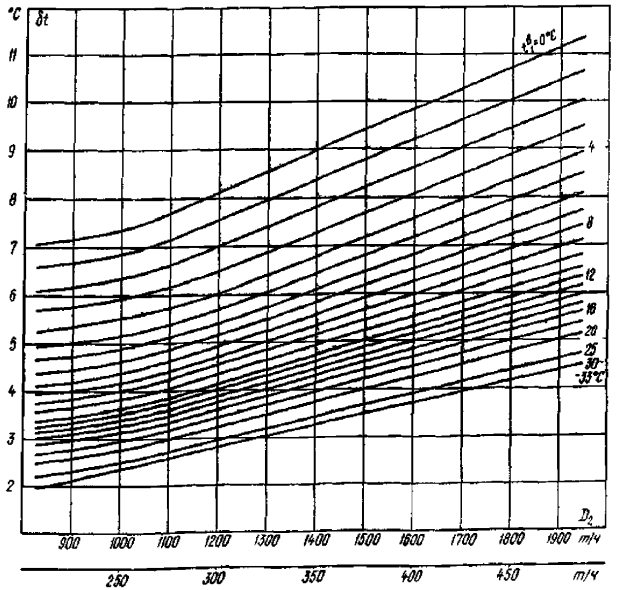
К-10120 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ПАРА В КОНДЕНСАТОР И ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ $W = 1,2W^{НОМ} = 115000$ м^3/ч

Рис. 6,б

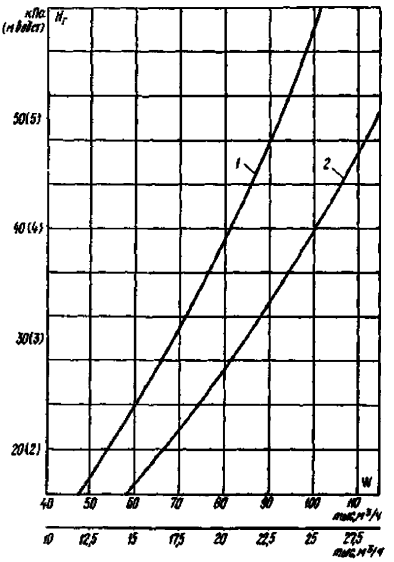
К-12150 ХТЗ



ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ЗАВИСИМОСТЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНДЕНСАТОРА ОТ РАСХОДА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

Рис. 7

К-10120 К-12150
ХТЗ



1 - конденсатор К-10120;
2 - конденсатор К-12150

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАТОРА.
ПОПРАВКА К МОЩНОСТИ ТУРБИНЫ К-500-65/3000 ХТЗ НА ОТКЛОНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ПАРА

Рис. 8

К-12150 К-10120
ХТЗ

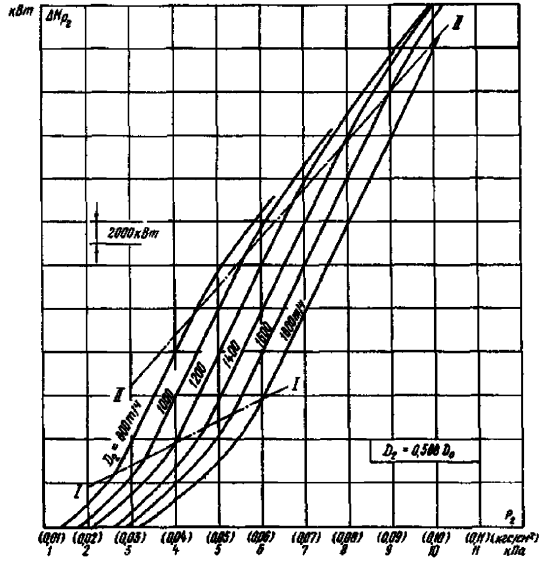


Рис. 8. Средняя поправка к мощности при изменении P_2 на ±1 кПа (±0,01 кгс/см^2) в зоне граничных линий 1-1 и П-П составляет ± 7960 кВт

Приложение 1.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Представленные в качестве нормативных энергетические характеристики конденсаторов К-10120 и К-12150 составлены на основании или с учетом следующих материалов:

- "Руководящих указаний по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982);
- тепловых расчетов конденсаторов К-10120 и К-12150 ПОАТ ХТЗ;
- данных испытаний конденсаторов блоков № 1 Ленинградской и №1 Чернобыльской электростанций.

В результате анализа указанных материалов и сравнения опытных и расчетных данных в основу составления типовых характеристик были положены Руководящие указания по тепловому расчету поверхностных конденсаторов, разработанные ВТИ.

Типовые энергетические характеристики построены для сезонного изменения температуры охлаждающей воды от 0 до 33°С, расходов охлаждающей воды, изменяющихся от 0,7 до 1,2 номинального значения, и для диапазона паровой нагрузки конденсатора от 50 до 100%.

Характеристики составлены для конденсаторов с эксплуатационно чистой поверхностью охлаждения, коэффициент чистоты а = 0,75.

Эксплуатационная чистота поверхности достигается либо профилактическими мероприятиями, предотвращающими загрязнение трубок, либо проведением периодических чисток конденсаторов применяемым на данной электростанции способом (термической сушкой горячим воздухом, прострелкой водо-воздушным пистолетом, химической промывкой и пр.).

Воздушная плотность вакуумных систем турбинных установок принята в соответствии с. ПТЭ, при этом удаление неконденсирующихся газов обеспечивается работой одного воздухоудаляющего устройства.

Приложение 2.
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсационные паровые турбины К-500-65/3000 ПОАТ ХТЗ комплектуются двумя типами конденсаторов К-10120 и К-12150 в зависимости от температурной характеристики источника водоснабжения; на турбине устанавливается четыре конденсатора по числу ЦНД.

Конденсаторы каждых двух ЦНД, расположенных попарно по обе стороны ЦВД, соединены по паровой части; таким образом, конденсационная установка состоит из двух групп конденсаторов.

Ниже приведены технические данные конденсаторов:

Показатель	Конденсатор	
	К-10120	К-12150
Температура охлаждающей воды, °С	12	18
Поверхность охлаждения, $м^2$	4х10120-40480	4х12150=48600
Номинальный расход пара в конденсаторы, т/ч	1644	1764
Расчетное количество охлаждающей воды, $м^3/с$	4х20720=82880	4х23730=94920
Активная длина конденсаторных трубок, м.	8890	8890
Диаметр трубок, мм:		
наружный	28	28
внутренний	25	25
Количество трубок	4х12930=51720	4х15612=62448
Число ходов воды	2	2
Число потоков	1	1
Воздухо-удаляющее устройство	Три пароструйных эжектора ЭП-3-100/300	

Приложение 1.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Представленные в качестве нормативных энергетические характеристики конденсаторов К-10120 и К-12150 составлены на основании или с учетом следующих материалов:

- "Руководящих указаний по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982);
- тепловых расчетов конденсаторов К-10120 и К-12150 ПОАТ ХТЗ;
- данных испытаний конденсаторов блоков № 1 Ленинградской и №1 Чернобыльской электростанций.

В результате анализа указанных материалов и сравнения опытных и расчетных данных в основу составления типовых характеристик были положены Руководящие указания по тепловому расчету поверхностных конденсаторов, разработанные ВТИ.

Типовые энергетические характеристики построены для сезонного изменения температуры охлаждающей воды от 0 до 33°С, расходов охлаждающей воды, изменяющихся от 0,7 до 1,2 номинального значения, и для диапазона паровой нагрузки конденсатора от 50 до 100%.

Характеристики составлены для конденсаторов с эксплуатационно чистой поверхностью охлаждения, коэффициент чистоты а = 0,75.

Эксплуатационная чистота поверхности достигается либо профилактическими мероприятиями, предотвращающими загрязнение трубок, либо проведением периодических чисток конденсаторов применяемым на данной электростанции способом (термической сушкой горячим воздухом, прострелкой водо-воздушным пистолетом, химической промывкой и пр.).

Воздушная плотность вакуумных систем турбинных установок принята в соответствии с. ПТЭ, при этом удаление неконденсирующихся газов обеспечивается работой одного воздухоудаляющего устройства.

Приложение 2.
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсационные паровые турбины К-500-65/3000 ПОАТ ХТЗ комплектуются двумя типами конденсаторов К-10120 и К-12150 в зависимости от температурной характеристики источника водоснабжения; на турбине устанавливается четыре конденсатора по числу ЦНД.

Конденсаторы каждых двух ЦНД, расположенных попарно по обе стороны ЦВД, соединены по паровой части; таким образом, конденсационная установка состоит из двух групп конденсаторов.

Ниже приведены технические данные конденсаторов:

Показатель	Конденсатор	
	К-10120	К-12150
Температура охлаждающей воды, °С	12	18
Поверхность охлаждения, $м^2$	4х10120-40480	4х12150=48600
Номинальный расход пара в конденсаторы, т/ч	1644	1764
Расчетное количество охлаждающей воды, $м^3/с$	4х20720=82880	4х23730=94920
Активная длина конденсаторных трубок, м.	8890	8890
Диаметр трубок, мм:		
наружный	28	28
внутренний	25	25
Количество трубок	4х12930=51720	4х15612=62448
Число ходов воды	2	2
Число потоков	1	1
Воздухо-удаляющее устройство	Три пароструйных эжектора ЭП-3-100/300	

Приложение 3.
ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

D_2 - расход пара в конденсаторы (паровая нагрузка конденсаторов), т/ч;

D_0 - расход свежего пара на турбоустановку, т/ч; р - абсолютное давление пара в конденсаторе, кПа (кгс/см^2)

P_2 - температура охлаждающей воды на входе в конденсаторы, °С;

t_1^e - температура охлаждающей воды на выходе из конденсаторов, °С;

t_2^* - температура насыщения, соответствующая давлению пара в конденсаторах, °С;

δt - температурный напор конденсатора, °С;

Δt - нагрев охлаждающей вода в конденсаторах, °С;

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

W^{HOM} - номинальный (расчетный) расход охлаждающей воды через конденсаторы, м /ч;

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

ДЛ/р - изменение мощности турбины, связанное с изменением 2 давления в конденсаторе, кВт;

А/ - разность энтальпий отработавшего пара и конденсата, кДж/кг (ккал/кг);

А 1g - разность энтальпий охлаждающей воды на выходе и на входе в конденсатор, кДж/кг (ккал/кг).

Приложение 4.
КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ И СОСТОЯНИЕМ КОНДЕНСАТОРА

4.1. Общие положения

Основными показателями конденсационной установки, характеризующими состояние оборудования при заданной паровой нагрузке конденсатора D_2, расходе W и температуре t_1^e охлаждающей воды, является давление отработавшего пара в конденсаторе p_2 и отвечающий этим условиям температурный напор конденсатора.

Контроль за работой конденсационной установки и состоянием конденсатора осуществляется сопоставлением измеренных в условиях эксплуатации фактических давления пара в конденсаторе p_2 и температурного напора δt с определенными для тех же условий (той же паровой нагрузке и том же расходе и температуре охлаждающей вода) значениями нормативного давления и температурного напора в конденсаторе, а также сравнением гидравлического сопротивления конденсаторов $H_Г$ с нормативным его значением. Нормативные значения контролируемых параметров определяются по соответствующим графикам Типовой энергетической характеристики конденсаторов.

Сравнение данных, полученных путем непосредственного измерения и определенных по соответствующим графикам Типовой энергетической характеристики, и анализ их позволяет обнаружить изменение в работе конденсационной установки и установить вероятные причины ухудшения эксплуатационных показателей.

Кроме этих основных величин, служащих для эксплуатационного контроля и анализа работы конденсационной установки, необходимо определять также значения ряда других величин, от которых зависит давление отработавшего пара и температурный напор, а именно, температуру входящей и выходящей воды, паровую нагрузку конденсатора, расход охлаждающей воды и др.

Влияние присосов воздуха в вакуумную систему турбоустановки на работу конденсационной установки при работе воздухоудаляющих устройств в пределах рабочей зоны своей характеристики незначительно, однако при нарушении воздушной плотности и увеличении присосов воздуха, превышающих рабочую производительность эжекторов, они оказывают существенное влияние на показатели p_2 и δt. В связи с этим контроль за воздушной плотностью вакуумной системы турбоустановки и поддержание присосов воздуха не выше значений, предписываемых нормами ПТЭ, является также одной из основных задач при эксплуатации конденсационных установок.

Поскольку конденсационная установка турбины К-500-65/3000 состоит из четырех корпусов конденсаторов (К-10120 или К-12150), условно разделенных на две группы по два соединенных по

паровой стороне конденсатора, рекомендуется следующий порядок проведения контроля:

- проводится контроль за конденсационной установкой в целом; результаты контроля показывают среднее отклонение показателей от нормативных значений;

- если обнаруживается отличие фактических показателей от нормативных для конденсационной установки в целом, то дополнительно проводится контроль по каждой из двух групп конденсаторов в отдельности, поскольку по тем или иным причинам отклонение от нормативных показателей для всей конденсационной установки может быть вызвано неудовлетворительной работой какой-либо одной из групп. В случае необходимости может быть проведен контроль также и каждого конденсатора в отдельности с использованием графиков для конденсационной установки а целом,

Ниже приводятся рекомендации по организации измерения и по определению параметров и расходов, необходимых для проведения эксплуатационного, контроля за работой конденсационной установки, а также указания по использованию нормативных графиков.

4.2. Давление отработавшего пара

4.2.1. Организация измерения давления

Для получения представительных данных о давлении отработавшего пара в конденсаторе в условиях эксплуатации и правомерности сравнения его со значением, найденным по Типовой энергетической характеристике (рис. 1-3), измерение давления должно производиться в точках, указанных на рисунке. Предпочтительным является отбор сигнала в четырех точках каждого конденсатора с выводом на один для данного конденсатора датчик; однако при отсутствии достаточного количества датчиков высокой точности допускается временно отбор сигнала из середины перепускного патрубка каждой пары конденсаторов.

В точках отбора сигнала должны быть установлены вакуумные зонды (плоскопараллельные пластины, сетчатые зонды); зонды следует располагать в паровом пространстве- в одной горизонтальной плоскости приблизительно на 1 м выше верхнего ряда трубок конденсатора. В перепускной трубе зонд устанавливается в центре сечения в середине между конденсаторами.

В качестве датчиков, измеряющих давление отработавшего пара в конденсаторе, должны использоваться средства измерения, обеспечивающие точность измерения абсолютного давления не менее ±0,1 кПа (±0,001 кгс/см^2). Рекомендуется применение следующих измерительных средств:

- манометров абсолютного давления типа МАС-ЭЗ модели 9533с пределами измерения 0-0,4 кгс/см^2 класса точности 0,6 или 0-0,16 кгс/см^2 класса точности 1;

- манометров абсолютного давления "Сапфир-22" с пределом измерений 0-0,16 кгс/см^2 класса точности 0,5.

Предпочтительным является применение манометров типа "Сапфир". В качестве вторичных измерительных преобразователей могут приценяться автоматические миллиамперметры КСУ-1.

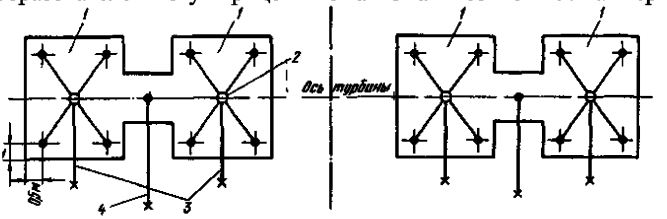


Схема измерения давления отработавшего пара:
1 - корпус конденсатора; 2 - центральный (усредняющий) стакан; 3 - к датчикам; 4 - вариант измерения давления в паро-перепускном патрубке конденсатора место отбора импульса

Давление в конденсаторах может также измеряться и другими средствами, обеспечивающими указанную точность измерения. Повышение точности измерения может быть достигнуто индивидуальной тарировкой измерительных каналов.

При измерении давления отработавшего пара прокладку соединительных (импульсных) 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; уклон должны иметь и соединительные (импульсные) трубки в паровом пространстве конденсатора

от центрального стакана к месту забора сигнала и от стенки конденсатора к центральному стакану;

- герметичность соединительных (импульсных) линий должна быть проверена опрессовкой водой;

- не должны применяться запорные устройства, имеющие резьбовые и сальниковые соединения;

- измерительные устройства к соединительным линиям должны присоединяться с использованием толстостенной вакуумной резины.

4.2.2. Проведение контроля

Контроль давления отработавшего пара производится только для конденсационной установки в целом и служит для общей предварительной оценки состояния конденсационной установки. Фактическое давление отработавшего пара для сравнения с нормативным, определяется как среднее арифметическое значение давлений, измеренных в каждом из четырех конденсаторов. Нормативное значение давления находится по рис. 1,а - 3,а для конденсатора К-10120 и рис. 1,б-3,б для конденсатора К-12150. При отличии расхода охлаждающей воды при проведении эксплуатационного контроля от значений, указанных на графиках, применяется линейная экстраполяция. При обнаружении отклонения фактического давления от нормативного для конденсационной установки в целом производится контроль по температурному напору конденсационной установки в целом и по группам.

4.3. Расход охлаждающей воды

Расход охлаждающей воды ($м^3/ч$) на все четыре конденсатора турбоустановки может быть определен из теплового баланса конденсатора по формуле

$$W = \frac{D_2 \Delta i_2}{\Delta i_в}$$

где Δi_2 - разность энтальпий отработавшего пара и конденсата, может быть принята равной 2282 кДж/кг (545 ккал/кг) при нагрузке турбины, близкой к номинальной.

Для непосредственного измерения расходов воды по водоводам может применяться в соответствии с "Рекомендациями по оснащению ТЭС и АЭС водоизмерительной аппаратурой" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983) расходомер электромагнитный ИР-56 с преобразователем расхода ПРИЛ1 и счетной приставкой С-2А Таллинского приборостроительного завода.

Допускается также измерение расхода воды по водоводам с помощью сегментных диафрагм при наличии прямолинейного участка, отвечающего требованиям организации измерения расходов сужающими устройствами.

Контроль работы конденсационной установки по группам возможен только при наличии организованного измерения расхода воды на каждый из конденсаторов или на каждую группу конденсаторов.

4.4. Паровая нагрузка

Паровая нагрузка конденсатора (т/ч) определяется по аналитической зависимости "Типовой энергетической характеристики турбоагрегата К-500-65/3000 ПОАТ ХТЗ" (М.: СПО Союзтехэнер-го, 1985)

$$D_0 = 0{,}588\ D_0,$$

где D_0 - расход свежего пара на турбоустановку (включая расход свежего пара на вторую ступень СПП), т/ч. При наличии дополнительных отборов пара на с.н. сверх отборов на регенерацию расход пара в конденсатор D_2, определенный по приведенной выше формуле, должен быть уменьшен на значение дополнительного количества отбираемого из отборов пара.

4.5. Температура охлаждающей воды

4.5.1. Организация измерения температуры

Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор измеряется в одной точке на напорном водоводе каждого из четырех конденсаторов; для проведения эксплуатационного контроля принимается среднеарифметическое значение. Температура воды на выходе из конденсатора должна измеряться не менее чем в трех точках в одном поперечном сечении сливного водовода каждого из четырех конденсаторов на расстоянии 5-6 м от конденсатора.

Температура охлаждающей воды должна измеряться с помощью термопреобразователей сопротивления медных 100М типа ТСМ-5071 (5Ц2-821-300) или платиновых 100П типа ТСП-5071

(5Ц2-821-300), в качестве вторичного прибора рекомендуется использовать КСМ-4 класса точности 0,25. Периодически следует проводить метрологическую поверку каждого измерительного канала для повышения точности измерения температуры. Термопреобразователи должны быть установлены в термометрических гильзах длиной не менее 300 мм.

4.5.2. Проведение контроля

При проведении эксплуатационного контроля за работой конденсационной установки в целом за температуру на выходе из конденсатора принимается среднеарифметическое значение по всем организованным точкам измерения; при проведении эксплуатационного контроля по группам - среднеарифметическое значение температур по всем точкам на выходе из конденсаторов данной группы.

4.6. Температурный напор

4.6.1. Определение температурного напора

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

При этом температура насыщения определяется по среднему давлению отработавшего пара p_2 (см. п. 4.2.2), а температура охлаждающей воды - согласно п.4.5.2.

4.6.2. Проведение контроля

Температурный напор является основным параметром, по которому производится оценка эффективности теплопередачи в конденсаторе; на основании результатов сравнения фактического температурного напора с нормативным его значением назначаются мероприятия для восстановления нормальной работы конденсационной установки.

Для проведения контроля работы конденсационной установки в целом используются нормативные графики рис. 4,а - б, а для конденсатора К-10120 и рис. 4,б - 6,б для конденсатора К-12150. При отличии расхода охлаждающей воды при проведении контроля от значений, указанных на графиках, применяется линейная экстраполяция.

При контроле работы конденсационной установки по группам конденсаторов используются те же графики: нормативное значение температурного напора находится при значении паровой нагрузки, равном расходу отработавшего пара для всей конденсационной установки, но при расходе охлаждающей воды, равном удвоенному фактическому расходу охлаждающей воды на данную группу конденсаторов.

Контроль за состоянием каждого отдельного конденсатора турбоустановки возможен по температурному напору при наличии средств измерения расхода охлаждающей воды на каждый конденсатор. Температурный напор определяется, как указано в п.4.6.1 (давление в конденсаторе и соответствующая температура насыщения будут одинаковыми для каждого конденсатора данной группы). Поскольку конденсаторы соединены паровой перемычкой, расход конденсируемого пара в каждой из двух конденсаторов будет при разной степени чистоты различным и должен определяться по тепловому балансу (см. п. 4.3). Нормативное значение температурного напора находится по соответствующим графикам характеристики при паровой нагрузке контролируемого конденсатора, зафиксированной при проведении контроля с использованием нижней шкалы оси абсцисс графика.

Экстраполяция значений температурного напора по расходу охлаждающей воды производится для фактически измеренного при проведении контроля расхода воды, умноженного на четыре.

4.7. Гидравлическое сопротивление

4.7.1. Определение гидравлического сопротивления

По значению гидравлического сопротивления водяной стороны конденсатора осуществляется контроль за загрязнением трубных досок и трубок конденсатора. Для определения гидравлического сопротивления конденсатора измеряется перепад давлений между напорными и сливными патрубками охлаждающей воды непосредственно у каждого конденсатора. Перепад давлений может измеряться прибором ДМЭ-МИ с пределом измерений 0,1 МПа класса точности 0,6 или 1,0 или другими средствами измерения, обеспечивающими точность измерения не хуже ±1 КПа.

При измерении разности давления воды во входном и выходном патрубках охлаждающей во-

ды соединительные (импульсные) трубки должны быть заполнены водой.

4.7.2. Проведение контроля

Для контроля конденсационной установки в целом гидравлическое сопротивление определяется как среднеарифметическое значение измеренных сопротивлений четырех конденсаторов и сравнивается со значением гидравлического сопротивления, определенным по рис. 7 для суммарного расхода охлаждающей воды на турбоустановку. При наличии средств измерений расхода охлаждающей воды по каждому конденсатору в отдельности может быть оценена степень загрязнения каждого конденсатора; в этом случае используется нижняя шкала рис. 7.

При оценке гидравлического сопротивления группы конденсаторов (два конденсатора) определяется среднеарифметическое значение сопротивления по двум конденсаторам и сравнивается с нормативным значением (см. рис. 7 для расхода воды по верхней шкале), равным удвоенному расходу воды на контролируемую группу.

4.8. Воздушная плотность вакуумной системы

Воздушная плотность вакуумной системы контролируется по количеству воздуха, непосредственно измеренному на выхлопе пароструйного эжектора. Измеренное количество воздуха сравнивается с нормой присосов по § 18.15 "Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей (М.: Энергия, 1977).

Приложение 5.
ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ МОЩНОСТИ (ЭКОНОМИЧНОСТИ) ТУРБОАГРЕГАТА И ЭНЕРГОБЛОКА В ЦЕЛОМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ПОНИЖЕННЫМ ПО СРАВНЕНИЮ С НОРМАТИВНЫМ ВАКУУМОМ

Отклонение давления в конденсаторе от нормативного приводит при неизменном расходе тепла на Турбоустановку к снижению развиваемой турбиной мощности и к соответствующему снижению экономичности энергоблока. Изменение мощности при отличии абсолютного давления в конденсаторе турбины от нормативного его значения определяется по поправочной кривой рис. 8.

Найденная по рис. 8 потеря мощности из-за отклонения фактического давления в конденсаторе от нормативного значения является показателем снижения эффективности работы энергоблока.

gost.e-ecolog.ru