ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ
И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
им. И. И ПОЛЗУНОВА»
(ОАО «НПО ЦКТИ»)

РД 24.031.121-2007

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ОСНАЩЕНИЕ ПАРОВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ КОТЛОВ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ ПАРА И ВОДЫ

Санкт-Петербург

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Настоящие методические указания (МУ) предусматривают оснащение устройствами для отбора проб пара и воды, предназначенными для эксплуатационного (штатного) контроля за водно-химическим режимом барабанных котлов высокого, среднего и низкого давлений, прямоточных котлов, высоконапорных котлов, котлов-утилизаторов, водогрейных и энерготехнологических котлов.

Устройства для отбора проб воды и пара, а также отдельные элементы оборудования пробоотборных линий могут быть использованы для штатного химического контроля в других точках пароводяного тракта электростанции или котельной, а также для отбора проб пара и воды для экспериментального контроля и на приборы автоматического химического контроля.

1 РАЗРАБОТАН отделением котельных установок (отделение № 5)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 24 12 07 № 450

3 ВЗАМЕН РД 24.031.121-91

© ОАО «НПО ЦКТИ», 2007

Настоящие МУ не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения ОАО «НПО ЦКТИ»

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Обозначения и сокращения 1
4 Основные нормативные положения 2
4.1 Типы и конструкции устройств для отбора проб пара и воды и указания по их установке 2
4.2 Оборудование пробоотборных линий 15
4.3 Схемы отбора проб пара и воды 19
Приложение А. (обязательное) Методика расчета зонда со смесителем 31
Приложение Б. Методика расчета зонда щелевого со смесителем 33
Лист регистрации изменений 36

РД 24.031.121-07

Методические указания

Оснащение паровых стационарных котлов устройствами для отбора проб пара и воды

Дата введения – 2007

1 Область применения

Методические указания (МУ) являются рекомендуемыми к применению на предприятиях отрасли, занимающихся изготовлением энергетического оборудования, а также на ТЭС и в промышленных котельных.

2 Нормативные ссылки

В настоящих МУ используются ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкторской стали. Общие технические условия
ГОСТ 3619-89	Котлы паровые стационарные. Типы и основные параметры
ГОСТ 5632-72	Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки
ГОСТ 9941-81	Трубы бесшовные холодно и теплодеформированные из коррозионностойкой стали. Технические условия
ГОСТ 14162-79	Трубы стальные малых размеров (капиллярные). Технические условия
ГОСТ 20072-74	Сталь теплоустойчивая. Технические условия
ОСТ 108.030-113-87	Поковки из углеродистой и легированной стали для оборудования и трубопроводов тепловых и атомных станций. Технические условия
РТМ 24.030-24-72	Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация и методы химического контроля за воднохимическим режимом.
ТУ 14-3Р-55-2001	Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов. Технические условия
ТУ 14-3Р-197-2001	Трубы бесшовные из коррозионностойкой стали с повышенным качеством поверхности. Технические условия
ПБ 10-573-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды
ПБ 10-574-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов

3 Обозначения и сокращения

В настоящих методических указаниях применены следующие обозначения и сокращения:

ГОСТ – межгосударственный стандарт;

ОСТ – отраслевой стандарт;

РТМ – руководящий технический материал;

ТУ – технические условия;

ПБ – правила безопасности;

НД – низкое давление (до 2,4 МПа);

СД – среднее давление (3,9 ÷7,0 МПа);

ВД – высокое давление (9,8 МПа и выше);

СКД – сверхкритическое давление,

ЦВД – цилиндр высокого давления,

ЦСД – цилиндр среднего давления;

ВС – встроенный сепаратор;

$D_н$ – наружный диаметр;

$D_{вн}$, $d_{вн}$ – внутренний диаметр;

D_y – условный диаметр;

$P_р$ – рабочее давление пара в котле;

Р – гидравлическое давление в змеевике.

4 Основные нормативные положения

4.1 Типы и конструкция устройств для отбора проб пара и воды и указания по их установке

4 1.1 Типы устройств для отбора проб штатного контроля и места их установки приведены в таблице 1. Конструкции устройств приведены на рисунках 1-5

4.1.2 Типы устройств для проб экспериментального контроля и места их установки рекомендуется располагать на трубопроводах в местах, указанных в таблице 2. Конструкции устройств для экспериментального химического контроля приведены на рисунках 6-7.

4.1.3 Вопрос об установке дополнительных устройств для экспериментального контроля водного режима на пилотных образцах котлов ВД и СКД решают проектная и наладочная организации совместно с заказчиком на стадии проектирования.

4.1.4 Скорость среды для зондов трубчатого и носкового (рисунки 1,5) строго не регламентируется, так как эти зонды предназначены для отбора проб из однородной среды.

4.1.5 Скорость среды во входном отверстии зондов устьевого и щелевого со смесителем (рисунки 2,3,4), рекомендуемых для отбора проб насыщенного пара при 100%-ной нагрузке котла, должна быть равной скорости в трубопроводе или штуцере на выходе из барабана.

Методики расчета зонда щелевого (рисунок 4) и экспериментального зонда с трубой Вентури (рисунок 6) приведены в Приложениях А и Б.

4 1.6 Зонды всех видов должны быть направлены строго навстречу потоку. Положение зонда в собранном устройстве для отбора проб фиксируется риской на штуцере, там же фиксируется диаметр зонда.

Таблица 1

Наименование устройства	Отбираемая проба	Место установки		Требования установки		Примечание
		Котлы НД, СД	Котлы ВД и СКД	Котлы НД и СД	Котлы ВД и СКД	
Зонд трубчатый (рисунок 1)	Питательная вода	Трубопровод питательной воды вблизи котла.* Трубопровод питательной воды после II ступени экономайзера**		Наличие прямого вертикального *** участка трубопровода длиной не менее 10 $d_{вн}$ до места установки и не менее 5 $d_{вн}$ после него		При наличии двух питательных линий отбор производится из любой линии
	Конденсат впрыска	–	Трубопровод перед узлом впрыска	–	Наличие прямого вертикального участка трубопровода длиной не менее 10 $d_{вн}$ до места установки и не менее 5 $d_{вн}$ после него	На котлах с впрыском питательной воды отбор не предусматривается
	Котловая вода котлов без ступенчатого испарения	Опускная труба		Наличие прямого участка на нижней части опускной трубы с учетом размещения оборудования на пробоотборной линии и уклона ее по ходу пробы. Длина прямого участка 10 $d_{вн}$ до места установки и 5 $d_{вн}$ после него.		–
	Котловая вода I ступени испарения	Опускная труба I ступени испарения (одна из средних по длине барабана)				–

* – относится к котлам НД. СД и СКД

** – относится к котлам ВД.

***– при отсутствии вертикальных участков допускается установка на горизонтальных или наклонных участках

Продолжение таблицы 1

Наименование устройства	Отбираемая проба	Место установки		Требования установки		Примечание
		Котлы НД, СД	Котлы ВД и СКД	Котлы НД и СД	Котлы ВД и СКД	
Зонд трубчатый (рисунок 1)	Котловая вода II ступени испарения (при двухступенчатом испарении)	Опускная труба II ступени испарения		Наличие прямого участка на нижней части опускной трубы с учетом размещения оборудования на пробоотборной линии и уклона ее по ходу пробы. Длина прямого участка 10 $d_{вн}$ до места установки и 5 $d_{вн}$ после него.		При отсутствии линии выравнивания солевой кратности отбор производится с обеих сторон котла. При наличии линии выравнивания - с одной стороны
	Котловая вода III ступени испарения (при трехступенчатом испарении)	Опускная труба III ступени испарения	–			
Зонд устьевой (рисунки 2,3)	Насыщенный пар котлов с пароперегревателем	Средняя по длине барабана пароотводящая труба		Устанавливается в устье пароотводящей трубы таким образом, чтобы входное сечение наконечника располагалось по касательной к внутренней поверхности барабана.		Зонд в пароотводящем штуцере барабана устанавливается по рисунку 2, в трубе – по рисунку 3
Зонд щелевой со смесителем (рисунок 4)	Насыщенный пар котлов без пароперегревателя	Горизонтальный или нисходящий вертикальный участок паропровода	–	В горизонтальном паропроводе зонд устанавливается только вертикально с отводом пробы вниз. Перед смесителем должен быть прямой участок трубопровода не менее 5 $d_{вн}$.	–	Смеситель не устанавливается, если зонд устанавливается на расстоянии 1÷2 $d_{вн}$ за подкладным кольцом или 5÷6 $d_{вн}$ за измерительной диафрагмой

Продолжение таблицы 1

Наименование устройства	Отбираемая проба	Место установки		Требования установки		Примечание
		Котлы НД, СД	Котлы ВД и СКД	Котлы НД и СД	Котлы ВД и СКД	
Зонд однососковый (рисунок 5)	Перегретый пар	Общий паропровод		–	–	При наличии двух и более паропроводов отбор производится из любого паропровода
	Пар после промперегрева	–	На линии подачи вторичного пара на турбину вблизи котла	–	–	Отбор предусматривается только для котлов СКД
	Среда перед встроенной задвижкой	–	На подводящем трубопроводе к встроенному сепаратору	–	–	

Примечание – Для котлов НД и СД допускается отбор пробы котловой воды выполнять из линии продувки штуцером, который приваривается до узла регулирования продувки заподлицо с внутренней поверхностью трубы.

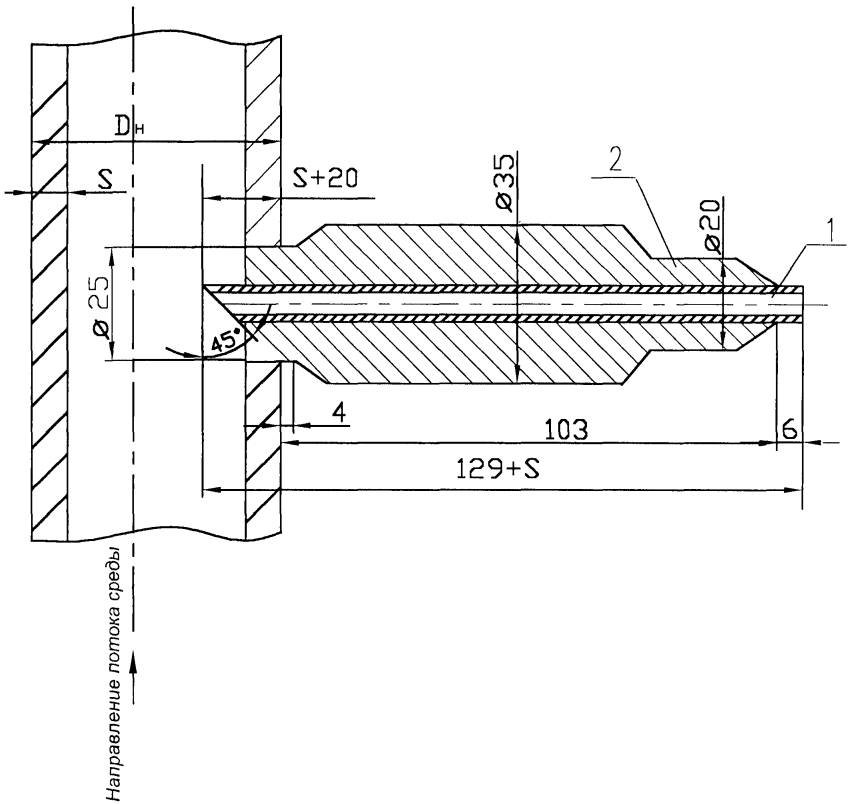
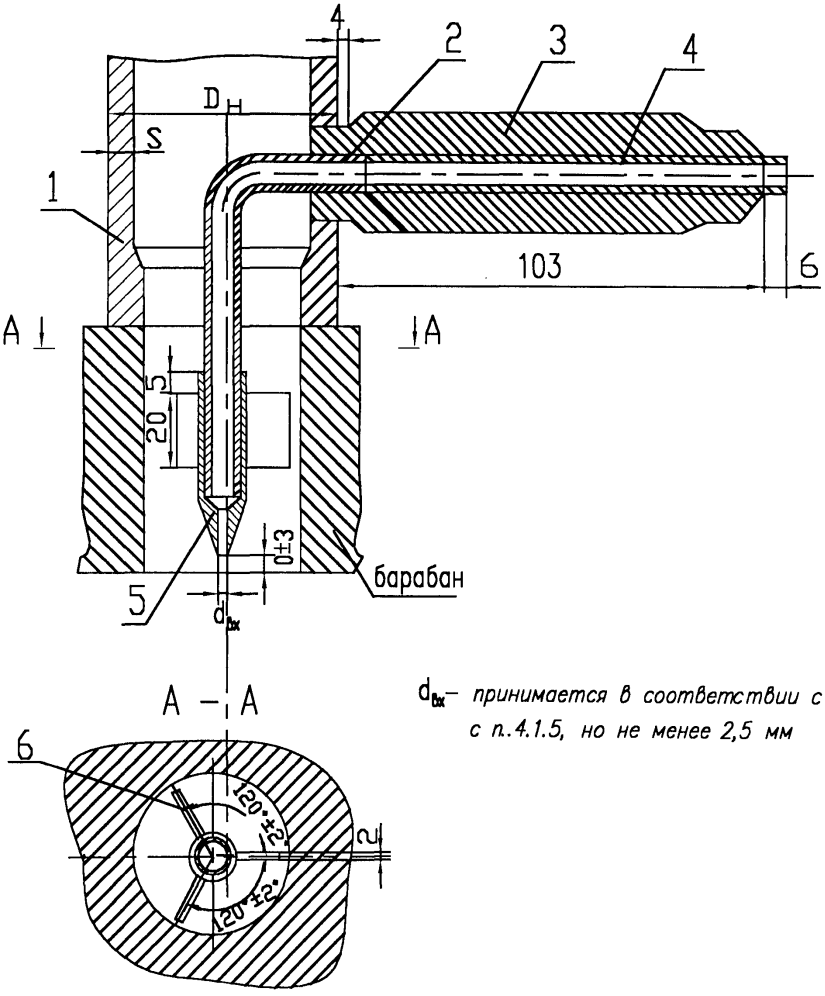


Рисунок 1. ***Зонд трубчатый***

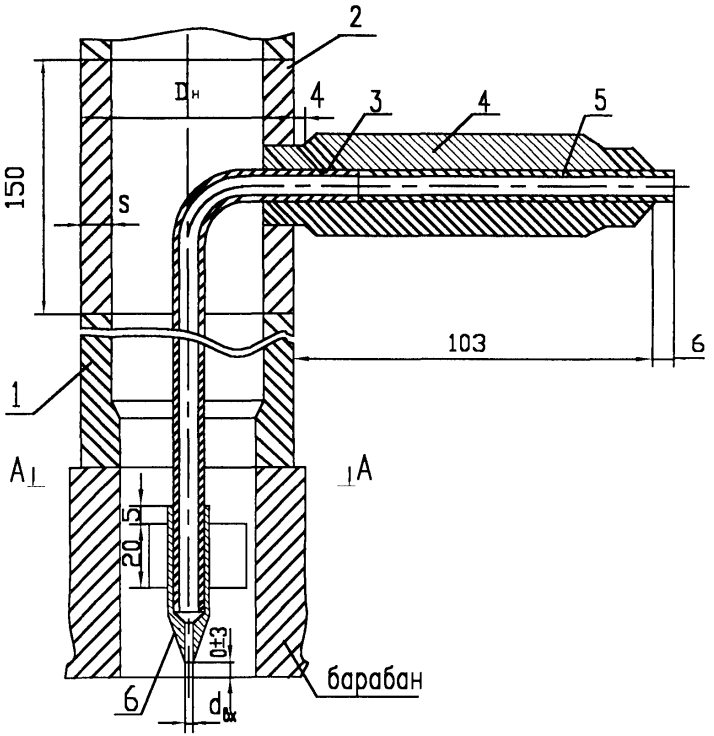
1 – труба ∅10х2; 2 – втулка



$d_{вх}$ – *принимается в соответствии с с п.4.1.5, но не менее 2,5 мм*

Рисунок 2. ***Зонд устьевой***

1- штуцер; 2 – труба ∅ 10х2 мм; 3- втулка; 4 - труба ∅ 10х2, L=90 мм; 5 – наконечник; 6 – полоса 2х20 мм



$d_{вх}$ – *принимается в соответствии с с п.4.1.5, но не менее 2,5 мм*

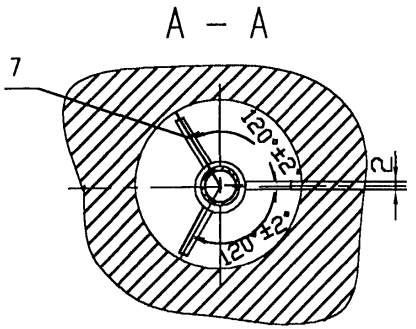
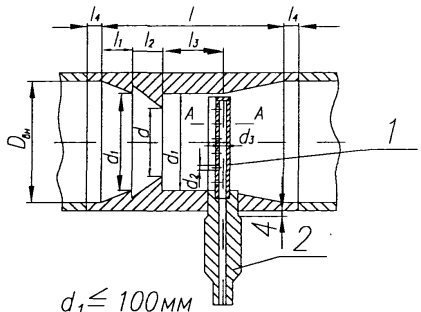


Рисунок 3. ***Зонд устьевой***

1- штуцер; 2 - вставка; 3- труба ∅ 10х2 мм; 4- втулка; 5- труба ∅ 10х2 мм, L=90 мм; 6 – наконечник; 7 – полоса 2х20 мм



Размеры зонда	Определение размера
$D_н$	Задается
d	Рассчитывается (см. приложения)
d_1	$\frac{D_{вн}+d}{2}$
d_2	2–5 (см. приложение 2)
d_3	$(0,1–0,15)d_1$
l	$1,5\ D_{вн}$
l_1	$0,25\ D_{вн}$
l_2	$0,25\ D_{вн}$
l_3	$0,5\ D_{вн}$
l_4	10–20
l_5	10
l_6	$(0,5–0,75)\ d_3$
l_7	$1,1\ d_2$

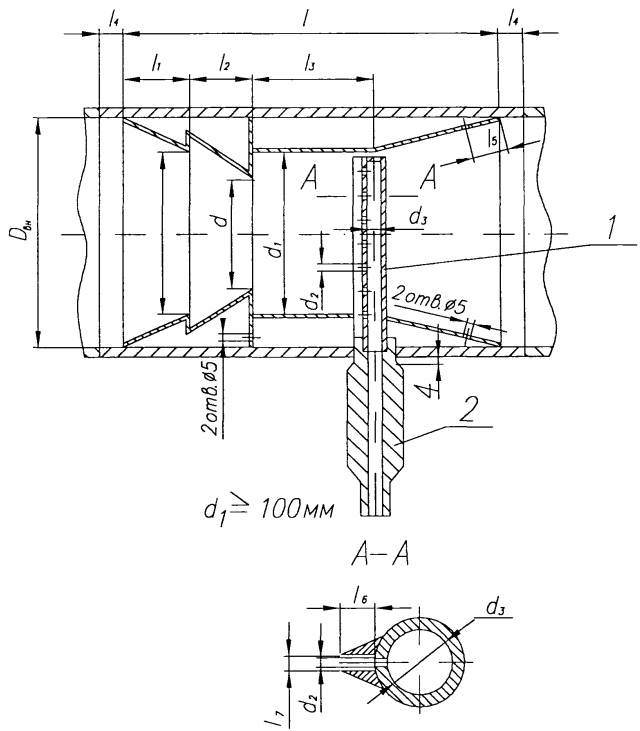
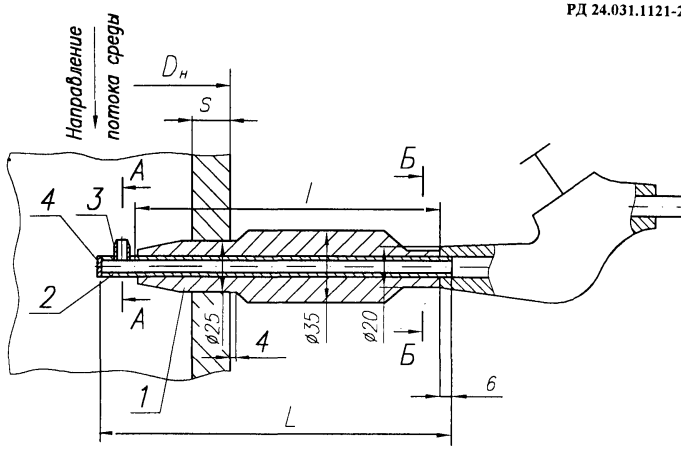
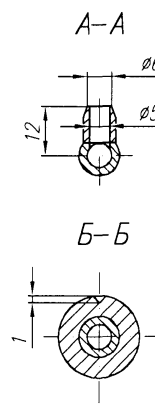


Рисунок 4. ***Зонд щелевой со смесителем***
1 – труба; 2 – втулка





мм

S	l	L
10–16	146	175
20–25	155	184
28–36	166	195
40–50	180	209
60–65	191	220
75–85	215	244

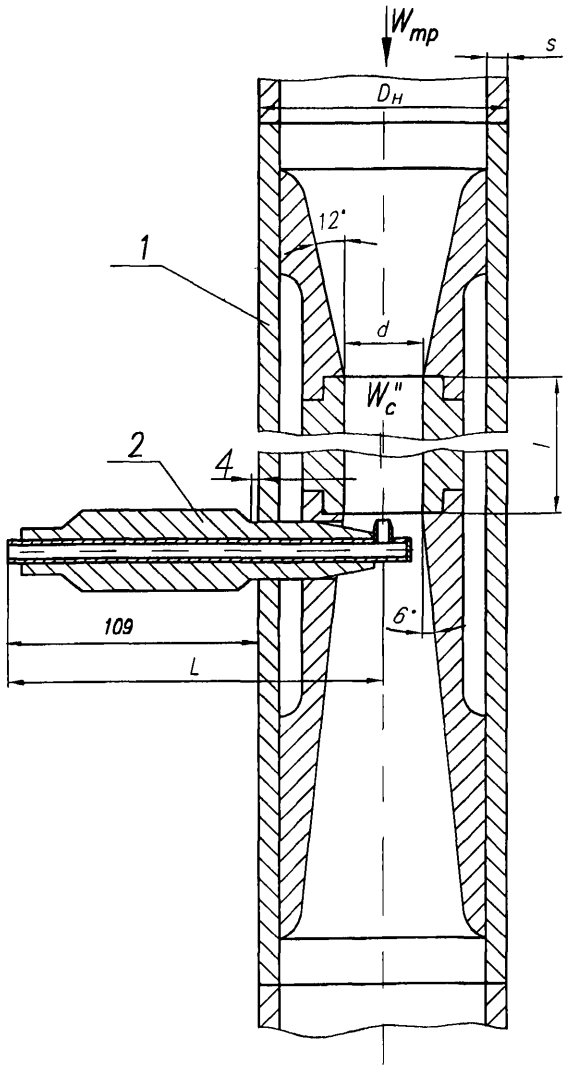
Рисунок 5. **Зонд однососковый**
1 – втулка; 2 – труба; 3 – наконечник; 4 - пробка

Таблица 2

Наименование устройства	Отбираемая проба	Место установки		Требования установки		Примечание
		Котлы НД, СД	Котлы ВД и СКД	Котлы НД и СД	Котлы ВД и СКД	
Зонд трубчатый (рисунок 1)	Котловая вода II ступени испарения при трехступенчатом испарении	Опускная труба II ступени испарения	–	Наличие прямого участка на нижней части опускной трубы с учетом размещения оборудования на пробоотборной линии и уклона ее по ходу пробы. Длина прямого участка 10 $d_{вн}$ до места установки		При отсутствии линии перекрещивания на котлах со ступенчатым испарением отбор производится с двух сторон котла.
Зонд устьевой (рисунки 2,3)	Насыщенный пар из торцов барабана при одноступенчатом испарении	В устье крайних пароотводящих труб		Входное сечение наконечника располагается по касательной к внутренней поверхности барабана		–
Зонд со смесителем – с трубой Вентури (рисунок 6)	Насыщенный пар	Пароотводящие трубы		Должна быть обеспечена соосность наконечника зонда и трубы. Наконечник должен быть повернут навстречу потоку (при установке трубы Вентури на горизонтальном участке пробу пара следует отводить вниз)		Устанавливается как контрольный параллельно со штатным устьевым пробоотборным устройством
Зонд однососковый (рисунок 5)	Пар до пром-перегрева	–	На линии возврата пара на перегреватель в непосредственной близости к котлу	–		При наличии двух и более линий допускается отбор пробы из любой линии

Продолжение таблицы 2

Наименование устройства	Отбираемая проба	Место установки		Требования установки		Примечание
		Котлы НД, СД	Котлы ВД и СКД	Котлы НД и СД	Котлы ВД и СКД	
Зонд щелевой (рисунок 7)	Насыщенный пар из выносных циклонов II и III ступеней испарения	Пароотводящая труба циклона или над пароприемным потолком циклона	Над пароприемным потолком циклона	Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее 10 $d_{вн}$ до места установки и не менее 5 $d_{вн}$ после него. В циклоне зонд устанавливается щелью навстречу потоку пара. Рабочая длина зонда равна диаметру циклона. Свободный конец зонда заглубляется в специальное отверстие в корпусе циклона		-



мм

$D_н$	d	L	l
159	Рассчитывается	188,5	290
133		175,5	275
108		163	215

Рисунок 6. ***Зонд со смесителем-трубой Вентури***

1 – смесительное устройство; 2 – пробоотборное устройство

$W_{тр}$ – скорость пара в трубе; W_c'' - скорость пара в суженном сечении

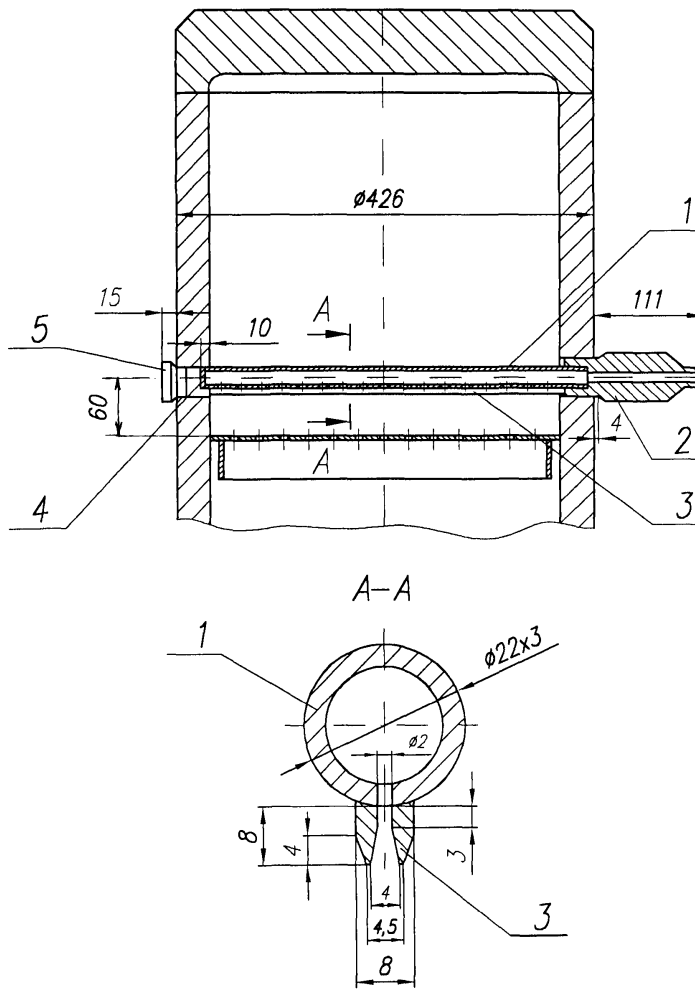


Рисунок 7. ***Зонд щелевой для отбора проб насыщенного пара из выносных циклонов***

1 – труба ∅ 22х3 мм; 2 – штуцер; 3 – насадка щелевая; 4 – донышко; 5 – заглушка

4.1.7 Устройства для отбора проб пара и воды изготавливаются из материалов, предусмотренных "Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды" ПБ 10-573-03 и "Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" ПБ 10-574-03

- труба ∅ 10х2 мм (рисунки 1- 6) – из стали марки 12Х18Н12Т по ТУ 14-3Р-55-2001;
- втулка (рисунки 1-4,7), заглушка (рисунок 7) – из стали марки 20 по ОСТ 108.030 113-87,
- втулка (рисунки 5, 6) – из стали марки 12Х1МФ по ОСТ 108 030.113-87;
- наконечник (рисунки 2,3,5), пробка (рисунок 5), донышко (рисунок 7), труба ∅ 22х3 мм (рисунок 7) – из стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72;
- полоса (рисунки 2,3) – из стали марки 20 по ГОСТ 1050-88 или 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72;
- вставка (рисунок 3) – из стали марки 20 по ТУ 14-3Р-55-2001,
- насадка щелевая (рисунок 7) – из стали марки 12Х18Н9Т по ГОСТ 5632-72

4.2 Оборудование пробоотборных линий

4 2 1 Пробоотборные линии выполняются из труб размером 10х2 мм Допускается применение труб размером 16 х2,5 мм

4 2 2 На пробоотборной линии после устройства для отбора пробы последовательно располагаются

- два запорных вентиля D_y 6 мм,
- холодильник;
- дроссельный игольчатый вентиль D_y 6 мм.

Допускается применение вентилей D_y 10 мм .

4.2.3 Запорные вентили выбираются по параметрам среды (давлению и температуре), поступающей в линии отбора пробы. Первые (коренные) запорные вентили устанавливаются непосредственно после отбора пробы, вторые вентили группируются в удобном для обслуживания месте, которое выбирается с учетом расположения холодильников и водного щита Допускается установка этих двух запорных вентилей у пробоотборного устройства в случае удобного к ним подхода

4.2.4. Холодильники проб пара и воды применяются змеевиковые двухточечные Конструкция холодильников приведена на рисунке 8

4.2 5 Холодильники обеспечивают температуру охлажденной пробы перегретого и насыщенного пара, котловой и питательной воды не более 40°С, охлаждающей воды на сливе не более 60°С

По производительности холодильники рассчитаны на расход перегретого пара с параметрами р = 25 МПа (255 кгс/см^2), t= 540°С на одну нитку в количестве 25 кг/ч. При необходимости увеличения расхода пробы или более глубокого ее охлаждения (отбор пробы для определения удельной электропроводимости, pH и других показателей) рекомендуется установка последовательно двух холодильников

4.2.6 Для охлаждения пробы используется охлаждающая вода с расчетной температурой не более +25°С. Содержание взвешенных веществ в охлаждающей воде не должно превышать 5 мг/кг, карбонатная жесткость – 3,0 мг-экв/кг, сухой остаток – 1000 мг/кг.

Допускается использование воды при бóльших концентрациях указанных веществ, однако при этом должна быть предусмотрена возможность проведения периодической реагентной очистки поверхностей холодильников.

4 2 7 Монтаж пробоотборных линий разделяется на следующие этапы

– этап 1 – установка устройства для отбора проб и коренного запорного вентиля,

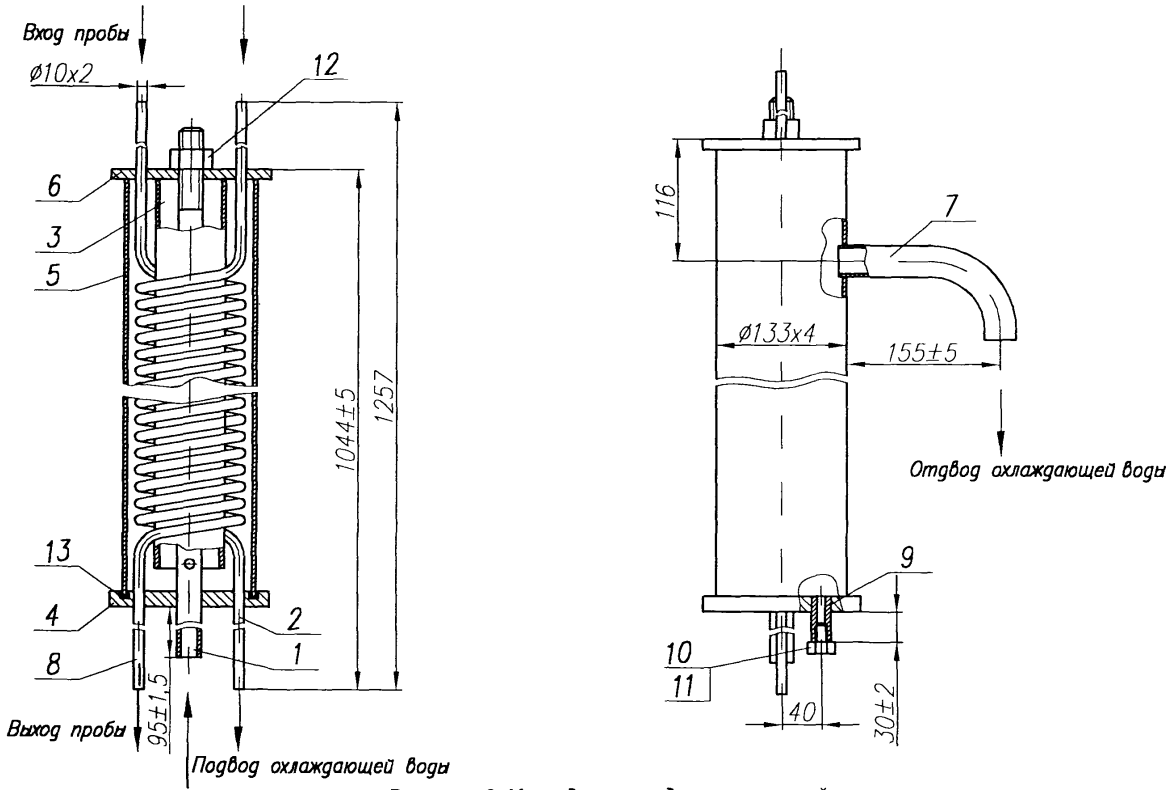


Рисунок 8. Холодильник двухточечный

1 – патрубок; 2 – змеевик; 3 – труба-ограничитель; 4 – донышко; 5 – труба; 6 – крышка; 7 – патрубок; 8 - змеевик; 9 – патрубок; 10 – прокладка; 11 – болт; 12 – гайка; 13 – кольцо резиновое

- этап 2 – присоединение трубопровода к запорным вентилям, холодильникам, водному щиту и регулирующей арматуре.

Присоединение (этап 2) производится после промывки котла и продувки устройств для отбора проб до пуска котла, за исключением трубопроводов, используемых для контроля химической очистки котла.

4.2.8 При монтаже пробоотборных линий следует выдерживать уклон трубопроводов в сторону движения пробы. Необходимо добиваться, чтобы горизонтальные участки в пробоотборной линии на всем ее протяжении отсутствовали. При монтаже пробоотборных линий необходимо выполнить участки компенсации их тепловых удлинений Трубопроводы не должны изолироваться независимо от их длины и для обеспечения безопасности должны быть ограждены

4.2.9 Холодильники монтируются вертикально Каждая группа холодильников имеет самостоятельную линию охлаждающей воды с разводкой по отдельным холодильникам Линия охлаждающей воды для холодильников не должна быть связана с другими объектами установки (дымососами, вентиляторами и др.) сливная труба охлаждающей воды от группы холодильников выходит либо в общую дренажную канаву, либо в общий дренажный трубопровод без давления.

После сборки и сварки необходимо проверить плотность нижней части корпуса холодильника путем заполнения его водой до выходного патрубка.

Гидравлическое испытание змеевиков следует производить после приварки их к донышку при давлении согласно таблице 3

Таблица 3

Котлы на давление пара, МПа (кгс/см^2), $P_{раб}$	Гидравлическое давление в змеевике, МПа (кгс/см^2), $P_{проб}$
25 (255)	31,4 (320)
13,8 (140)	17,2 (175)
9,8 (100)	12,3 (125)
3,9 (40)	4,9 (50)

4.2.10 Пробоотборные линии выводятся на водный щит Конструкция водного щита приведена на рисунке 9

4.2.11 Водный щит для котлов с давлением не более 9,8 МПа (100 кгс/см^2) устанавливается в вблизи фронта котла в удобном месте для эксплуатации и поддержания щита в чистоте .

Для обеспечения представительности отбираемых проб вывод в щит пробоотборных линий котловой воды, а также питательной воды на среднем и низком давлении желательно отделять перегородкой от вывода проб насыщенного и перегретого пара.

Щит также может быть приспособлен к раздельному сбросу воды, которая может использоваться в схеме станции или котельной (конденсат, питательная вода) и загрязненной воды

Для котлов с давлением 13,8 МПа (140 кгс/см^2) и прямоточных котлов СКД водные щиты размещаются в специальных изолированных помещениях-боксах

При установке щит крепится к стене или металлоконструкциям котлов.

4.2.12 Трубопроводы и змеевики холодильников всех отборов проб пара и воды для котлов выполняются из стали марки 08Х18Н10Т по ТУ14-3Р-197-2001 и 12Х18Н12Т по ТУ14-3Р-55-2001 Допускается применение труб из стали 12Х18Н12Т и 12Х18Н10Т по ГОСТ 9941-81, ГОСТ 14162-79 Трубопроводы и змеевики холодильников проб котловой воды с давлением до 2,4 МПа (24 кгс/см^2) включительно для штатного химического контроля допускается выполнять из стали марки 20 по ТУ 14-3Р-55-2001.

4 2.13 Вентили запорные и регулирующие для всех отборов проб применяются из стали

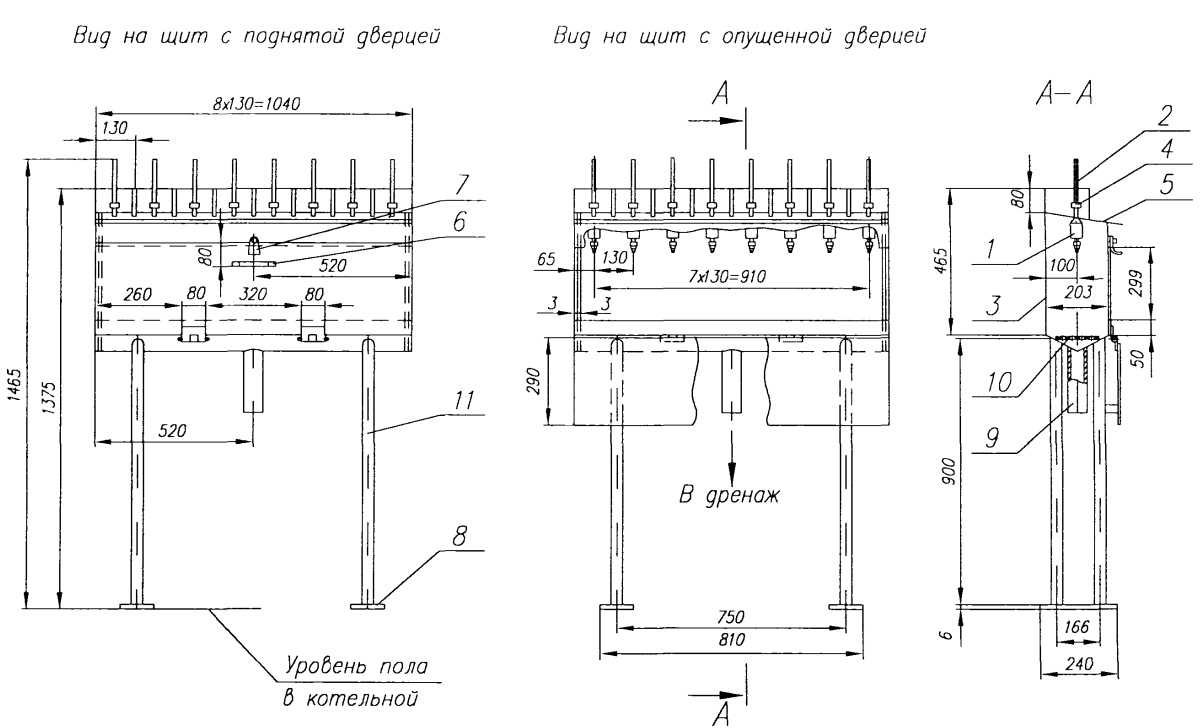


Рисунок 9. **Щит водный**

1- отборник; 2- труба ∅10x2x120 мм; 3-корыто; 4- муфта; 5-козырек; 6- ручка; 7-завертка; 8-лист; 9- труба дренажная; 10-щит перфорированный; 11- труба ∅ 32x4x900 мм.

марки 12Х18Н12Т по ГОСТ 5632-72. Вентили регулирующие и запорные могут применяться из стали марки 20 в случаях, если трубопроводы и змеевики холодильников выполнены из стали 20 по ТУ14-3Р-55-2001.

Примечание: До начала серийного выпуска вентилей D_y6 временно допустимо применение вентилей D_y10 из стали марки 12Х1МФ по ГОСТ 20072-74 и стали марки 20 по ГОСТ 1050-88. При этом в местах присоединения их к пробоотборной трубе устанавливаются переходники.

4.3 Схемы отбора проб пара и воды

4.3.1 Схемы отбора проб пара и воды предназначены для химического контроля водного режима при эксплуатации котлов и представлены на рисунках 10-20 Обозначение точек отбора приведено в таблице 4.

4.3.2 Схемы отбора проб пара и воды для химического контроля водного режима при эксплуатации барабанных котлов с давление 9,8 МПа (100 кгс/см^2) и 13,8 МПа (140 кгс/см^2) представлены на рисунках 10-13.

4.3.3 Расположение точек отбора проб пара и воды для химического контроля водного режима прямоточного котла в пределах котла представлено на рисунке 14.

4.3.4 Схемы отбора проб пара и воды для химического контроля водного режима при эксплуатации котлов среднего и низкого давления, а также котлов-утилизаторов и энерготехнологических котлов с давлением в барабане не более 4,9 МПа (50 кгс/см^2) представлены на рисунках 15-20.

Таблица 4

Номер точки отбора	Наименование отбора
1	Питательная вода вблизи котла (для котлов НД,СД и СКД*) Питательная вода после II ступени экономайзера (для котлов ВД)
2	Конденсат на линии впрыска
3	Вода из барабана (или чистого отсека барабана)
4	Вода из внутрибарабанных солевых отсеков второй ступени испарения при двухступенчатом испарении
5	Вода из выносных солевых отсеков при двух- и трехступенчатом испарении
6	Насыщенный пар из пароперепускных труб или насыщенный пар котлов без пароперегревателя
7	Перегретый пар
8	Пар после промежуточного перегрева
9	Среда перед встроенной задвижкой

*- для получения представительной пробы при определении соединений железа в питательной воде прямоточных котлов СКД отбор пробы следует производить после первого по ходу воды ПВД.

4.3.5 Для проведения теплохимических испытаний на пилотных образцах котлов ВД и СКД схемы химического контроля разрабатываются проектной и наладочной организациями и согласовываются с заказчиком и предприятием-изготовителем.

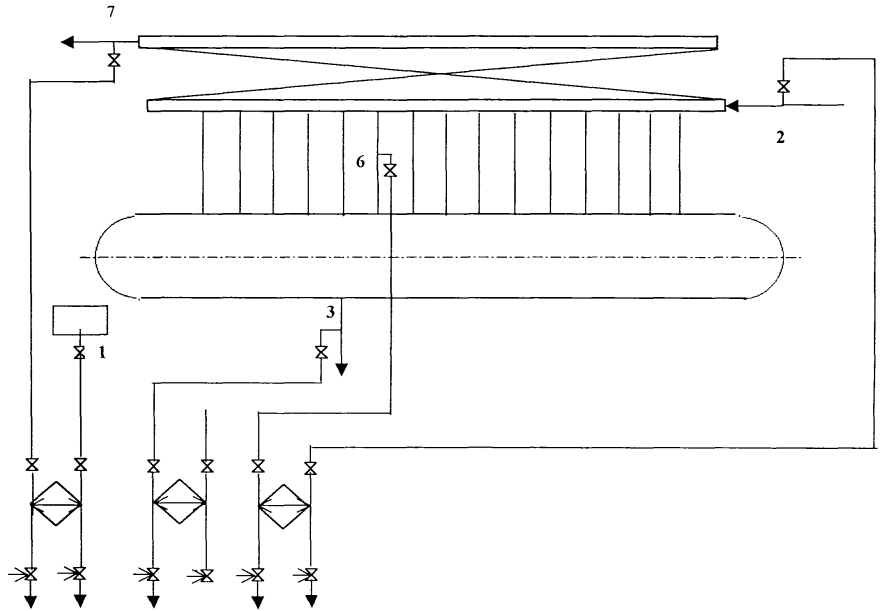


Рисунок 10. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см^2) и более с одноступенчатым испарением***

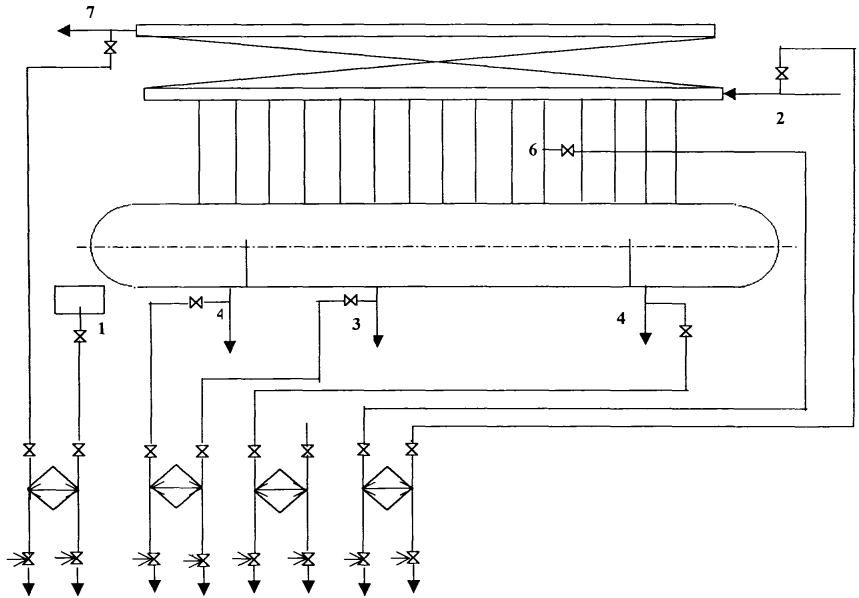


*Рисунок 11.**Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см^2) и более с двухступенчатым испарением***

(вторая ступень испарения- внутрибарабанная)

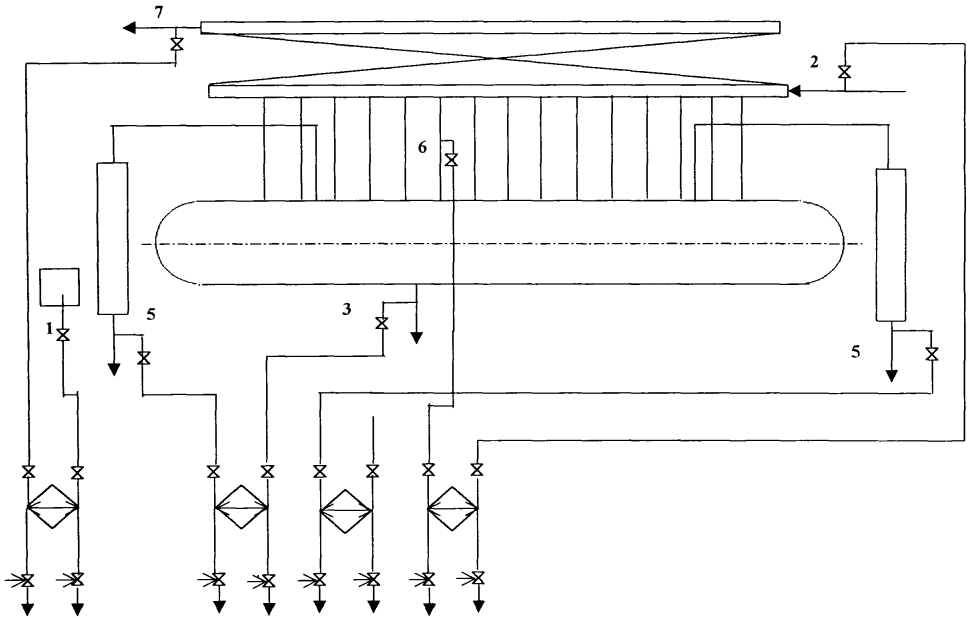


Рисунок 12. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см^2) и более с двухступенчатым испарением***
(вторая ступень испарения- выносные циклоны)

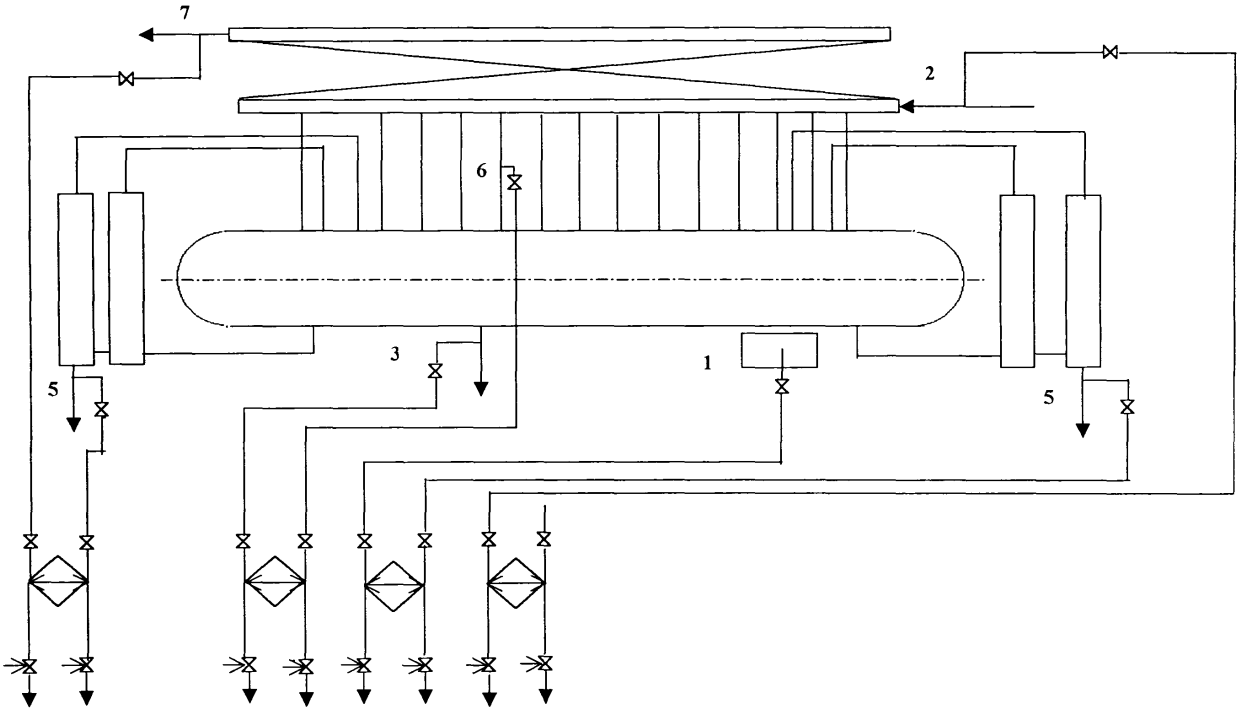


Рисунок 13. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см^2) и более с двухступенчатым испарением***
(вторая ступень испарения- 2 выносных циклона, соединенных последовательно и подключенных на одну панель экрана)

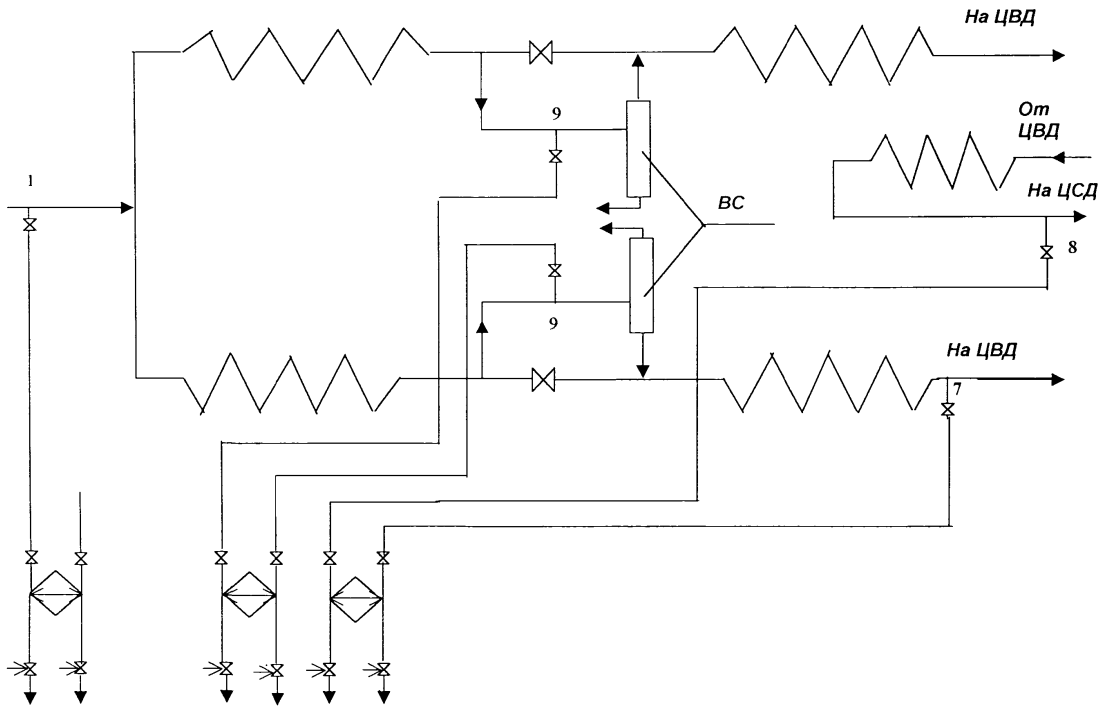


Рисунок 14. ***Схема отборов проб пара и воды прямоточного котла***

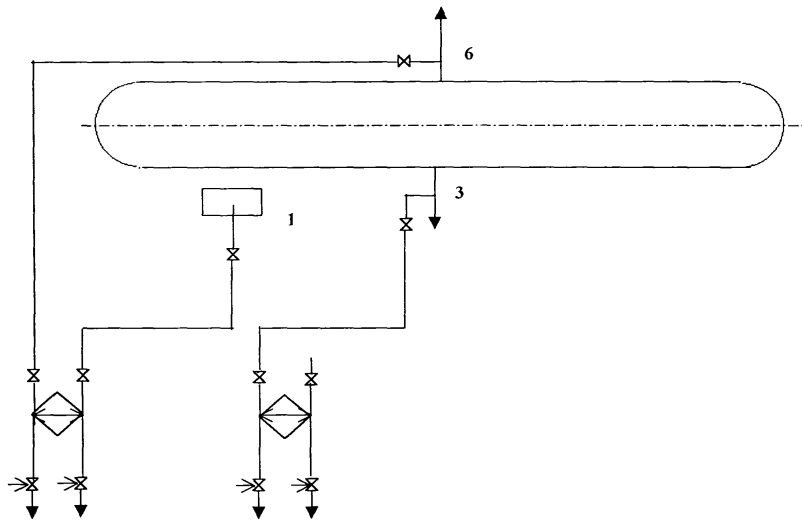


Рисунок 15. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления без пароперегревателя***

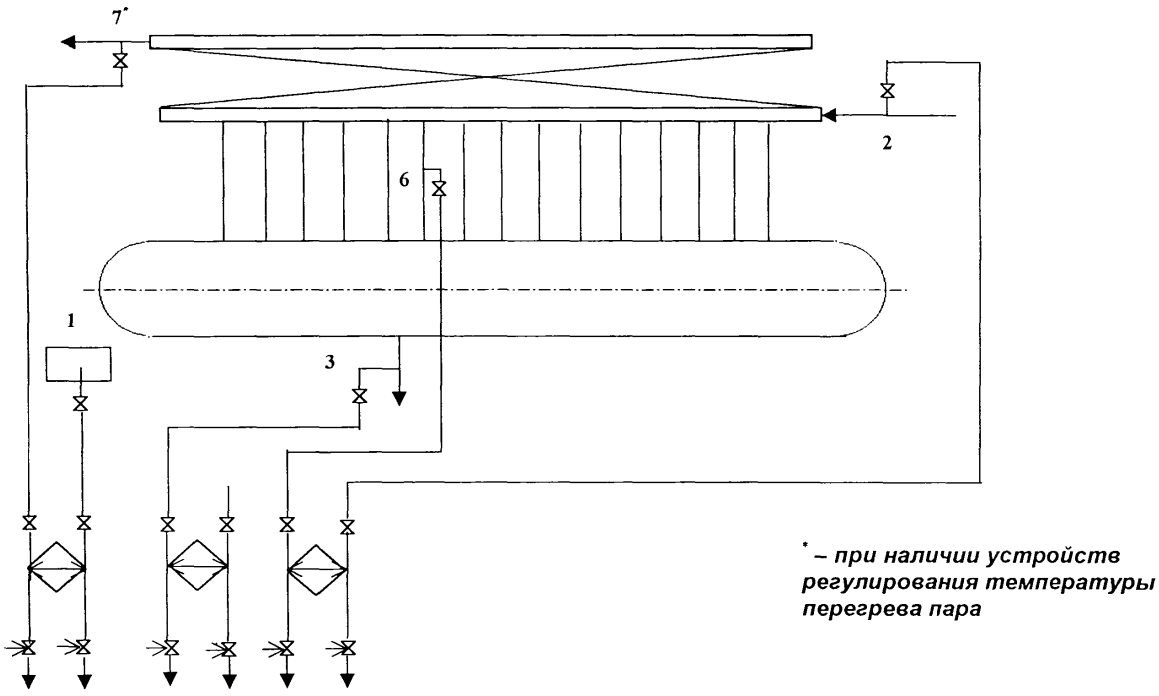


Рисунок 16. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с одноступенчатым испарением***

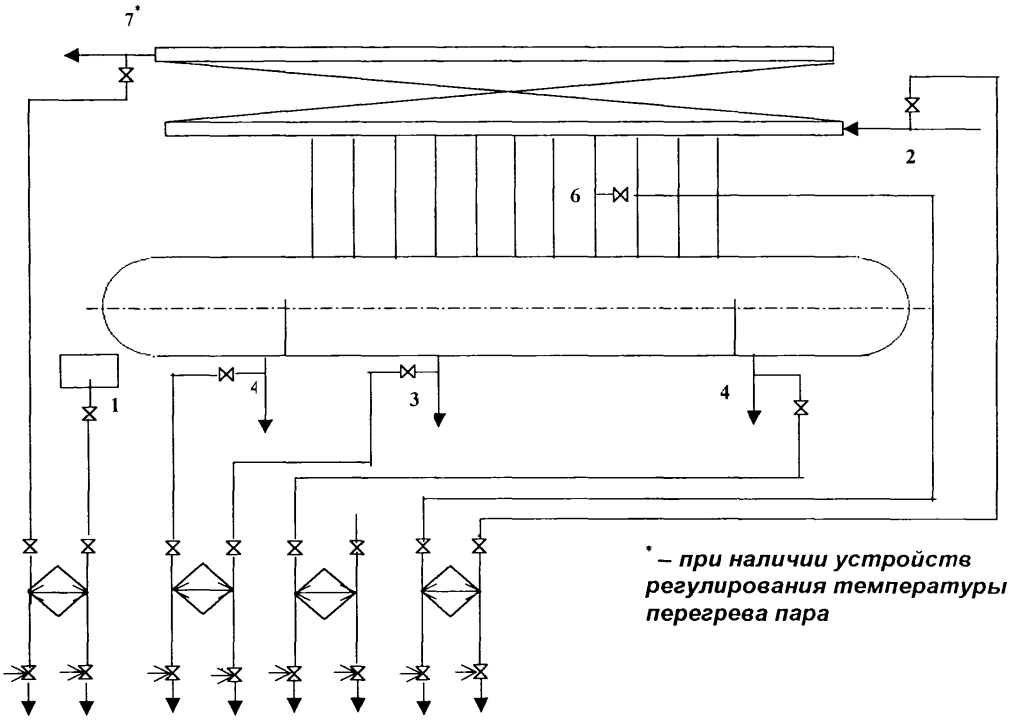


Рисунок 17. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с двухступенчатым испарением*** ***(вторая ступень испарения- внутрибарабанная)***

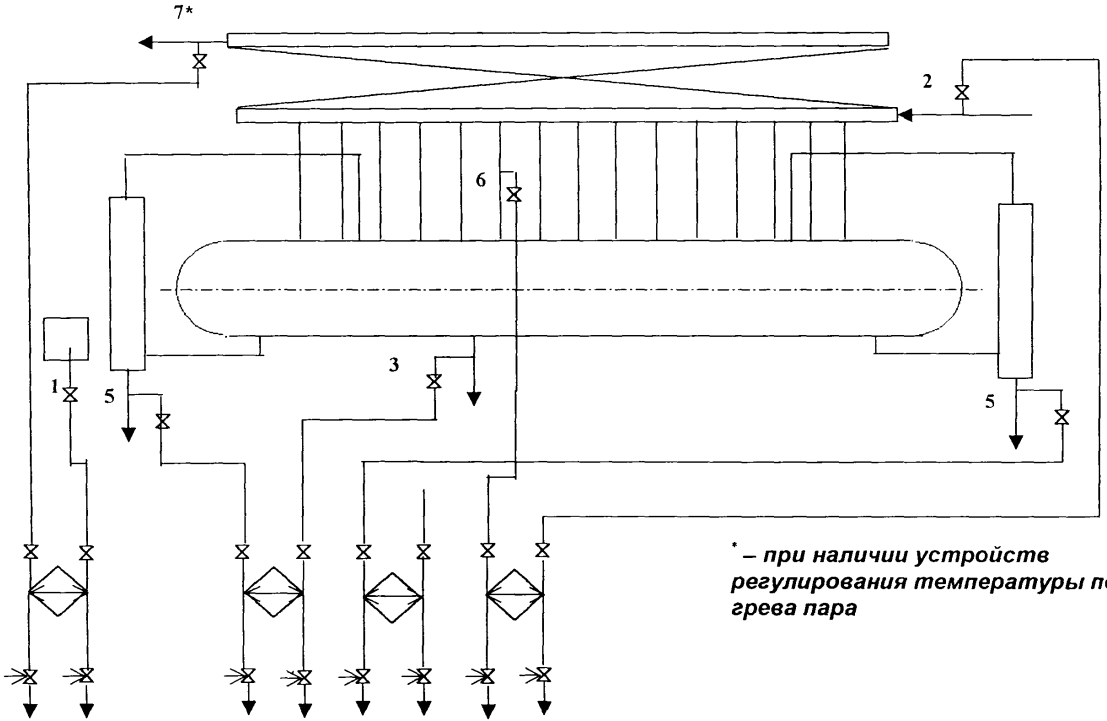


Рисунок 18. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с двухступенчатым испарением***
(вторая ступень испарения - выносные циклоны)

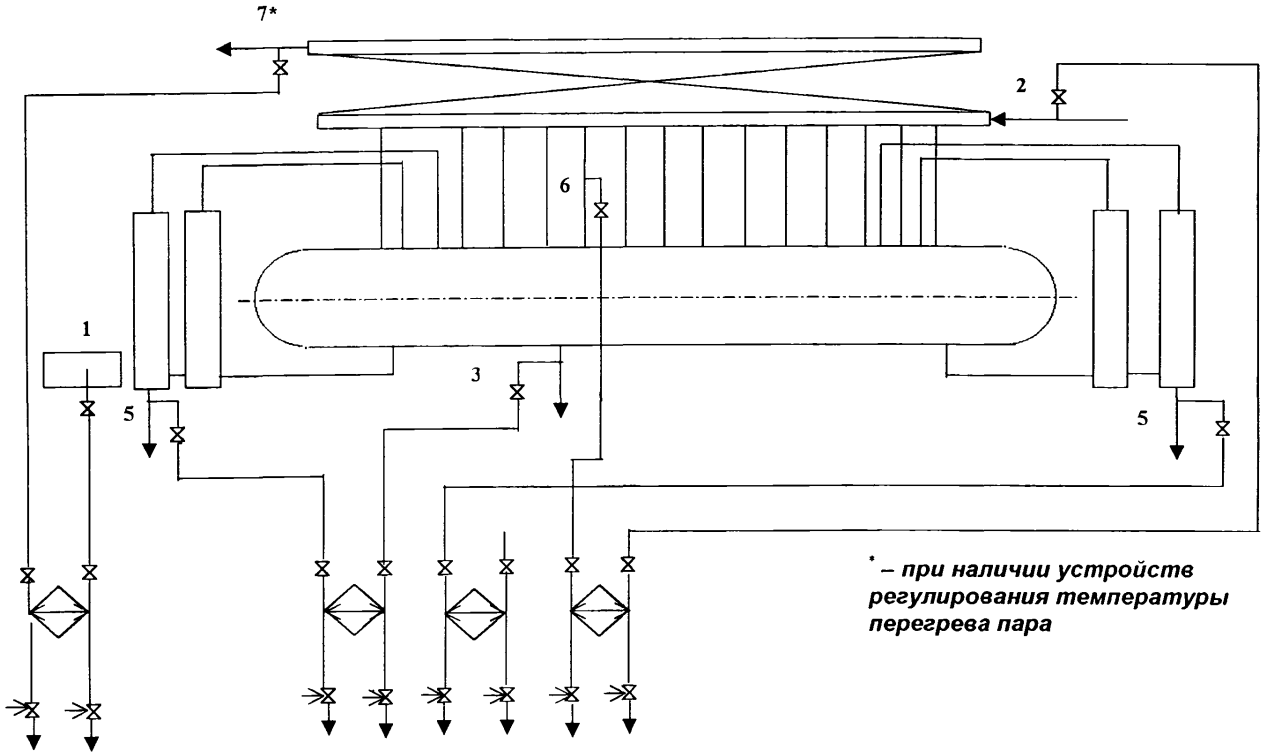


Рисунок 19. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с трехступенчатым испарением***
(вторая и третья ступени испарения - выносные циклоны, соединенные последовательно и подключенные к разным панелям экранов)

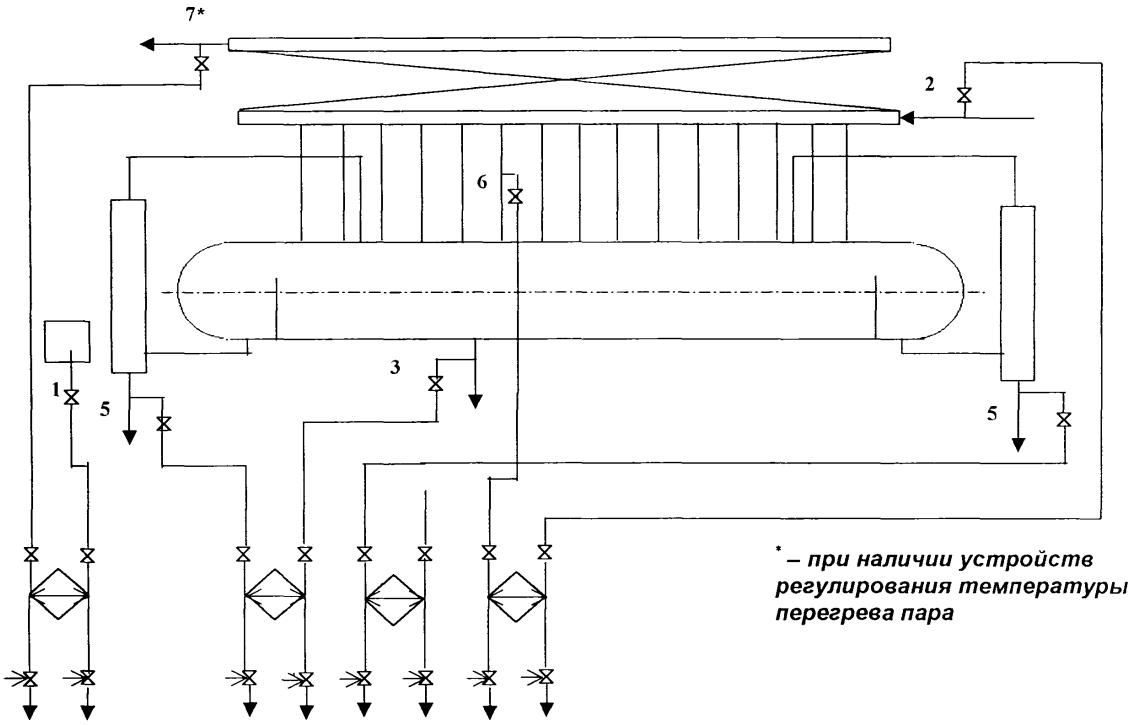


Рисунок 20. ***Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с трехступенчатым испарением (третья ступень испарения - выносные циклоны)***

Приложение А
(обязательное)

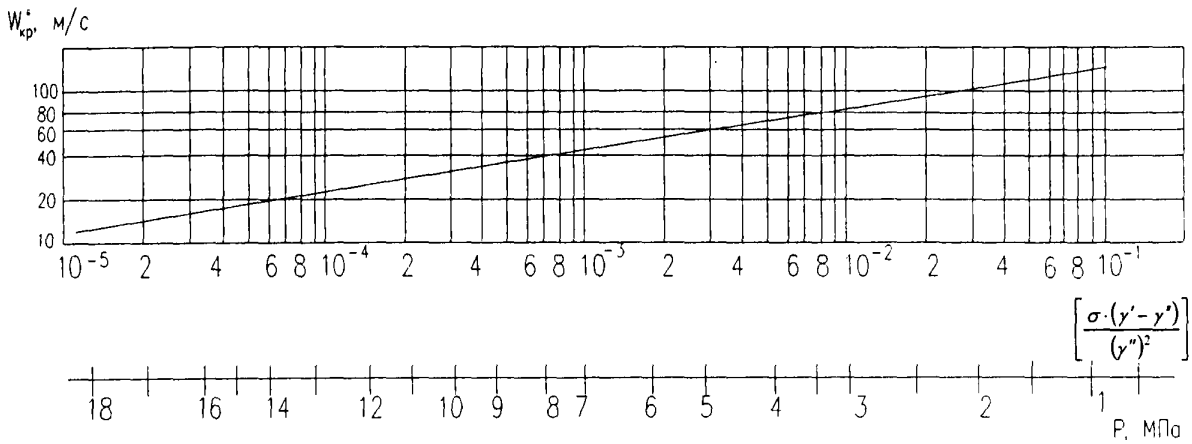
Методика расчета зонда со смесителем – трубой Вентури

Расчет приведен в таблице А.1

Таблица А.1

Наименование параметра	Расчетная формула или обоснование
Номинальная производительность котла, $D_{к\ ном}$, т/ч	паспорт котла
Расчетная производительность котла, $D_р$, т/ч	принимается 0,8 х $D_{к\ ном}$
Количество труб, отводящих пар из барабана, n, шт	чертеж барабана
Внутренний диаметр трубы отвода пара, $d_{тр}$	чертеж барабана
Площадь одной трубы, $f_{тр}$, м^2	0,785 х $d_{тр}^2$
Суммарное сечение труб отвода пара из барабана, $\Sigma f_{тр}$, м^2	$f_{тр}$ х n
Удельный вес пара на линии насыщения, γ'', кг/м^3	таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара
Скорость пара в трубах, $W_{тр}$, м/с	$\frac{D_р}{3{,}6 \cdot \gamma'' \cdot \Sigma f_{тр}}$
Критическая скорость срыва пленки влаги, $W''_{кр}$, м/с	по графику
Скорость потока в суженном сечении корпуса, $W''_с$, м/с	принимается $\geq W''_{кр}$
Диаметр суженной части трубы Вентури, $d_с$, м	$d_{тр} \cdot \sqrt{\frac{W''_{тр}}{W''_с}}$

График зависимости критической скорости срыва пленки влаги от давления



Приложение Б
(обязательное)

Методика расчета зонда щелевого со смесителем

Расчет приведен в таблице Б.1

Таблица Б. 1

Наименование параметра	Расчетная формула или обоснование
Производительность котла, $D_к$, т/ч	паспорт котла
Количество пароотводящих труб, $n_{по}$, шт	чертеж барабана
Диаметр пароотводящей трубы, $d_{по}$, м	чертеж барабана
Удельный вес пара на линии насыщения, γ'', кг/м^3	таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара
Скорость потока в суженном сечении смесителя, W_c'', м/с	принимается $\geq W_{кр}''$
Критическая скорость срыва пленки влаги, $W_{кр}''$, м/с	принимается по графику Приложения А
Минимальная площадь сечения смесителя, f, м^2	$\frac{D_к}{3{,}6 \cdot \gamma'' \cdot W_c'' \cdot n_{по}}$
Минимальный диаметр смесителя, d, м	$\sqrt{\frac{f}{0{,}785}}$
Диаметр отверстий в пробоотборной трубке, $d_{отв}$, мм	принимается 2 ÷ 5
Площадь одного отверстия, $f_{отв}$, м^2	$0{,}785 \cdot d_{отв}^2 \cdot 10^{-6}$
Скорость пара в отверстии, $W_{отв}''$, м/с	принимается равной W_c''
Суммарная площадь отверстий в пробоотборной трубке, F, м^2	$\frac{D_к}{3{,}6 \cdot \gamma'' \cdot W_{отв}''}$
Количество отверстий в пробоотборной трубке, n, шт	$\frac{F}{f_{отв}}$
Скорость пара в трубке щелевого зонда, $W_{тр3}''$ *, м/с	принимается $\leq 1{,}5 \cdot W_{отв}''$
Площадь минимального сечения трубки-зонда, $f_{тр}$, м^2	$\frac{D_к}{3{,}6 \cdot \gamma'' \cdot W_{тр3}''}$

Продолжение таблицы Б.1

Наименование параметра	Расчетная формула или обоснование
Диаметр собственно трубки-зонда, $d_з^{**}$ м	$\sqrt{\frac{f_{тр}}{0,785}}$

* – отверстия по длине зонда должны располагаться равномерно.
** - см. рисунок 4.

Ключевые слова: устройства, отбор, проба, пар, вода, контроль, котел, тип, конструкция, зонд, схема, пробоотборные линии, ступенчатое испарение, методика расчетов.

Заведующий отделением
котельных установок
(отделение № 5) Е.Э. Гильде

Заведующий лабораторией
внутрикотловой гидравлики
и сепарации (лаборатория 053) В.И. Бреус

Руководитель разработки Ведущий научный сотрудник О.Л. Анисимова

Исполнители Ведущий конструктор В.Ф. Петухова

Ведущий инженер В.Н. Тамбовцева

Нормоконтроль А.П. Кубышкин

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номер листов (страниц)				Номер документа	Срок введения изменений	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных				

gost.e-ecolog.ru