



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

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

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 коррозионно-стойкой 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-ЗР-55-2001 | Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов. Технические условия |
| ТУ 14-ЗР-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_n – наружный диаметр;
 $D_{вн}, d_{вн}$ – внутренний диаметр;
 D_y – условный диаметр;
 P_p – рабочее давление пара в котле;
 P – 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 однососового (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. | | 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 пароводводящая труба | | Устанавливается в устье пароводводящей трубы таким образом, чтобы входное сечение наконечника располагалось по касательной к внутренней поверхности барабана. | | Зонд в пароводводящем 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.

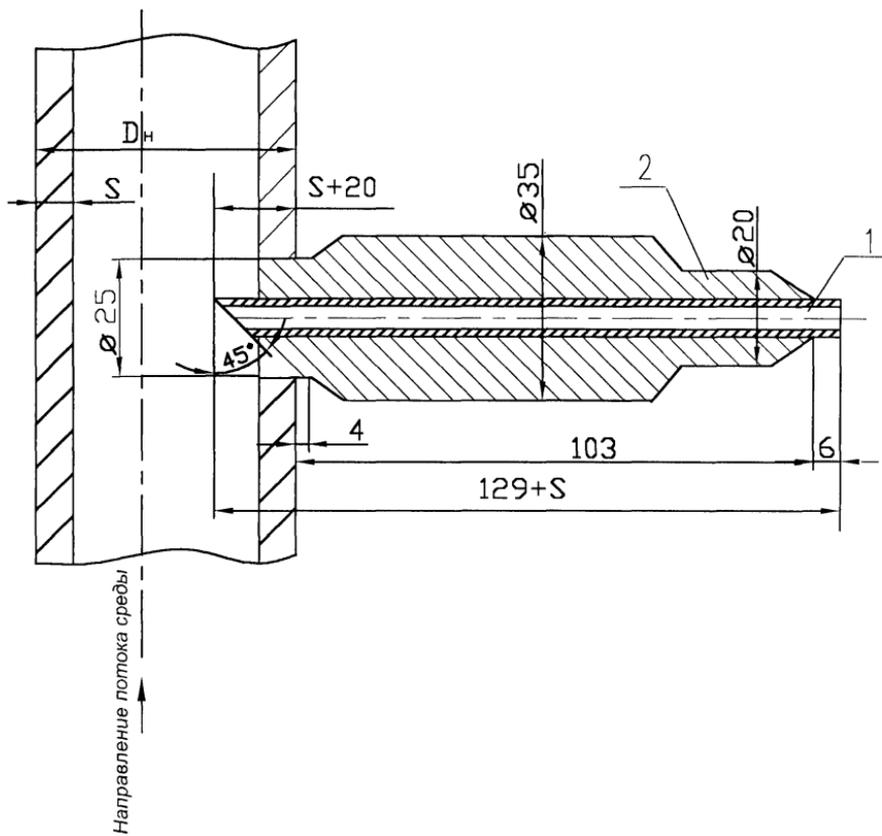
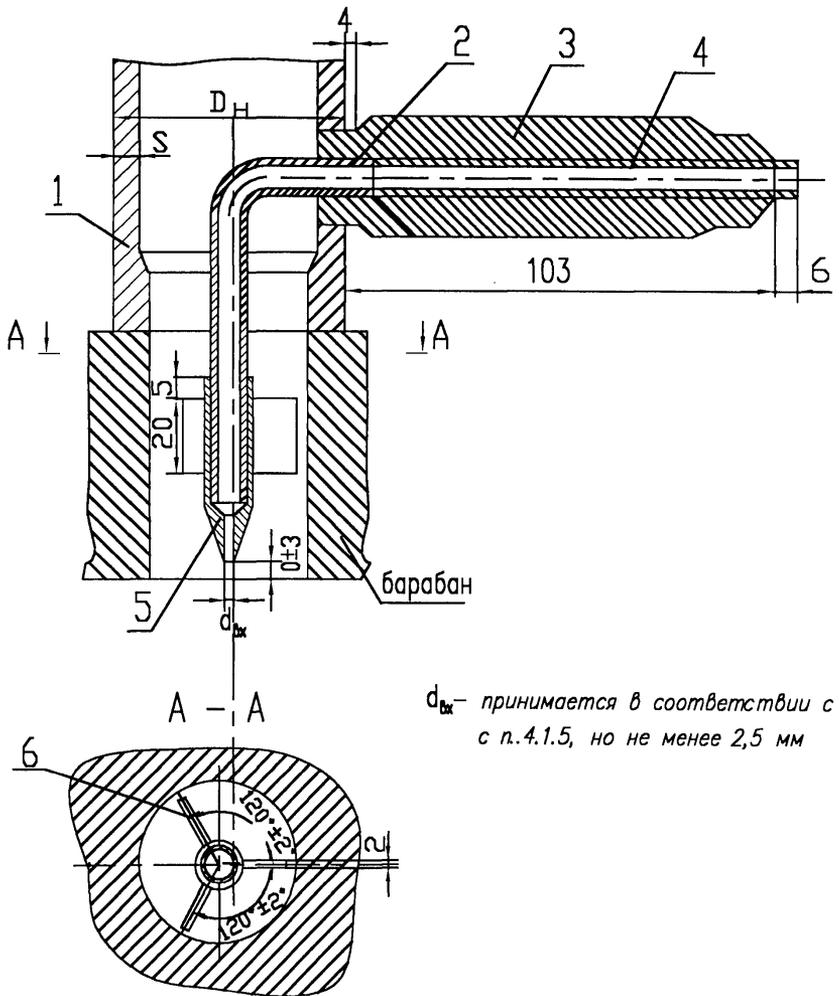


Рисунок 1. Зонд трубчатый

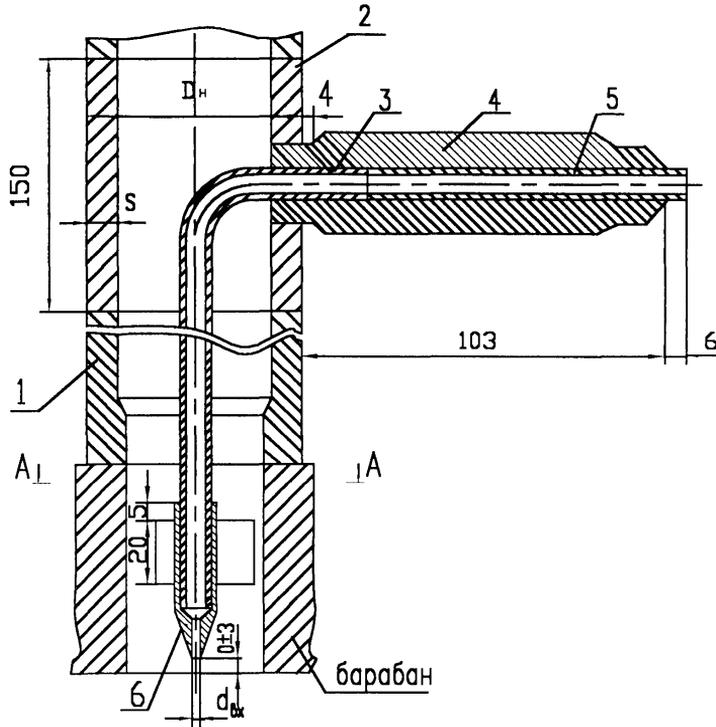
1 – труба $\varnothing 10 \times 2$; 2 – втулка



$d_{\text{вх}}$ — принимается в соответствии с п.4.1.5, но не менее 2,5 мм

Рисунок 2. Зонд устьевой

1- штанцер; 2 – труба $\varnothing 10 \times 2$ мм; 3- втулка; 4 - труба $\varnothing 10 \times 2$, $L=90$ мм;
5 – наконечник; 6 – полоса 2×20 мм



$d_{\text{тк}}$ — принимается в соответствии с п. 4.1.5, но не менее 2,5 мм

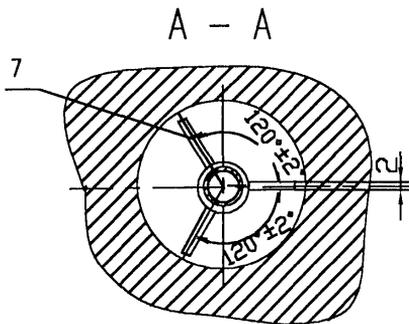
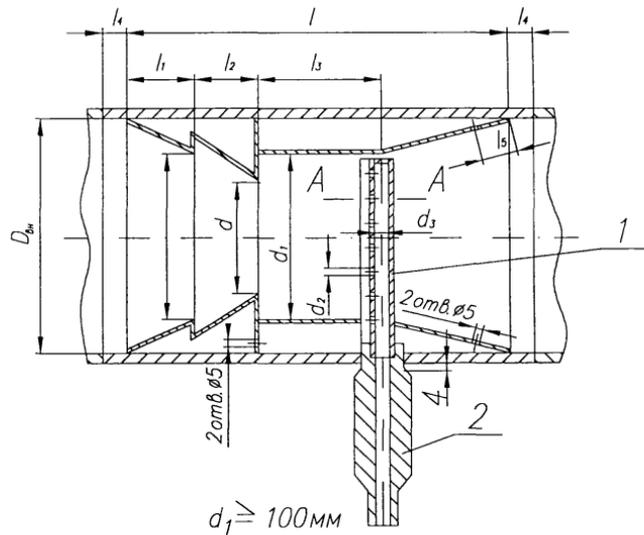
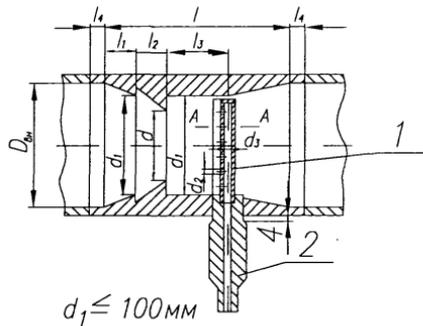
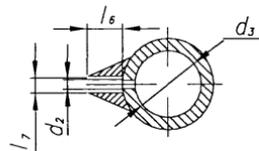


Рисунок 3. Зонд устьевой

1- штуцер; 2 - вставка; 3- труба $\varnothing 10 \times 2$ мм; 4- втулка; 5- труба $\varnothing 10 \times 2$ мм,
L=90 мм; 6 – наконечник; 7 – полоса 2x20 мм

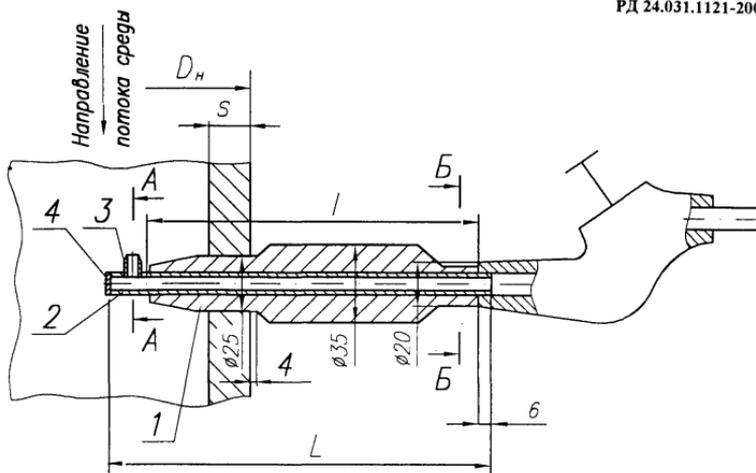


A-A



| Размеры зонда | Определение размера |
|---------------|---------------------------------|
| D_n | Задается |
| d | Рассчитывается (см. приложения) |
| d_1 | $\frac{D_n + d}{2}$ |
| d_2 | 2-5 (см. приложение 2) |
| d_3 | $(0,1-0,15)d_1$ |
| l | $1,5 D_n$ |
| l_1 | $0,25 D_n$ |
| l_2 | $0,25 D_n$ |
| l_3 | $0,5 D_n$ |
| 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 |

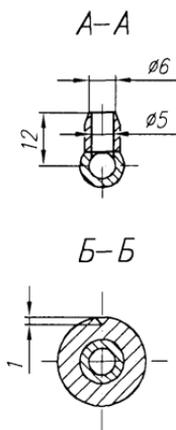


Рисунок 5. Зонд однососковый
 1 – втулка; 2 – труба; 3 – наконечник; 4 – пробка

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 $10 d_{\text{вн}}$ 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 пароводящих труб | | Входное сечение наконечника располагается по касательной к внутренней поверхности барабана | | – |
| Зонд со смесителем – с трубой Вентури (рисунок 6) | Насыщенный пар | Пароводящие 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 толчком циклона | Над пароприемным потолком циклона | <p>Наличие прямого участка трубопровода длиной не менее $10 d_{вн}$ до места установки и не менее $5 d_{вн}$ после него.</p> <p>В циклоне зонд устанавливается щелью навстречу потоку пара. Рабочая длина зонда равна диаметру циклона. Свободный конец зонда заглубляется в специальное отверстие в корпусе циклона</p> | | - |

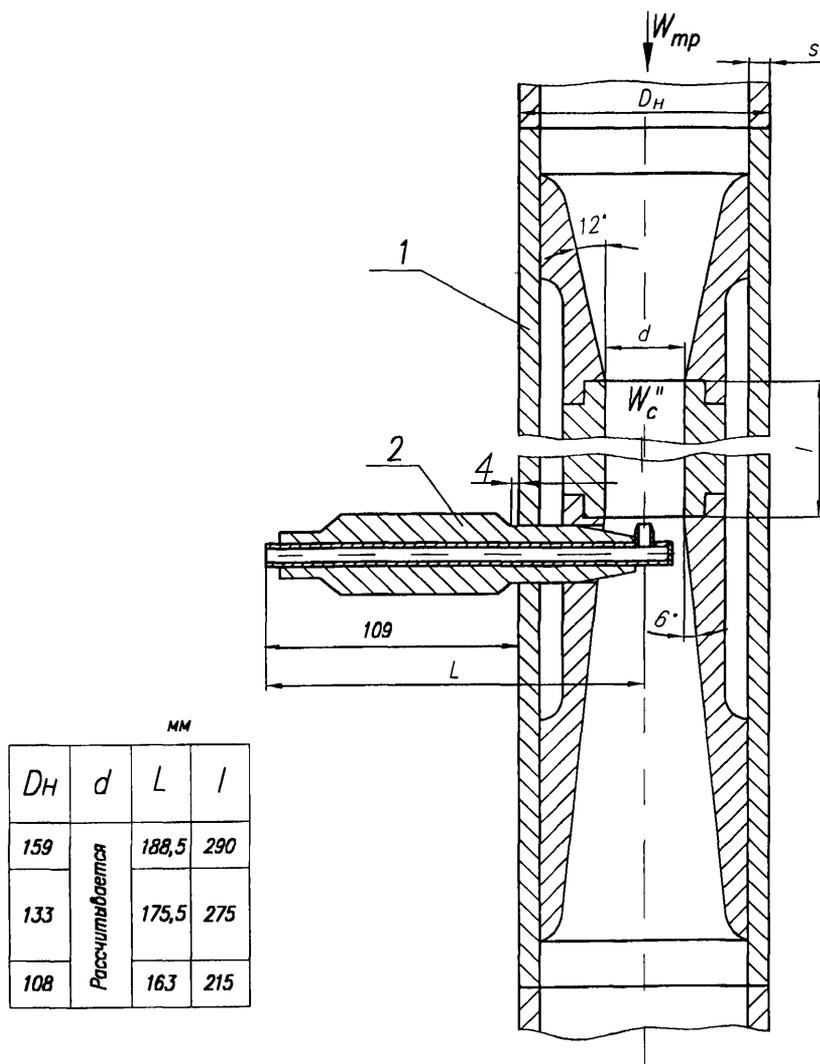


Рисунок 6. Зонд со смесителем-трубой Вентури
 1 – смесительное устройство; 2 – пробоотборное устройство

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

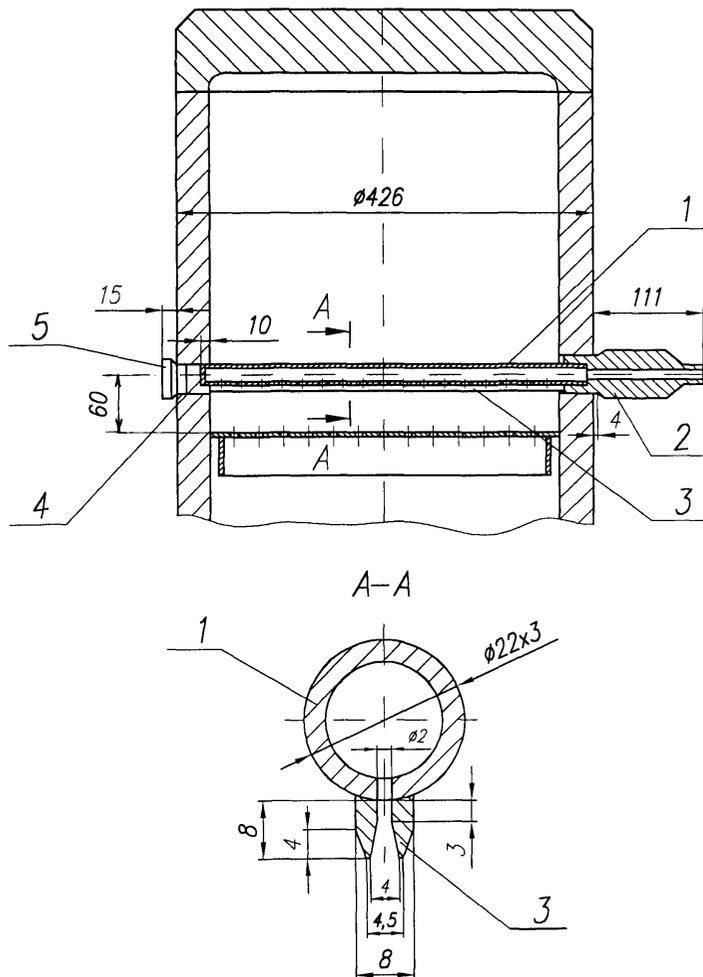


Рисунок 7. Зонд щелевой для отбора проб насыщенного пара из выносных циклонов

1 – труба $\phi 22 \times 3$ мм; 2 – штуцер; 3 – насадка щелевая; 4 – доннышко; 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 \varnothing 10x2 мм (рисунки 1- 6) – из стали марки 12Х18Н12Т по ТУ 14-ЗР-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), доньшко (рисунок 7), труба \varnothing 22x3 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-ЗР-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 10x2 мм. Допускается применение труб размером 16 x2,5 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 вентиля 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 шита. Допускается установка этих двух запорных вентилях 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°C, охлаждающей воды на сливе не более 60°C

По производительности холодильники рассчитаны на расход перегретого пара с параметрами $p = 25$ МПа (255 кгс/см^2), $t = 540^\circ\text{C}$ 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°C. 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 больших 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,

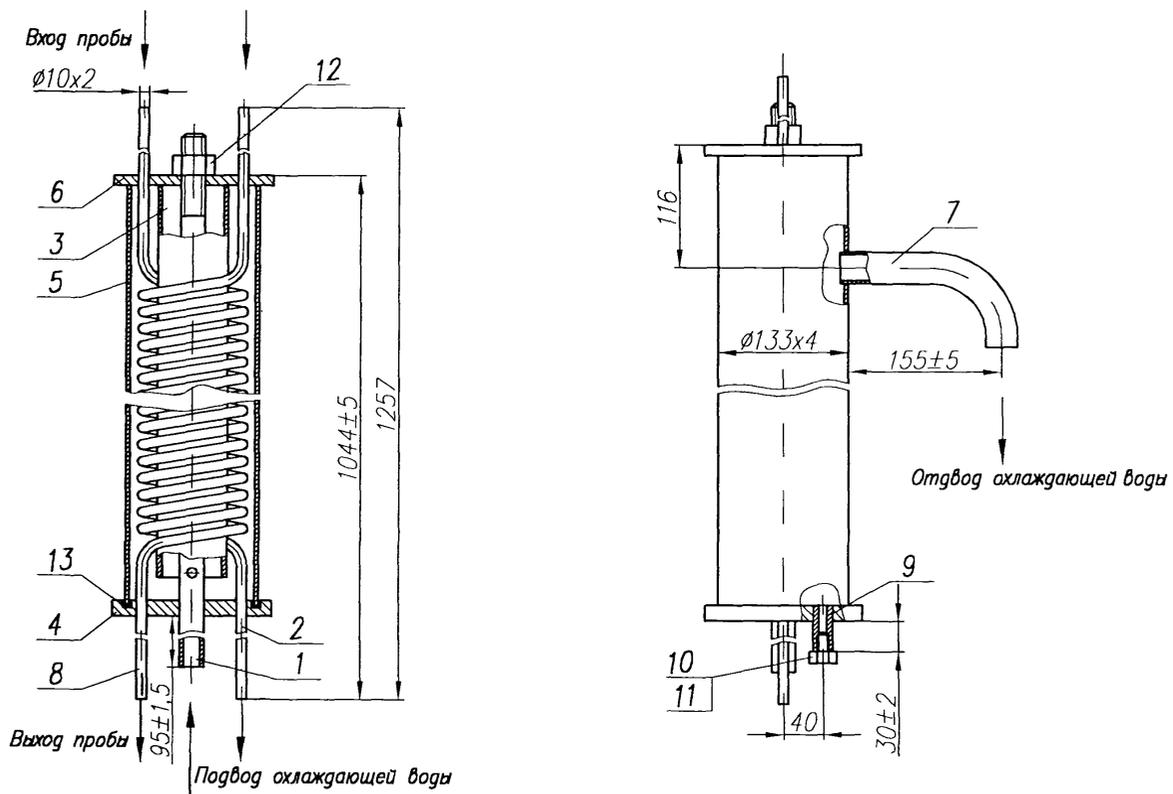


Рисунок 8. Холодильник двухточечный

1 – патрубок; 2 – змеевик; 3 – труба-ограничитель; 4 – доньшко; 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), Р _{раб} | Гидравлическое давление в змеевике, МПа (кгс/см ²), Р _{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/см²) устанавливается 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 желательнее 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.

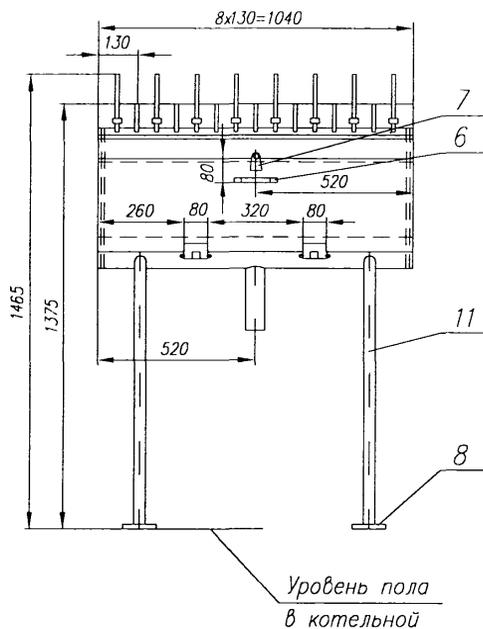
Для котлов с давлением 13,8 МПа (140 кгс/см²) и прямоточных котлов СКД водные щиты размещаются в специальных изолированных помещениях-боксах.

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-ЗР-197-2001 и 12Х18Н12Т по ТУ14-ЗР-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/см²) включительно для штатного химического контроля допускается выполнять из стали марки 20 по ТУ 14-ЗР-55-2001.

4.2.13 Вентили запорные и регулирующие для всех отборов проб применяются из стали

Вид на щит с поднятой дверцей



Вид на щит с опущенной дверцей

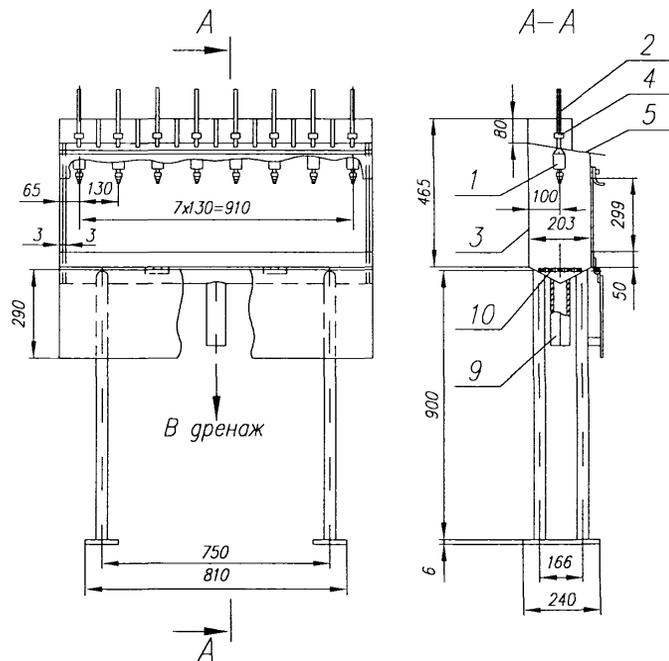


Рисунок 9. Щит водный

1- отборник; 2- труба $\varnothing 10 \times 2 \times 120$ мм; 3-корыто; 4- муфта; 5-козырек; 6- ручка; 7-завертка; 8-лист;
9- труба дренажная; 10-щит перфорированный; 11- труба $\varnothing 32 \times 4 \times 900$ 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 давлением 9,8 МПа (100 кг/см^2) и 13,8 МПа (140 кг/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 кг/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 теплотехнических испытаний на пилотных образцах котлов ВД и СКД схемы химического контроля разрабатываются проектной и наладочной организациями и согласовываются с заказчиком и предприятием-изготовителем.

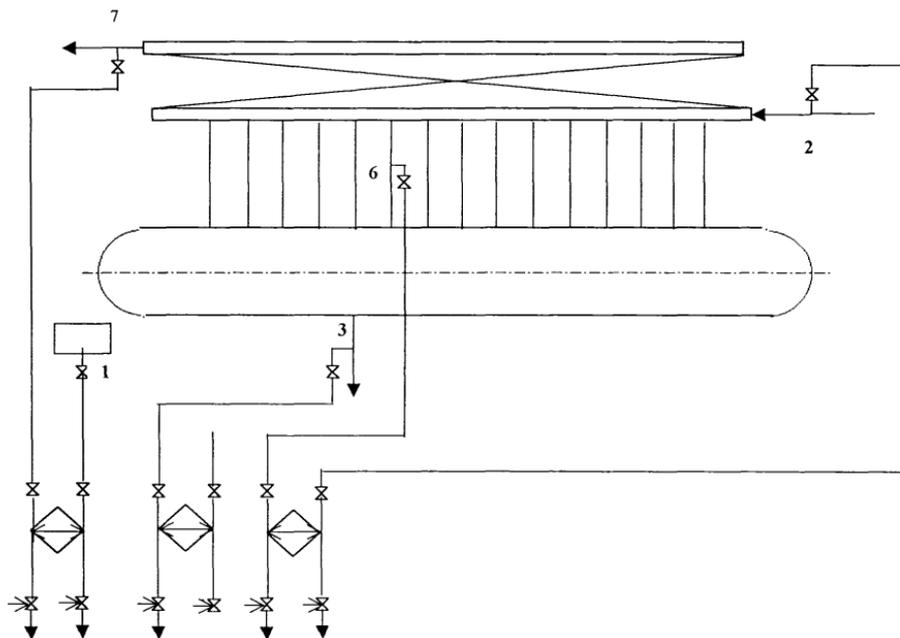


Рисунок 10. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см²) и более с одноступенчатым испарением

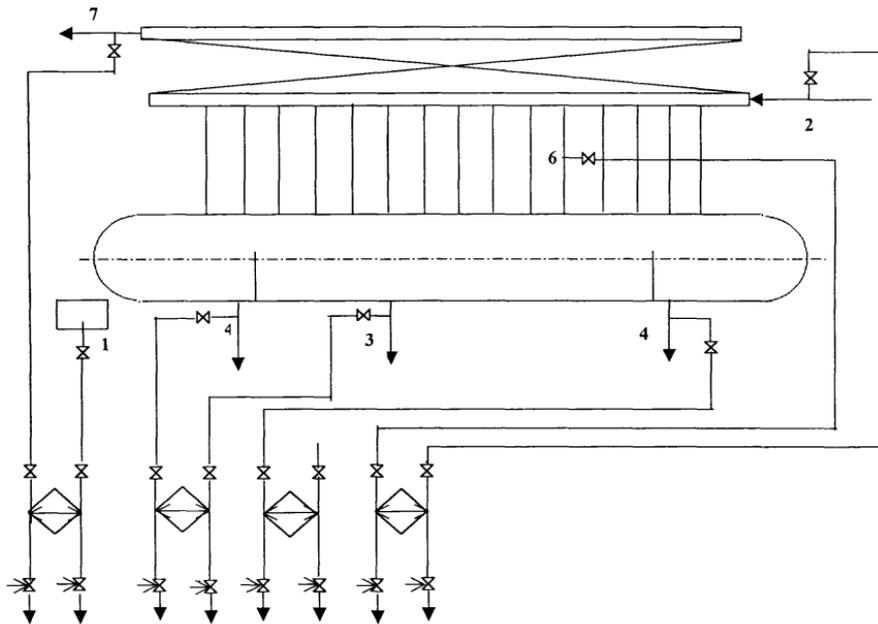


Рисунок 11.Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см²) и более с двухступенчатым испарением (вторая ступень испарения- внутрибарабанная)

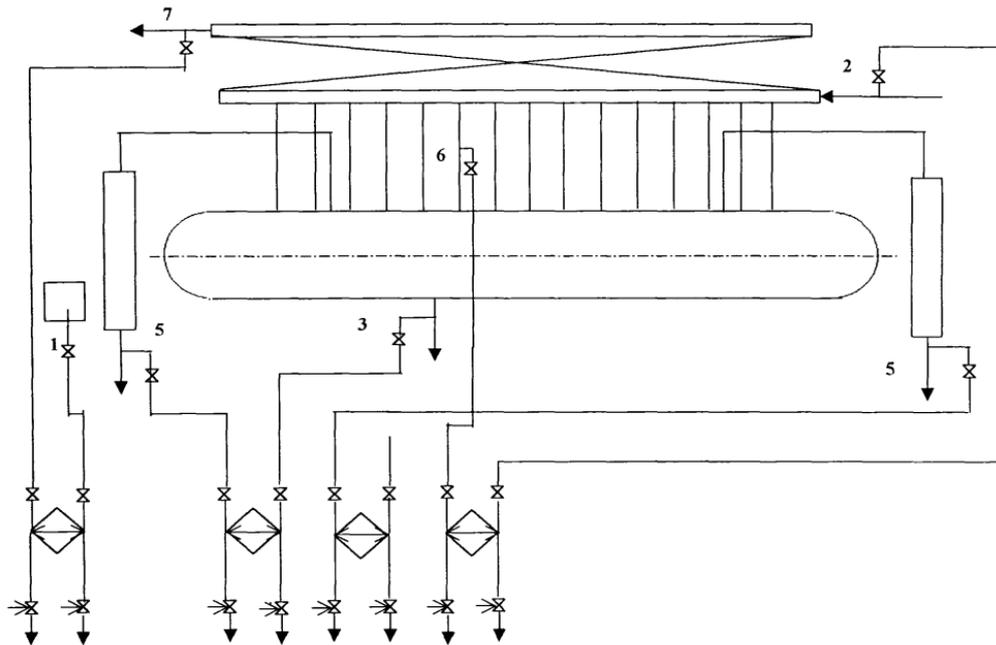


Рисунок 12. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см²) и более с двухступенчатым испарением (вторая ступень испарения- выносные циклоны)

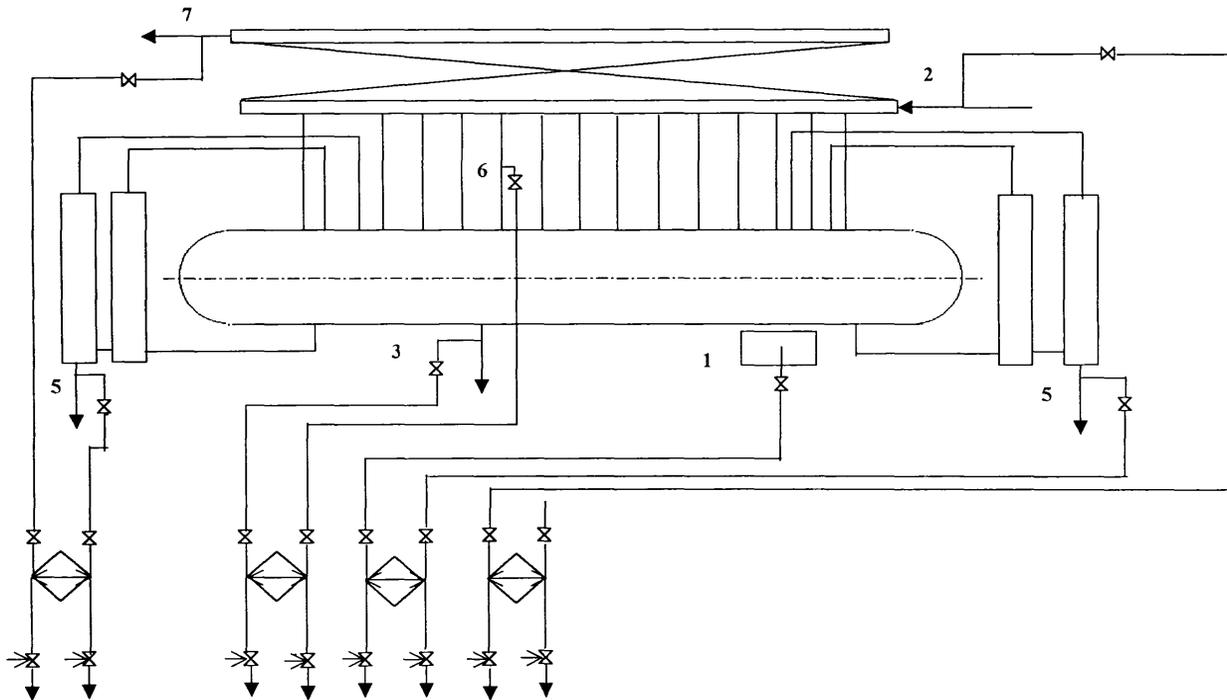


Рисунок 13. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов с давлением 9,8 МПа (100 кгс/см²) и более с двухступенчатым испарением (вторая ступень испарения- 2 выносных циклона, соединенных последовательно и подключенных на одну панель экрана)

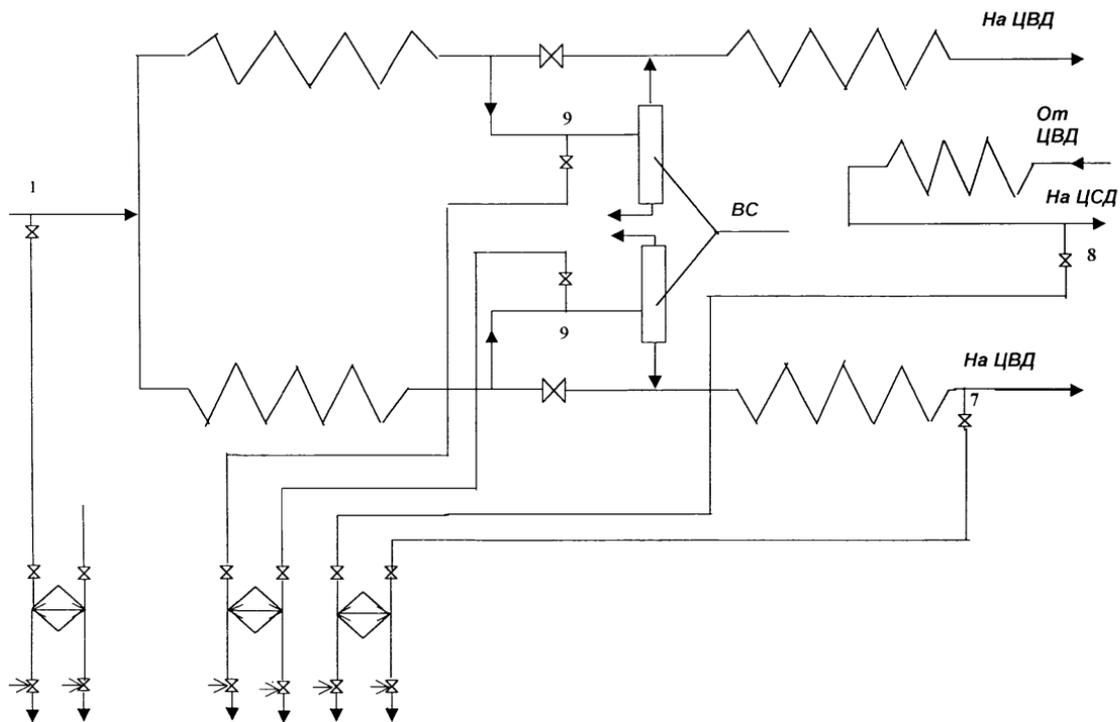


Рисунок 14. Схема отборов проб пара и воды прямоточного котла

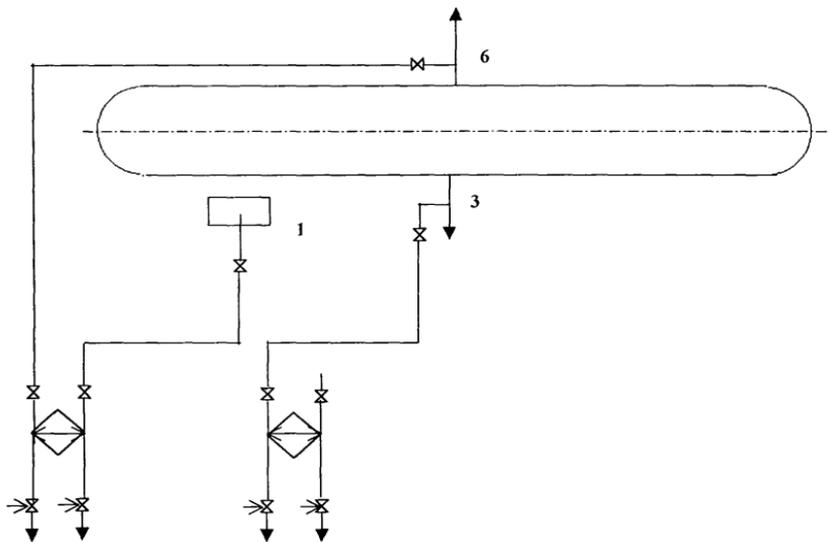
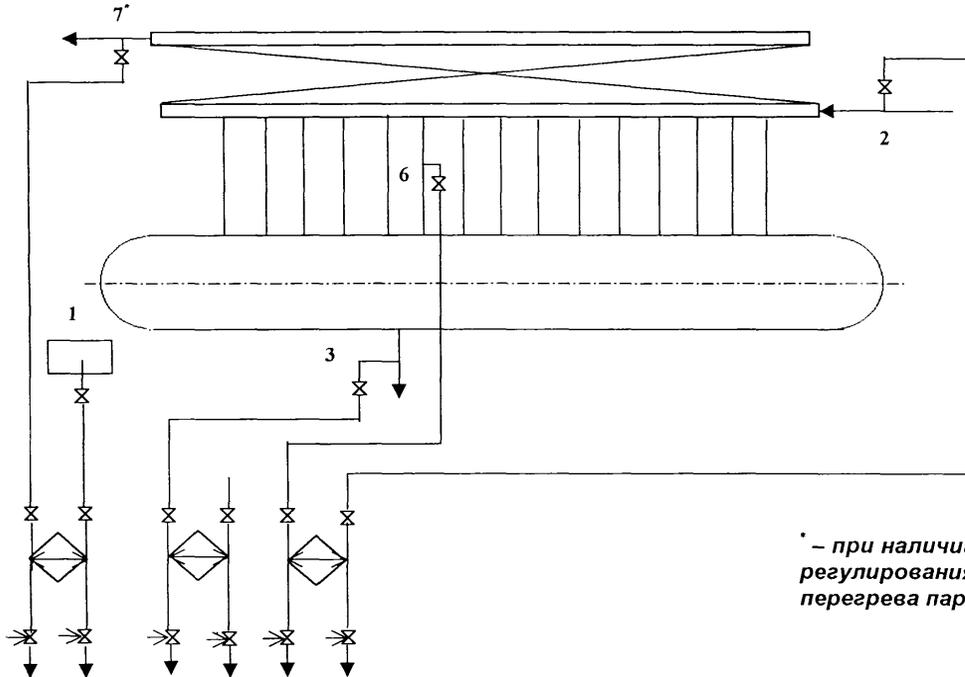


Рисунок 15. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления без пароперегревателя



* – при наличии устройств регулирования температуры перегрева пара

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

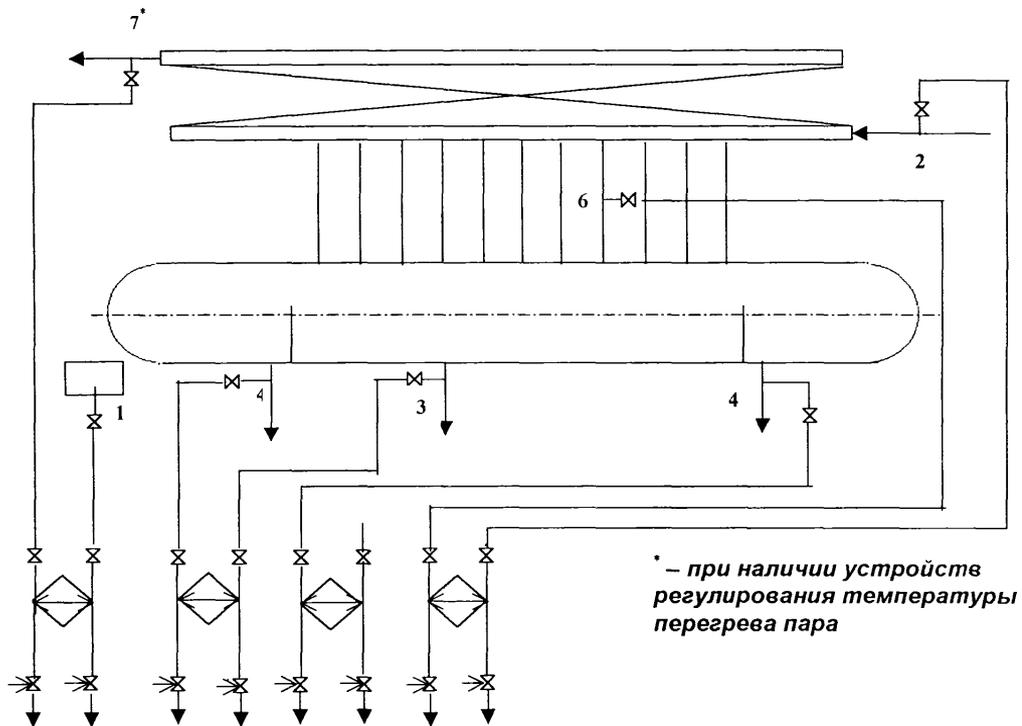


Рисунок 17. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с двухступенчатым испарением (вторая ступень испарения- внутрибарабанная)

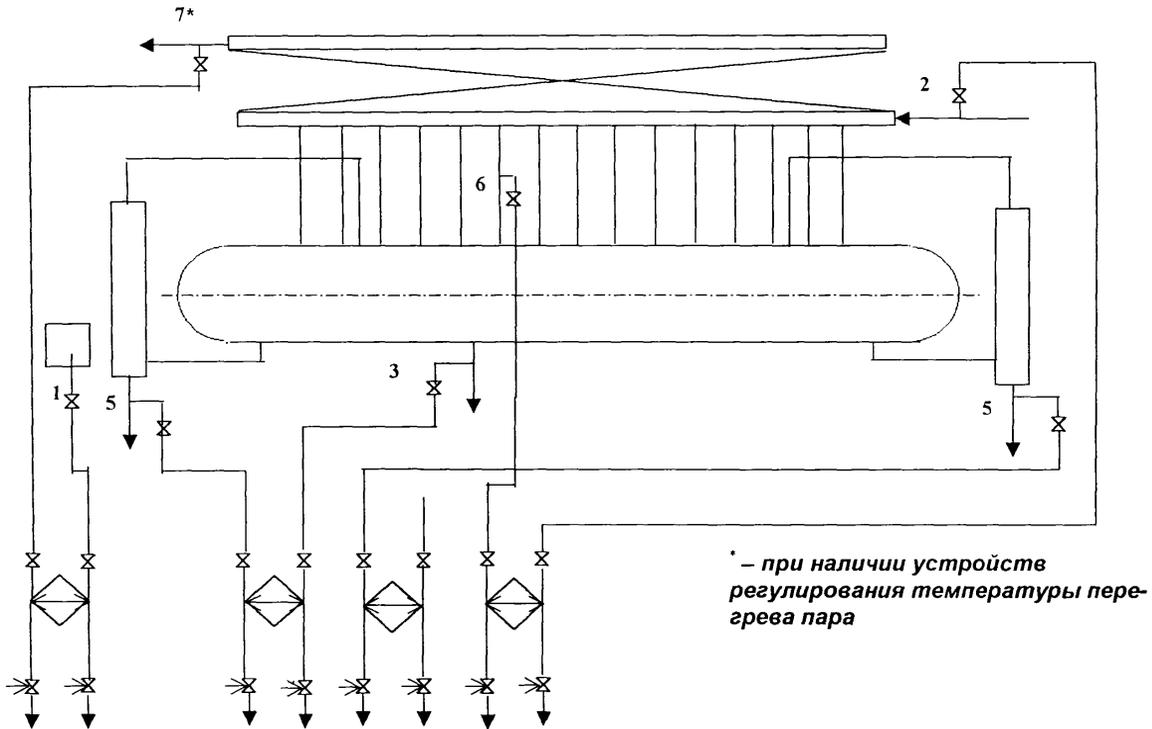


Рисунок 18. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с двухступенчатым испарением (вторая ступень испарения - выносные циклоны)

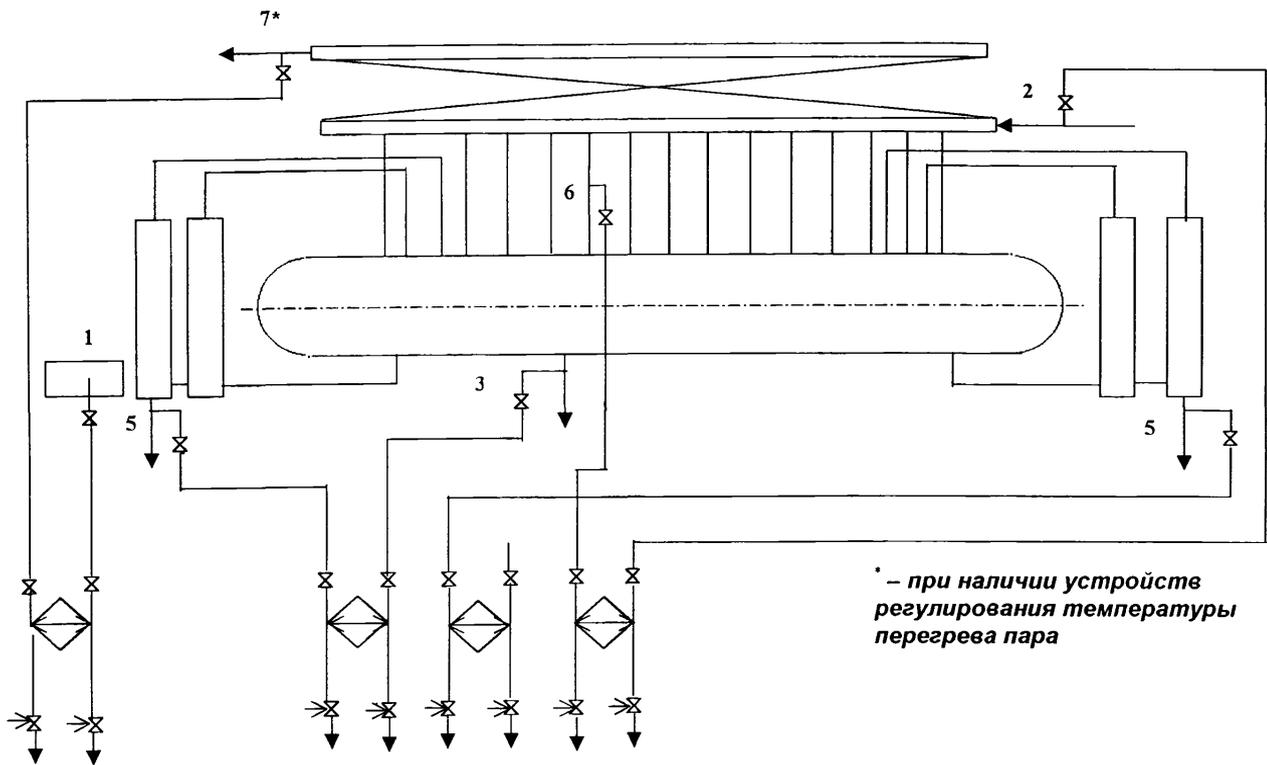


Рисунок 19. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с трехступенчатым испарением (вторая и третья ступени испарения - выносные циклоны, соединенные последовательно и подключенные к разным панелям экранов)

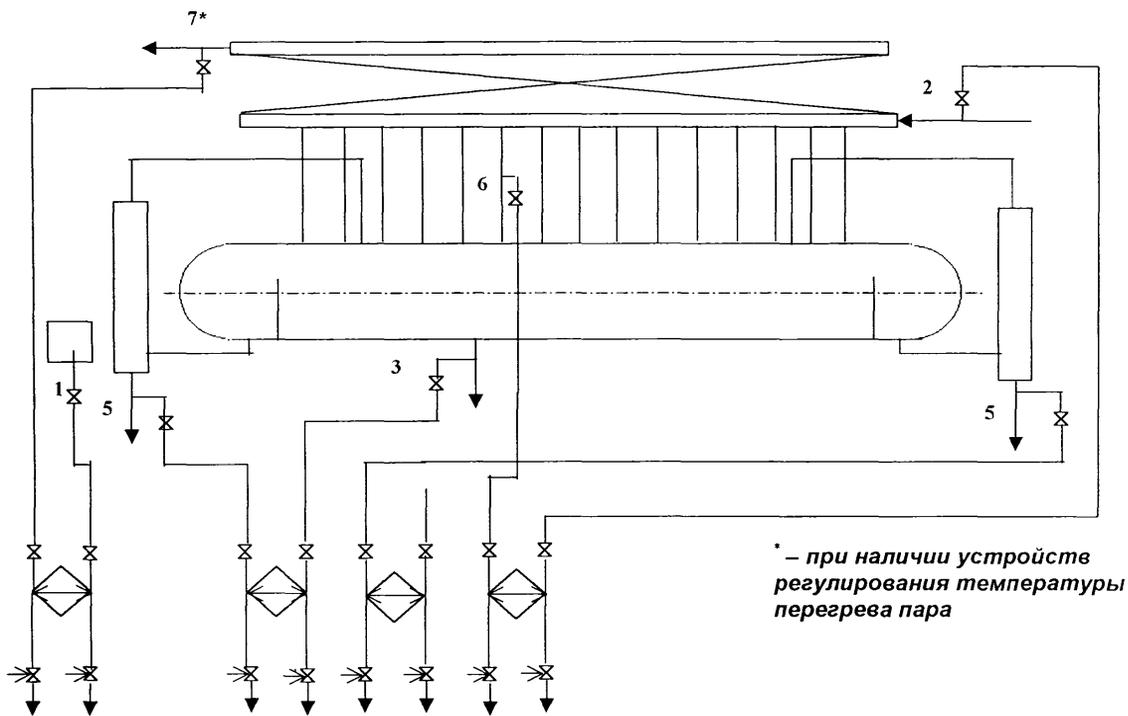


Рисунок 20. Схема отборов проб пара и воды барабанных котлов среднего и низкого давления с трехступенчатым испарением (третья ступень испарения - выносные циклоны)

Приложение А
(обязательное)

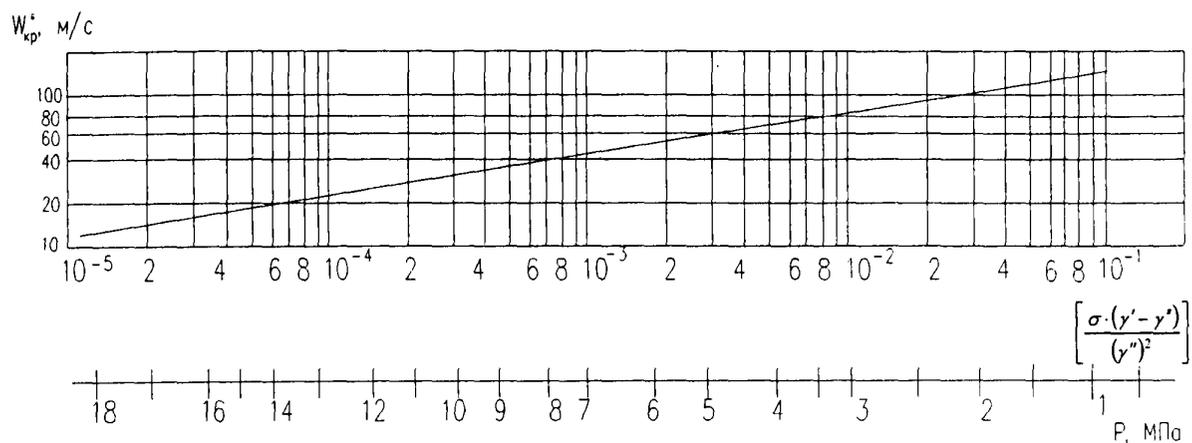
Методика расчета зонда со смесителем – трубой Вентури

Расчет приведен в таблице А.1

Таблица А.1

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

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_k , 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 | $\frac{D_k}{3,6 \cdot \gamma'' \cdot W_c'' \cdot n_{по}}$ |
| 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 | $\frac{D_k}{3,6 \cdot \gamma'' \cdot W_{отв}''}$ |
| Количество отверстий в пробоотборной трубке, n , шт | $\frac{F}{f_{отв}}$ |
| Скорость пара в трубке щелевого зонда, $W_{трз}''$, м/с | принимается $\leq 1,5 \cdot W_{отв}''$ |
| Площадь минимального сечения трубки-зонда, $f_{трз}$, м ² | $\frac{D_k}{3,6 \cdot \gamma'' \cdot W_{трз}''}$ |

Продолжение таблицы Б.1

| Наименование параметра | Расчетная формула или обоснование |
|--|--------------------------------------|
| Диаметр собственно трубки-зонда, d_3^{**} м | $\sqrt{\frac{f_{\text{тр}}}{0,785}}$ |
| <p>* – отверстия по длине зонда должны располагаться равномерно. ** - см. рисунок 4.</p> | |

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

