

**ПЭО ХАРЬКОВЭНЕРГО»**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
И УСТРОЙСТВО КОТЛОАГРЕГАТА  
ТП-100**

**КТ 101 (часть вторая)**

**Харьков  
Облполиграфиздат  
1985**

ПЭО «ХАРЬКОВЭНЕРГО»

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
И УСТРОЙСТВО КОТЛОАГРЕГАТА  
ТП-100

КТ 101 (часть вторая)

Харьков  
Облполиграфиздат  
1985

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Пароводяной тракт котла тепловая схема конструктивные особенности</b>	<b>3</b>
11 Общие положения	3
12 Характеристика первичного контура котла ТП 100	3
13 Контур питания котла водой	4
14 Устройство барабана	10
15 Испарительный контур котла	18
<b>2 Пароперегреватель котла ТП 100</b>	<b>32</b>
21 Общая характеристика пароперегревателя	32
22 Схема первичного пароперегревателя котла ТП 100	33
23 Настенный радиационный пароперегреватель (НРПП)	36
24 Потолочный пароперегреватель — ПОПП	38
25 Холодная часть первичного пароперегревателя I и II ступеней	42
26 Ширмовой пароперегреватель (ШПП)	44
27 Промежуточный пароохладитель	47
28 Горячая часть первичного пароперегревателя III—IV ступеней КПП	49
29 Пароохладители выходные	52
210 Паросборные камеры острого пара	53
<b>3 Вторичный пароперегреватель котла ТП 100</b>	<b>54</b>
31 Описание вторичного пароперегревателя	54
32 Регулировочная поверхность вторичного пароперегревателя	57
33 Первая промежуточная и вторая горячая части вторичного пароперегревателя	60
34 Характеристика горячей части вторичного пароперегревателя	64

# **1 ПАРОВОДЯНОЙ ТРАКТ КОТЛА ТЕПЛОВАЯ СХЕМА КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

## **1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1.1 Пароводяной тракт котла ТП 100 состоит из 2-х частей первичного и вторичного контуров

1.1.2 Первичный контур котла выполняет основную функцию пароводяного тракта котла — регенерацию и перегрев острого пара с расчетным давлением за котлом  $140 \text{ кг/см}^2$  и температурой  $545 \text{ C}$

1.1.3 Вторичный контур котла выполняет вспомогательную функцию — перегрев отработавшего в цилиндре высокого давления турбины пара до температуры  $545 \text{ C}$  то есть получение вторичного пара с высоким начальным теплосодержанием

1.1.4 Назначение первичного и вторичного контуров пароводяного тракта котла как теплообменников — максимально полезное использование тепла топочных газов то есть передача тепла рабочему телу — водяному пару работоспособность которого определяется высокими начальными давлением и температурой а также снижение температуры покидающих котел уходящих газов до минимальных (расчетных) значений

## **1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИЧНОГО КОНТУРА КОТЛА ТП 100**

Первичный контур котла ТП 100 состоит из следующих узлов

- 1.2.1 Питательного контура котла который включает в себя
  - трубопроводы для подачи питательной воды в котел — питательные трубопроводы
  - устройство регулирования количества подаваемой в котел питательной воды — узел питания котла
  - теплообменник для предварительного подогрева питательной воды в пределах котла — водяной экономайзер
  - теплообменник для получения конденсата для впрыска в пароперегревательную конденсационную установку котла
  - устройство для распределения питательной воды и пара по испарительным и пароперегревательным контурам — барабан котла с внутрибарабанными устройствами для очистки пара и внутрикотловой обработки воды

1.2.2 Испарительного контура котла который состоит из 27 контуров циркуляции

1.2.3 Пароперегревательного контура котла иначе первичного и вторичного пароперегревателей который включает в себя полурадиационную конвективную и радиационную часть

1.2.4 Устройств регулирования температуры пара состоящих из конденсационной установки узла впрысков впрыскивающих пароохладителей и дополнительной поверхности нагрева

1.2.5 Паросборных камер и главных паропроводов острого пара с устройствами для защиты от превышения давления и от пережога обогреваемых труб то есть от безрасходного парового режима

### 13 КОНТУР ПИТАНИЯ КОТЛА ВОДОЙ

131 Котел питается подогретой до 240 С питательной водой

Подогрев питательной воды осуществляется в регенеративной установке турбины. Ее подача осуществляется с помощью питательных насосов, установленных в турбинном отделении.

Блок 200 МВт оборудован тремя питательными насосами различной производительности, два из которых должны обеспечивать максимальную производительность котла, третий предназначен для работы в режимах средних и малых нагрузок.

132 Питательная вода с расчетной температурой 240 С подается к котлу по питательному трубопроводу диаметром  $377 \times 35$  мм. Весь питательный трубопровод в пределах котла изготовлен из стали 20. На отметке 14 м питательный трубопровод оборудован расходомерной шайбой, от которой производится отбор импульсов на прибор по расходу питательной воды к датникам регуляторов питания котла и АСУ. Там же установлен воздушник для вытеснения воздуха при заполнении трубопровода водой. На отметке 9 м ряда Б перед расходомерной шайбой выполнен отвод условным диаметром 50 мм для подачи питательной воды на узел впрысков котла.

133 На отметке 13,5 м за рядом В питательный трубопровод разделяется на две линии (нитки) питания диаметром  $375 \times 35$  мм. На каждой нитке питания котла установлены по ходу воды запорная задвижка  $P_y = 240$  атм и  $D_y = 350$  мм. Левая по ходу воды нитка именуется ниткой питания № 1, правая — ниткой № 2.

После запорной задвижки на каждой нитке установлен регулирующий питательный клапан шиберного типа (РПК).

После РПК на нитках питания установлены переходы на диаметр  $325 \times 30$  мм. Основные нитки питания байпасируются обводной линией условным диаметром 100 мм. Байпас врезан перед запорными задвижками основных ниток питания и в обе основные нитки питания после РПК. На байпасе установлена отключающая запорная арматура с обеих сторон и РПК байпаса шиберного типа  $D_y = 100$  мм аналогично конструкции основного РПК. Между задвижками и РПК основных ниток питания и линии байпаса с низовой стороны выполнены дренажи опорожнения  $D_{y20}$ , направленные в расширитель дренажного бака емкостью 15 м<sup>3</sup>.

Трубопроводы с запорной регулирующей и дренажной арматурой на отметке 9 м именуются сниженным узлом питания котла.

134 Для контроля давления питательной воды перед узлом питания на отметке 14 м после расходомерной шайбы выполнен отвод к манометру, установленному на БЩУ.

Контроль качества питательной воды перед котлом осуществляется отборником пробы  $D_y = 10$  мм, заведенным через холодильник на узел химконтроля отметки 9 м и врезанным между рядом Б и В.

Контроль давления питательной воды после РПК осуществляется по манометрам возле узла питания, врезки и которых выполнены на обеих нитках питания после РПК.

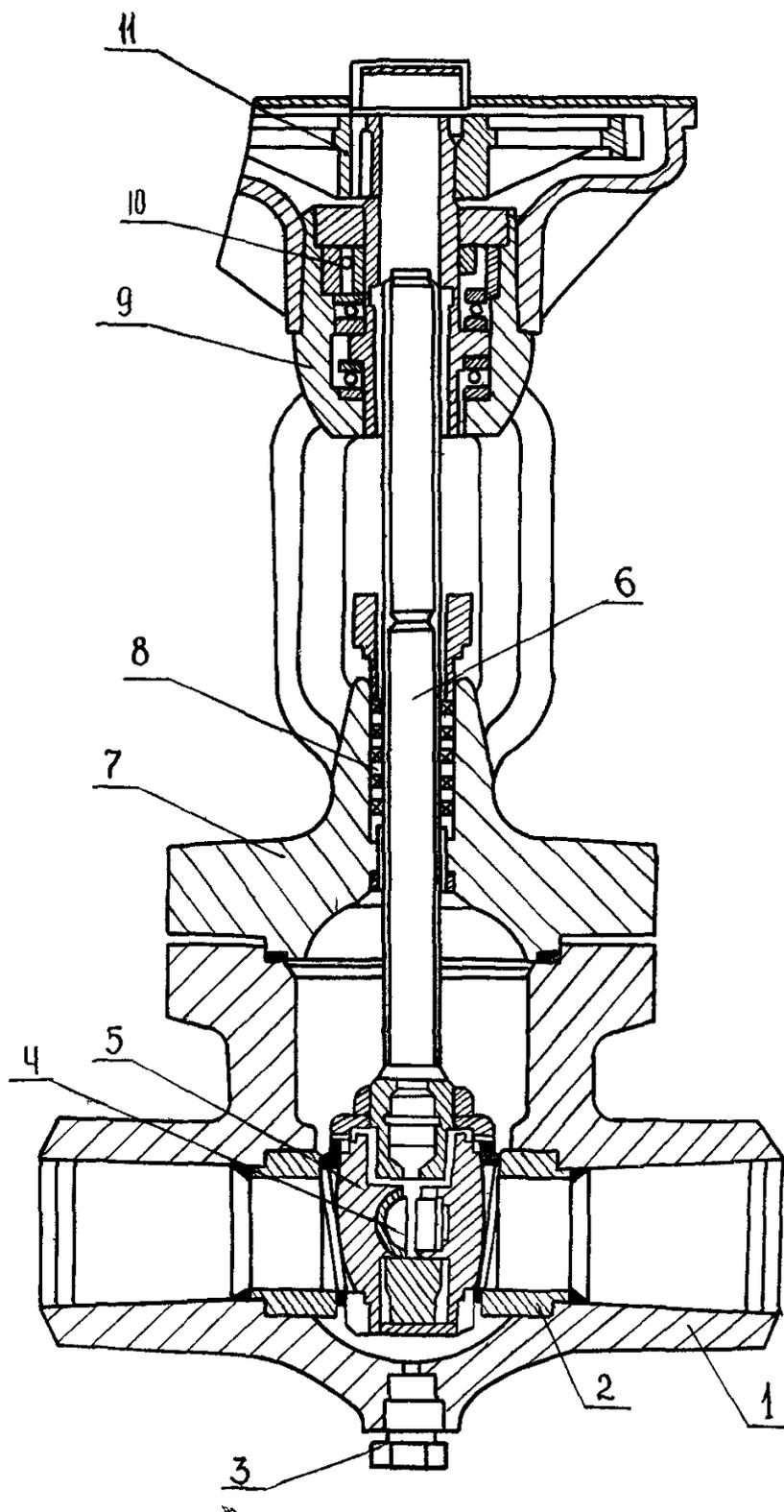


Рис 1 Задвижка питательной магистрали  
 1 — корпус 2 — уплотнительное седло 3 — пробка  
 для проверки плотности запорных органов на заводе  
 4 — шаровые детали для самоустановки запорных ор  
 ганов 5 — запорный орган (щечка) 6 — шток 7 —  
 крышка 8 — узел сальникового уплотнения 9 — узел  
 подшипников (бугель) 10 — подшипник 11 — редук  
 тор

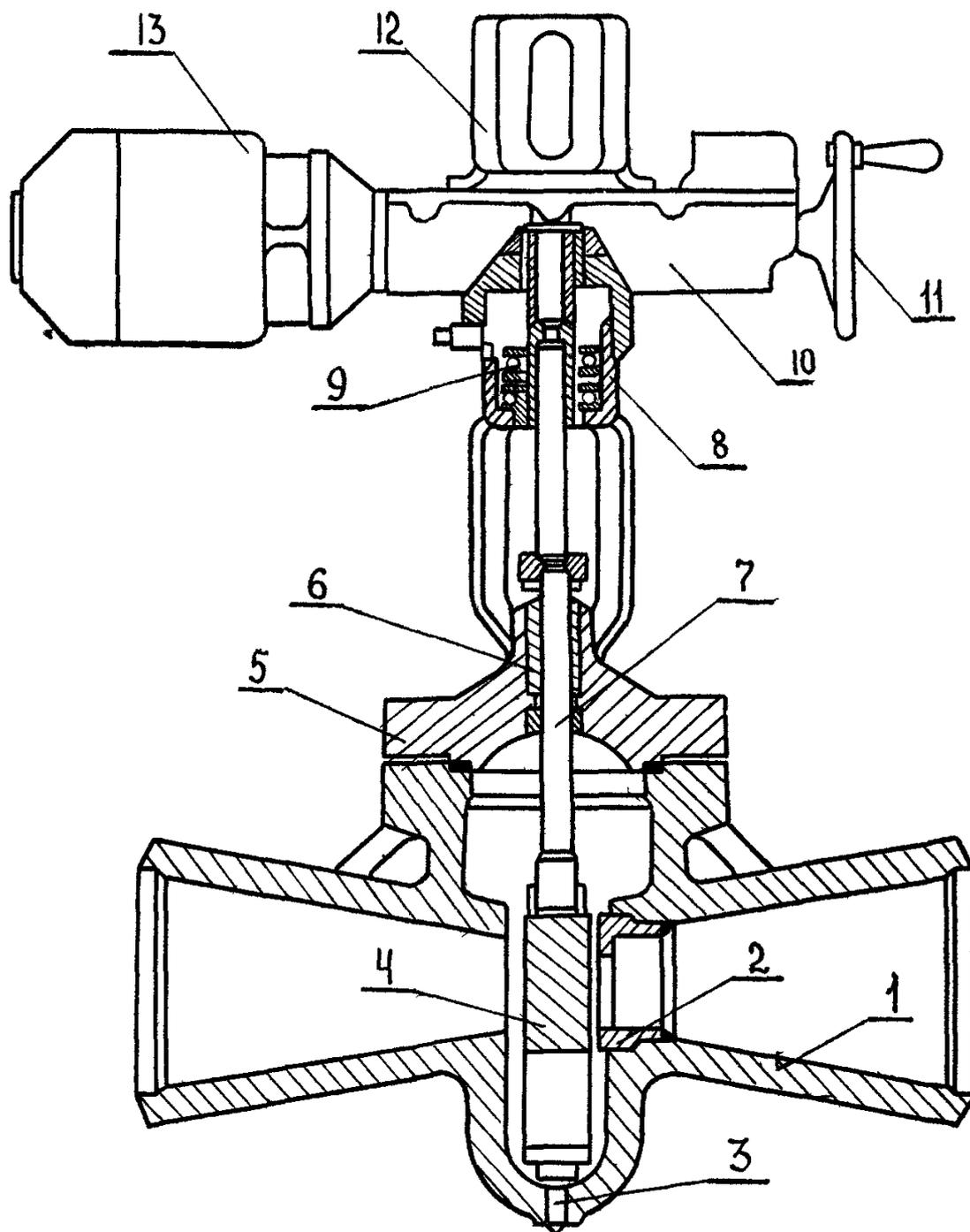


Рис 2 Шиберный регулирующий клапан  
 1 — корпус 2 — уплотнительное седло 3 — отверстие для опрессовки  
 4 — шибер 5 — крышка 6 — узел сальника 7 — шток 8 — узел под  
 подшипников (бугель) 9 — подшипник 10 — редуктор 11 — маховик руч-  
 ного управления 12 — коробка выключателя конечных положений 13 —  
 электродвигатель

135 Узлы питания котлов 1—6 имеют некоторые различия в схемах

136 После РПК нитки питания № 1 и № 2 выполнены из трубопроводов диаметром 325×30 мм. Перед водяным экономайзером нитки питания № 1 и № 2 объединяются в общий коллектор. Перед общим коллектором на каждой нитке установлены обратные клапаны и запорные так называемые лобовые задвижки, аналогичные задвижки узла питания. Перед обратными клапанами смонтированы на каждой нитке воздушники. После них в непосредственной близости перед обратными клапанами установлены дренажи Ду 20, направленные в расширитель дренажного бака 15 м<sup>3</sup>.

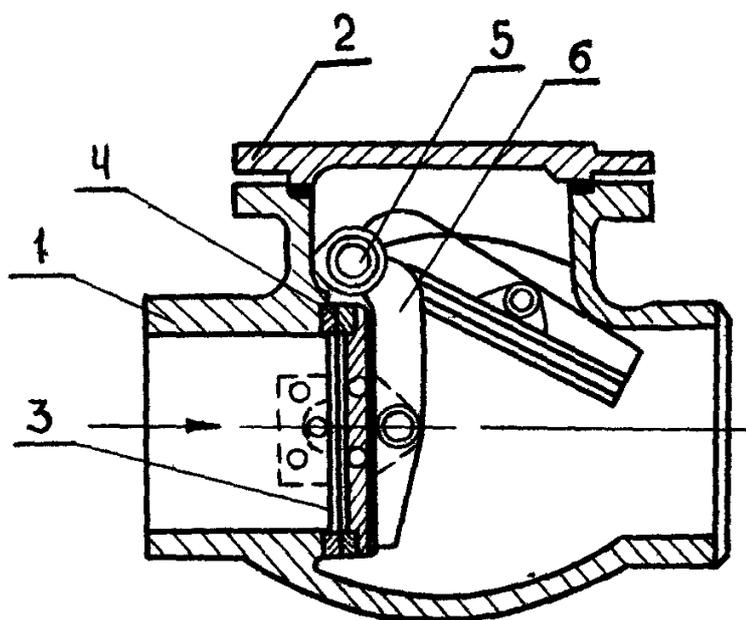


Рис 3 Горизонтальный обратный клапан  
1 — корпус 2 — крышка  
3 — уплотнительное седло 4 — уплотнительное кольцо тарелки  
5 — ось рычага тарелки  
6 — рычаги крепления тарелки к оси

137 Итак котел оборудован двумя основными нитками питания, каждая из которых имеет РПК, предназначенный для обеспечения номинальной производительности котла т е 640 т/час и байпасом, предназначенным для обеспечения расхода питательной воды до 300 т/час.

138 От общего коллектора питательная вода распределяется по двум симметричным потокам на левую и правую сторону котла в экономайзер. Подвод воды к экономайзеру (рассматривается один поток) осуществляется по 4 трубопроводам диаметром 108×10 мм, два из которых осуществляют подвод во фронтальную часть, два других — в тыловую часть.

Входные коллекторы экономайзера расположены внизу на отметке 22 м, выходные — на отметке 25,2 м параллельно фронту котла в горизонтальной плоскости.

139 Водяной экономайзер котла представляет собой газодынный теплообменник — рекуператор, состоящий из горизонтально расположенных коллекторов, к которым с помощью штуцеров присоединены пакеты змеевиков из труб диаметром 32×35 мм из

стали 20. Каждый пакет состоит из 2 х труб. Направление движения потока воды по змеевикам от рядом расположенных входных коллекторов — встречное. Количество труб по ходу газов — 40, число сдвоенных змеевиков по ширине газохода — 62, поперечный шаг труб — 80 мм, продольный шаг труб — 48 мм, расположение труб — в шахматном порядке. Змеевики расположены перпендикулярно к фронту котла, камеры размещены в газоходах и омываются дымовыми газами.

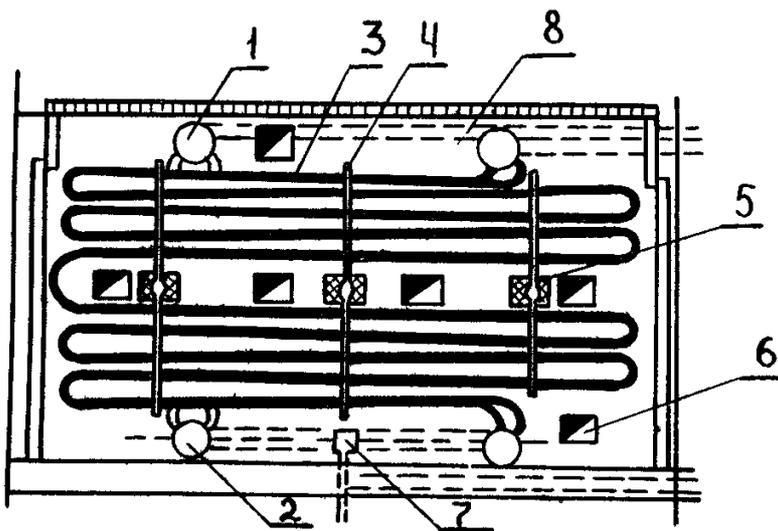


Рис 4. Схема блока водяного экономайзера: 1 — верхняя камера, 2 — нижняя камера, 3 — змеевик, 4 — стойка, 5 — опорная охлаждаемая балка, 6 — лаз, 7 — подвод воды к экономайзеру, 8 — отвод воды от экономайзера.

1310. Водяной экономайзер котла состоит из 4 х блоков по два с каждой стороны котла — фронтального и тылового. Каждый блок состоит из верхней и нижней частей, которые заводом поставляются отдельно и соединяются в один блок при монтаже котла. Монтажные стыки на змеевиках расположены между верхними и нижними частями.

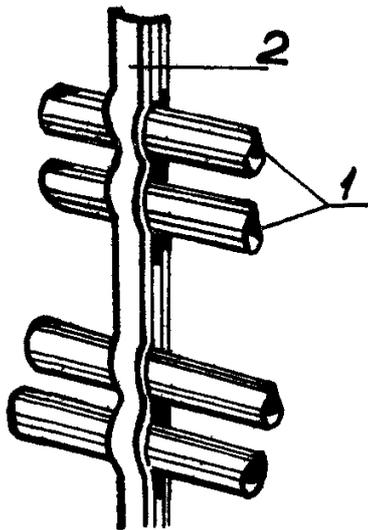


Рис 5. Конструкция крепления змеевиков экономайзера: 1 — труба экономайзера, 2 — крепежная стойка.

Для дистанционирования и крепления змеевиков в пакете и блоке осуществляется при помощи стоек в гнезда которых свободно укладываются змеевики и дистанционирующие сухарики, приваренных к трубам.

Для защиты от золового износа при стенных трубах и гибов крайние у стен газохода змеевики отглушены, а в районе примыкания гибов к торцевым щитам в четырех местах по высоте газохода устанавливается золовая защита в виде полос из листовой стали шириной 300—400 мм таким образом чтобы создать лабиринты и перекрыть свободные участки для прохода газов между трубами и стенами газоходов.

Высота водяного экономайзера — 1320 мм длина одного блока — 9580 мм размеры газохода — 3200×9580 мм

Водяной экономайзер расположен в зоне температур газов 390 С и обеспечивает подогрев воды до 268 С Максимальные скорости газов в водяном экономайзере — 97 м/сек скорость входа воды в водяной экономайзер — 0,95 м/сек поверхность нагрева водяного экономайзера — 4150 м<sup>2</sup>

1311 Из водяного экономайзера питательная вода с температурой 268 С по четырем трубопроводам с каждой стороны котла поступает в конденсационную установку котла предназначенную для получения конденсата на впрыск

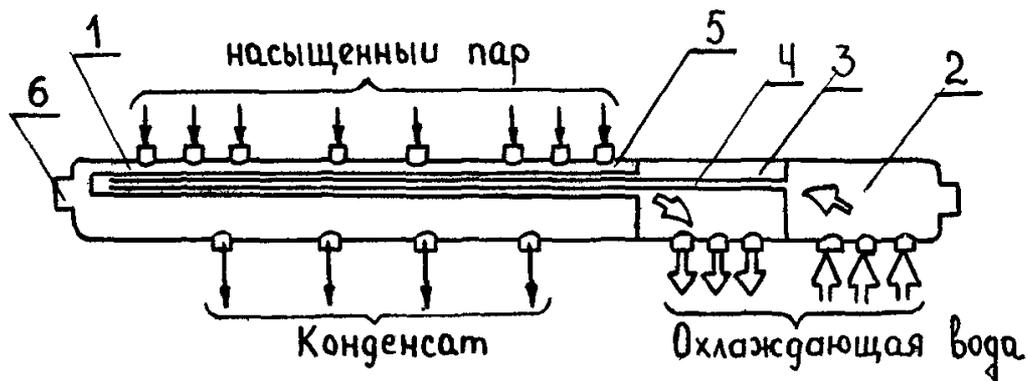


Рис 6 Схема потоков пара конденсата и питательной воды в конденсационной установке котла

1 — паровая часть конденсатора 2 — камера ввода питательной воды 3 — камера отвода питательной воды 4 — внутренняя труба 5 — наружная труба

Конденсационная установка представляет собою пароводяной теплообменник охлаждающей средой для которого является питательная вода с температурой 268 С в котором конденсируется пар отбираемый из барабана с температурой 343 С

1312 Конденсационная установка каждой стороны котла сконструирована в виде 4 х охлаждаемых питательной водой конденсаторов и одного сборника конденсата соединенных между собой трубами диаметром 60×6 мм Производительность конденсационной установки около 80 тонн конденсата в час

Пар к конденсаторам подводится по 3 м трубопроводам диаметром 60×6 мм из стали 20 Диаметр конденсатора — 426×35 мм сборника конденсата — 219×18 мм

Конденсаторы выполнены без фланцевых соединений и разборке не подлежат

1313 Охлаждающие поверхности конденсаторов образованы трубками диаметром 38×3 мм внутрь которых введены трубки диаметром 25×3 мм по которым подается охлаждающая вода Один конец трубки 38×3 мм заглушен второй завальцован и вварен в трубную доску отделяющую паровую часть конденсатора от водяной

Водяная камера конденсатора разделяется трубной доской трубок 25×3 мм на входную и выходную части. В эту трубную доску завальцованы и заварены подающие воду трубы 25×3 мм.

Питательная вода из входной водяной части конденсатора поступает по внутренним трубкам к заглушенным концам труб диаметром 38×3 мм и далее по кольцевому каналу между внутренними и наружными трубками движется к выходу из конденсатора. При такой конструкции конденсатора трубная доска, разделяющая паровую и водяную части конденсатора, подвергается меньшей разности температур и лучше обеспечивается плотность конденсатора.

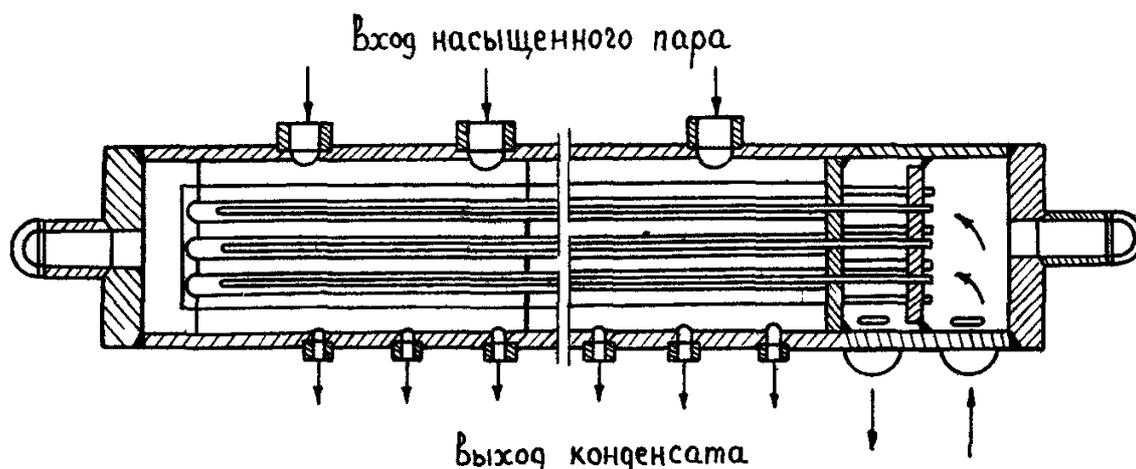


Рис 7 Конденсационная установка котла

1.3.14 Температура питательной воды после конденсационной установки может достигать 270 °С.

Конденсационная установка котла расположена над потолочным перекрытием котла в необогреваемой зоне. Все элементы ее изготовлены из стали 20 и имеют тепловую изоляцию. Конденсаторы покоятся на специальных опорах.

#### 1.4 УСТРОЙСТВО БАРАБАНА

1.4.1 После конденсационной установки питательная вода по 16 трубам диаметром 108×10 мм из стали 20 по 8 с каждой стороны поступает в барабан котла в верхнюю боковую его часть.

Барабан котла ТП 100 представляет собой цилиндр, изготовленный в заводских условиях с помощью автоматической сварки из листовой стали марки 16ГНМ толщиной 92 мм.

#### Конструктивные данные барабана

Длина цилиндрической части	мм	21000
Полная длина барабана	мм	22700
Внутренний диаметр	мм	1800
Толщина стенки	мм	92
Вес барабана	т	113
Количество продольных швов		7
Количество кольцевых поперечных швов		9
Расчетное давление в барабане	кг/см <sup>2</sup>	155
Температура насыщенного пара	°С	343

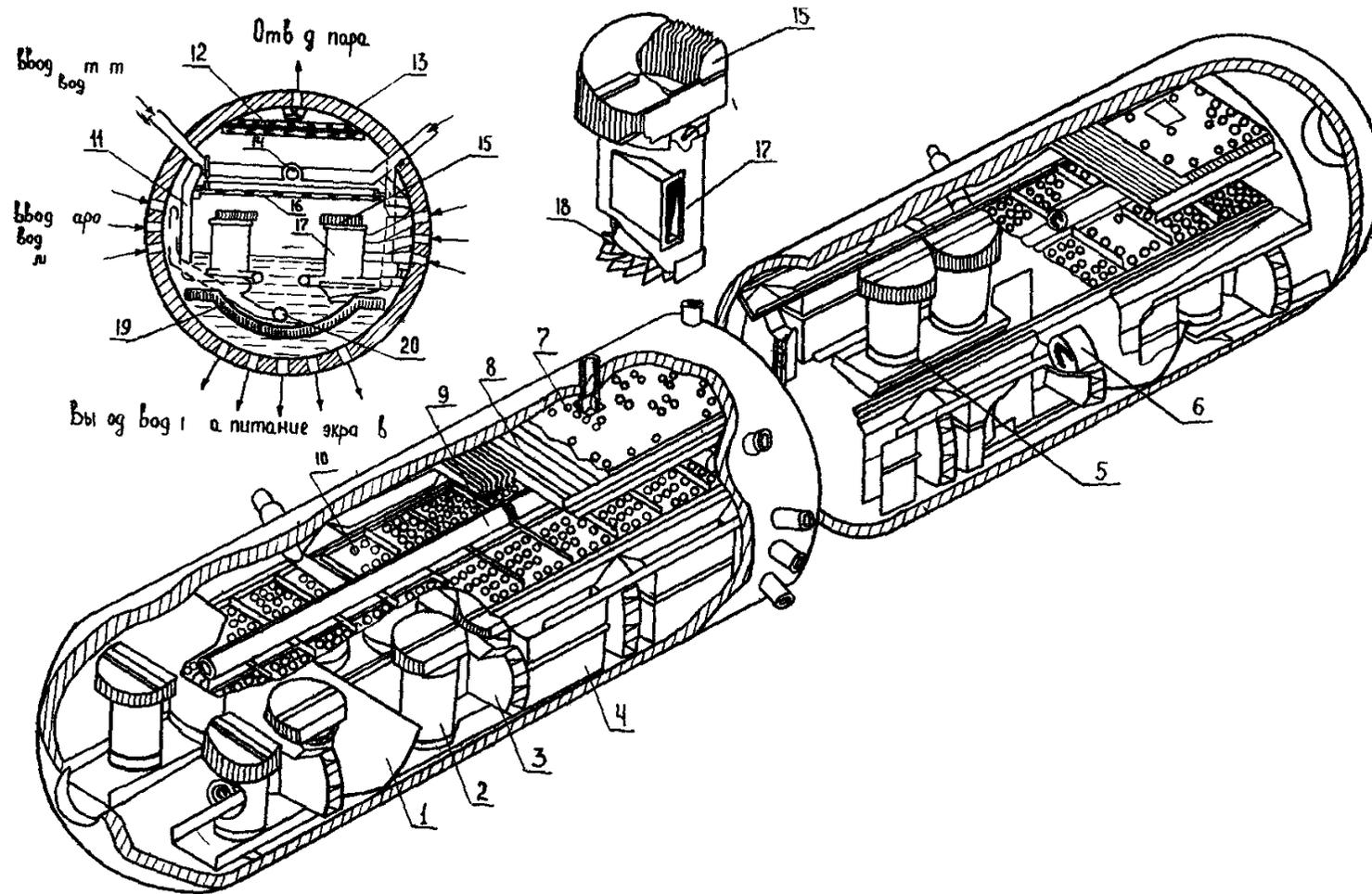


Рис 8 Внутрибарабанное устройство котла

1 — перегородка между чистым и соленым отсеками 2 — циклон 3 — подвод смеси к цикло ну 4 11 — опускной короб с промывочного листа 5 — промывочный лист 6 — перепуск воды из чистого в соленый отсек через перегородку 7 12 — дырчатый лист верхний 8 — жалюзийный сепаратор 9 14 — раздаточный коллектор питательной воды верхний 10 16 — промывочный лист 13 — корпус барабана 15 — верхняя насадка циклона 17 — корпус циклона 18 — нижняя насадка циклона 19 — успокоительная решетка 20 — нижний раздаточный коллектор питательной воды

Торцевые днища барабана имеют выпуклую форму. Днища барабана оборудованы двумя круглыми лазами диаметром 450 мм с симметричным расположением по оси барабана. Лазы закрываются изнутри крышками и запорами с наружной стороны. Закрывание крышек изнутри барабана обеспечивает их долговременную плотность, так как давление пара действующее на крышку изнутри барабана способствует уплотнению ее разъема. Крышки крепятся внутри барабана на петлях.

1.4.2 Как промежуточная емкость барабан котла ТП 100 выполняет роль аккумулирующего бака для питательной воды (на копитель уровня питательной воды) необходимого для надежного заполнения циркуляционных контуров не имеющих устройств для принудительной циркуляции воды в них.

1.4.3 В барабан котла поступает пароводяная эмульсия от всех циркуляционных контуров.

В барабане происходит отделение капелек воды от пароводяной эмульсии, то есть сепарация пара. Промывка насыщенного пара от содержащихся в нем солей. Распределение пара по пароперегревательным поверхностям нагрева и воды по циркуляционным контурам (испарительным поверхностям) то есть в барабане осуществляется важнейшая функция пароводяного тракта — разделение паровой и жидкой фаз с образованием пара нормального качества при одновременном накоплении в котловой воде веществ вносимых питательной водой до концентрации обеспечивающей вывод их из котла продувкой экономически допустимой величины.

В барабане котла осуществляется внутрикотловая обработка воды. Из него отводится часть котловой воды с максимальным содержанием солей, то есть осуществляется так называемая непрерывная продувка котла.

1.4.4 Вся трубная система котла присоединяется к барабану на штуцерах с помощью сварки.

На наружную поверхность барабана выведены следующие штуцеры для присоединения трубной системы котла:

Наименование присоединения	Колич штуцеров	Диаметр мм
1	2	3
Трубопроводы питательной воды	16	108×10
Водоотпускные трубы	36	159×12
Водоотпускные трубы	8	108×10
Пароотводящие трубы экранов	108	108×10
Пароперепускные трубы к пароперегревателю	106	108×10
Пароперепускные трубы к конденсационной установке	12	60×6
Уровнемеры самопишущие	2	
Автоматические регуляторы уровня	2	
Автоматические устройства защиты по уровню воды	2	
Солемеры	4	
Линии ИПУ	2	

1	2	3
Манометры	9	16×4
Реле давления автоматики	1	
Линии непрерывной продувки	2	
Линии ввода фосфатов	1	
Линии отбора проб котловой воды	3	
Аварийный сброс из барабана	1	
Линии азотирования	1	
Воздушники	2	
Линии к водомерным колонкам	8	

1 4 5 Внутренние устройства барабана включают в себя детали двухступенчатого испарения с внутрибарабанными циклонами и барботажной пропускной парой а также следующие элементы конструкции внутрибарабанных устройств циклоны для грубой сепарации пара распределительные коллекторы питательной воды успокоительную решетку над очками водоопускных труб дырчатый промывочный щит жалюзийный сепаратор пароприемный по толку коллектор для ввода фосфатов разделительные перегородки отсеков трубопроводы аварийного слива и непрерывной продувки

1 4 6 Внутренняя часть барабана по длине разделена на три отсека один чистый и два солевых Разделение выполнено с помощью перегородок из листовой стали Высота перегородок — до оси барабана

Под чистый отсек выделена средняя часть барабана под солевые — оба торцевых отсека

Чистый отсек является первой ступенью солевые — второй ступенью испарения

Питание барабана то есть ввод питательной воды осуществляется только в чистый отсек Питание же солевых отсеков происходит из чистого через перепускные трубы диаметром 108 мм выполненные в перегородках Сопротивление перепускной трубы выбирается из условия обеспечения разности уровней воды в солевом и чистом отсеках 50—60 мм

1 4 7 Распределение питательной воды из отсеков осуществляется так во вторую ступень испарения включены только угловые панели фронтального и заднего экранов то есть 4 из 27 контуров циркуляции Поэтому общая мощность солевых отсеков то есть 2 и ступени испарения составляет всего лишь 13 % от производительности котла (83 2 т/час)

Выход пароводяной смеси из крайних (угловых) панелей фронтального и заднего экранов осуществляется в паровое пространство солевых отсеков

1 4 8 Подвод питательной воды к барабану осуществляется по 16 трубам диаметром 108×10 мм то есть симметрично по 8 трубам с каждой стороны котла 50 % питательной воды внутри

барабана поступает на промывку пара на паропромывочный лист 50 % сливается в водяной объем барабана

Такое распределение питательной воды вызвано тем обстоятельством что в водяном экономайзере имеет место недогрев питательной воды до температуры насыщения. Дополнительный нагрев до этой температуры происходит в промывочных устройствах за счет обогрева ее паром проходящим через слои промывочной воды. При этом пар входящий в соприкосновение с питательной водой частично конденсируется чем увеличивается паровая нагрузка экранов. При подаче всей питательной воды на барботажную промывку паровая нагрузка экранов достигла бы недопустимо высоких величин что вынудило наполовину сократить количество подаваемой питательной воды к промывочным устройствам барабана.

1 4 9 Распределение питательной воды внутри барабана происходит следующим образом. Каждый из 16 питательных трубопроводов внутри барабана разделяется на две трубы одна из которых подводит питательную воду в питательный коллектор диаметром  $133 \times 4$  мм из стали 20 проложенный внутри чистого отсека вдоль оси барабана над промывочными листами то есть в паровом объеме барабана другая труба подводит питательную воду в питательный коллектор такого же диаметра расположенный внутри чистого отсека вдоль оси барабана над успокоительной решеткой в нижней части барабана в водяном его объеме.

1 4 10 Успокоительная решетка располагается над очками водоопускных труб и предназначена для защиты опускных труб от образования воронок в очках водоопускных труб при входе в них воды так как указанные воронкообразный ввод воды приводит к размыву стенок барабана.

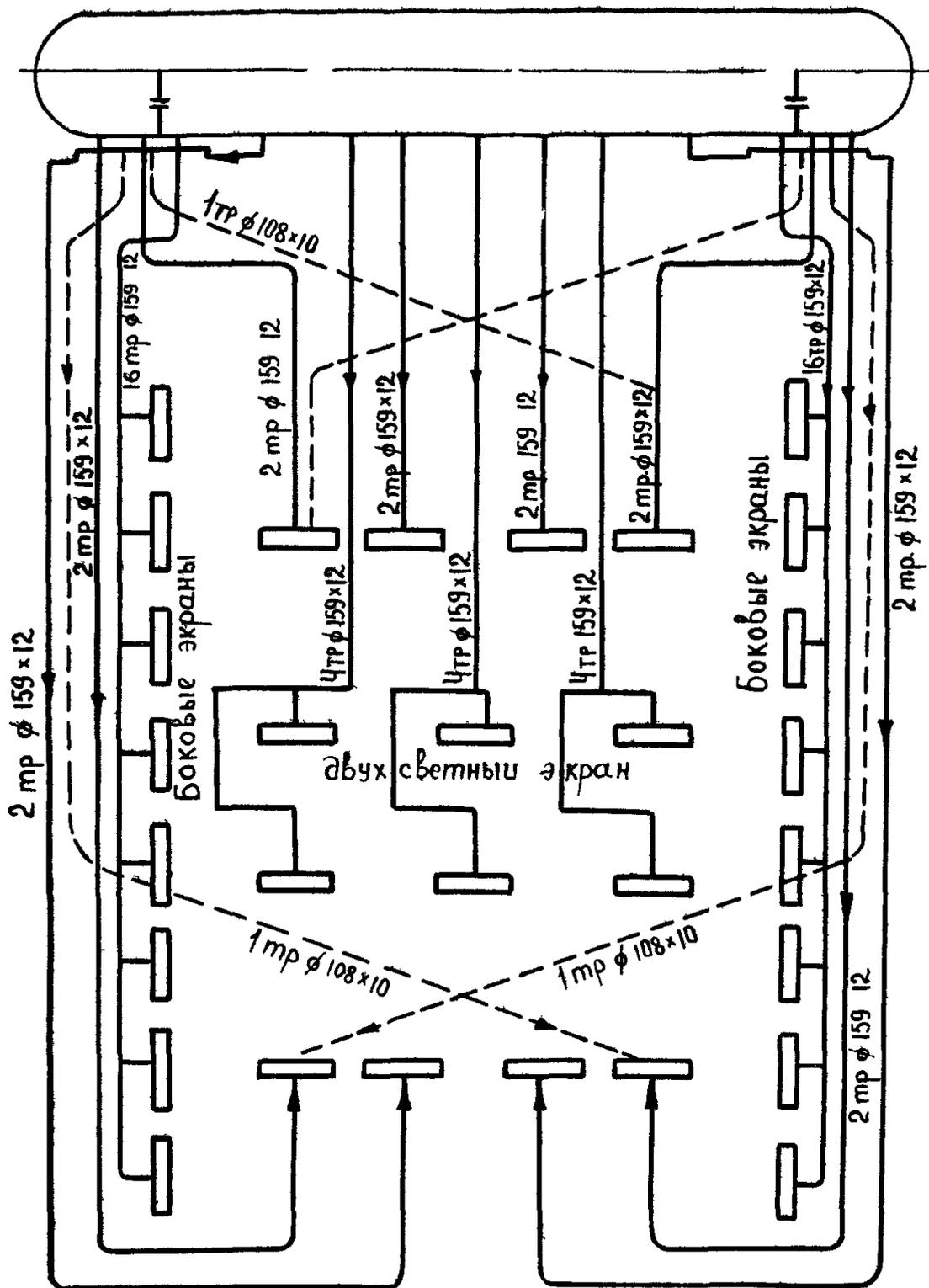
1 4 11 Питательные коллекторы предназначены для равномерного распределения питательной воды вдоль барабана. Раздача воды из коллекторов над промывочным листом — двухсторонняя через отверстия 10 мм равномерная по длине. Нижний коллектор имеет раздачу через верхнюю образующую по отверстиям диаметром 10 мм для предотвращения фонтанирования воды с зеркала испарения над коллектором установлена отбойная полоса.

Питательные коллекторы должны устанавливаться строго горизонтально без прогибов вдоль всей их длины и обеспечивать равномерное распределение воды по длине барабана.

С целью обеспечения равномерной раздачи питательной воды вдоль по промывочному листу и по обе стороны его каждый лист секционирован с помощью полос  $50 \times 5$  в перпендикулярных направлениях которые одновременно являются ребрами жесткости.

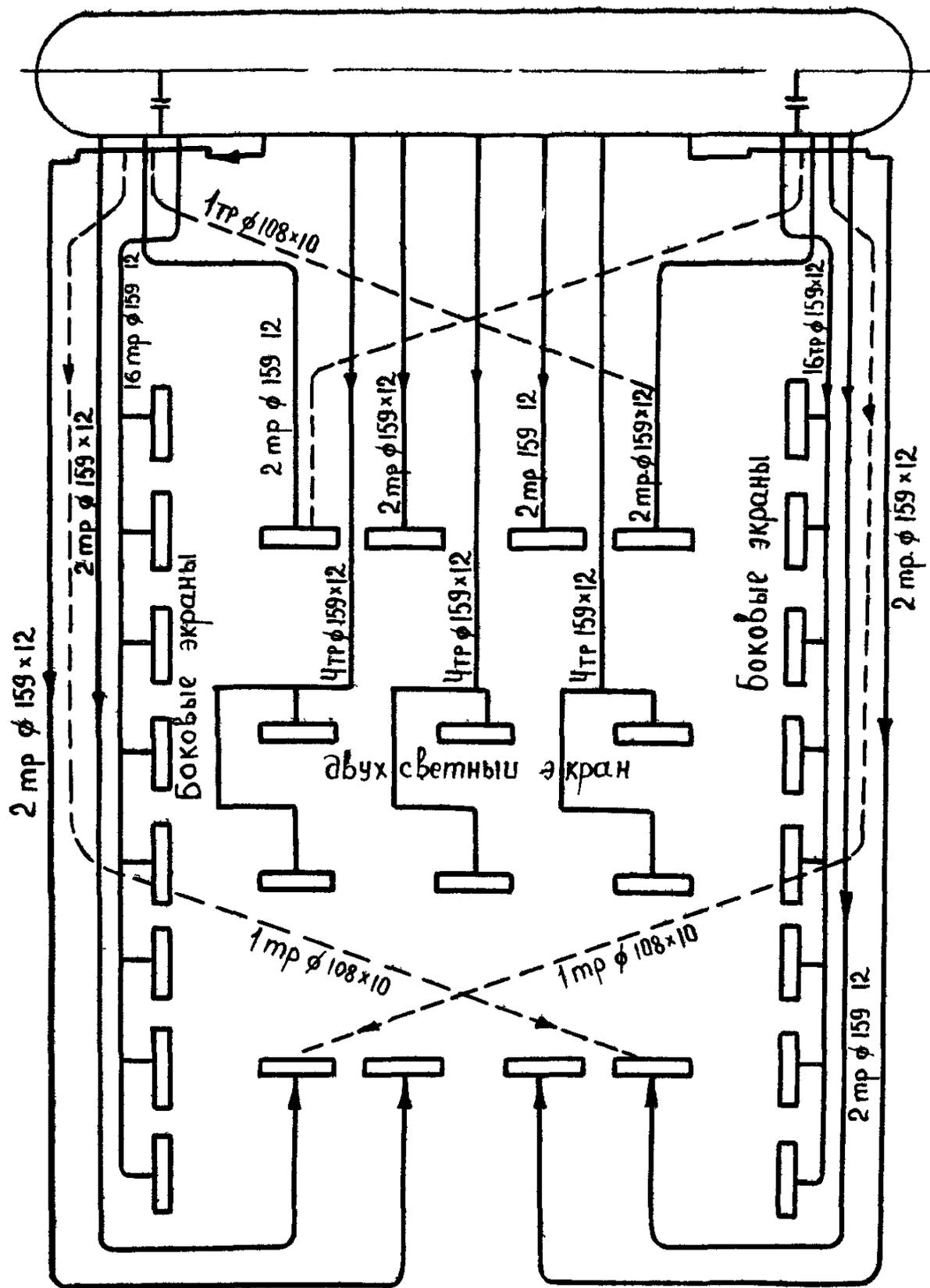
Патрубки соединяющие вводы питательной воды в барабан с распределительными коллекторами располагаются перпендикулярно оси барабана с тем чтобы не препятствовать свободному движению воды к сливным каналам.

1 4 12 Промывочный плоский дырчатый щит выполнен из отдельных стальных листов размером  $1200 \times 380$  мм толщиной 4—



Фронт котла

Рис 9 Схема циркуляции в котле ТП 100



Фронт котла

Рис 9 Схема циркуляции в котле ТП 100

Котловая вода стекает по стенкам циклона вниз на успокой тельный поддон в нижней его части через лопастную вставку на значение которой — успокоить вращательное движение потока котловой воды на выходе из циклона перед выходными очками водоопускных труб

В верхней части над циклоном расположен так называемый жалюзиинный сепаратор представляющий собой набор пластин Паровой поток на выходе из циклона получивший вращательное движение проходя через пластинки сепаратора раскручивается и успокаивается Одновременно при снижении скорости потока происходит частичное отделение капелек влаги от пара не отделившихся в циклоне

1 4 15 Выходящий из циклонов насыщенный пар через отверстия в промывочном щите и через слой воды на нем проходит вверх Содержащиеся в паре соли которые неизбежно вносятся капельками влаги в пар при испарении растворяются в воде в результате чего пар промывается и теперь уже является очищенным насыщенным паром Такая промывка называется барботажной промывкой пара

1 4 16 Над дырчатым щитом расположен жалюзиинный сепаратор В паровом пространстве между промывочным листом и жалюзиинным сепаратором и в жалюзиинном сепараторе пар освобождается от капелек влаги после промывочного листа Эффективная высота парового объема над промывочным листом  $H=300$  мм

Устройство жалюзиинного пластинчатого сепаратора над промывочным щитом аналогично жалюзиинному сепаратору над циклоном

1 4 17 После жалюзиинного сепаратора очищенный и освобожденный от влаги насыщенный пар проходит через пароприемный потолок представляющий собой набор дырчатых листов толщиной 3—4 мм с отверстиями диаметром 5 мм с отогнутыми для жесткости краями

1 4 18 В верхней части барабана по всей длине равномерно распределено 24 отверстия диаметром 88 мм к которым приварены штуцеры для подсоединения пароперепускных труб первичного пароперегревателя Против очка каждой пароперепускной трубы приварен пятак предназначенный для окончательной очистки пара от капелек влаги Паровой поток встречая на своем пути пятак соударяясь о него совершает поворот на 90° как бы огибая его при изменении направления движения скорость потока в точках изменения направления снижается до нуля и в этот момент происходит выпадение влаги

1 4 19 Вся питательная вода вводится только в чистый отсек барабана 50 % питательной воды подается на промывочный лист где происходит насыщение поступившей воды солями содержащимися в паре поскольку производительность I контура испарения составляет 87 % по пару Питание солевых отсеков производится только насыщенной солями водой из чистого отсека Таким образом в солевых отсеках собирается вода с максимальных

солесодержанием Отвод части воды из зоны максимального соле содержания из под зеркала испарения солевых отсеков производится через линию непрерывной продувки котла по двум трубам диаметром  $32 \times 45$  из стали 20 по одной трубе из каждого солевого отсека

1 4 20 Для подачи в барабан котла фосфатов вдоль оси барабана в нижней его части то есть в водяном объеме имеется коллектор диаметром  $32 \times 35$  мм с отверстиями по всей длине Коллектор раздачи фосфатов присоединен к штуцеру в средней части чистого отсека

1 4 21 Барабан котла опирается на две роликовые опоры приваренные к телу барабана на концах его цилиндрической части

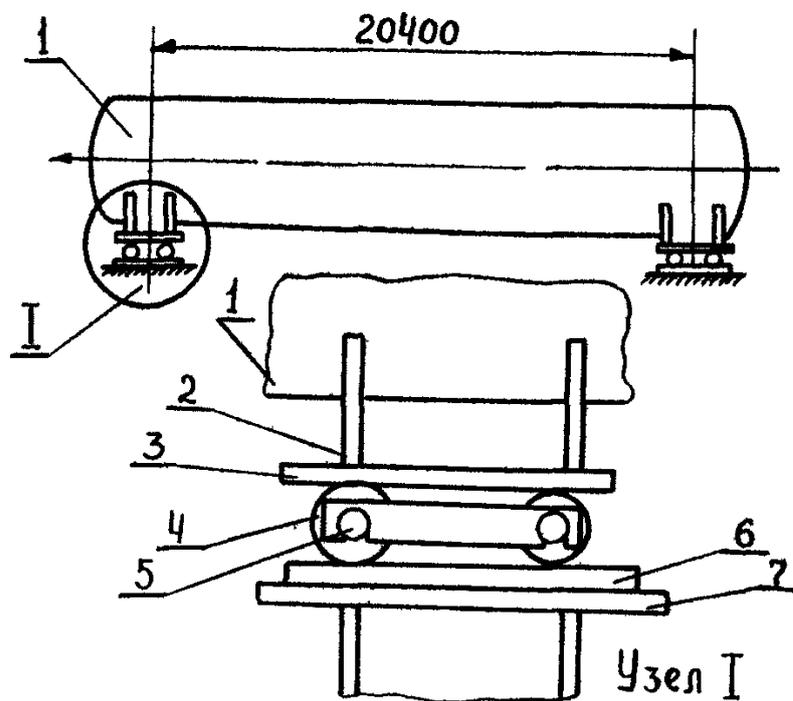


Рис 10 Опоры барабана

1 — барабан 2 — стойка крепления опоры к барабану 3 — подушка опоры 4 — ролик 5 — обойма 6 — плита опоры 7 — балка каркаса БФ 1 (Стрелками указаны направления удлинения барабана)

Перемещение барабана в осевом направлении происходит равномерно в обе стороны Трубная система барабана обеспечивает его жесткость и устойчивость во всех направлениях

## 15 ИСПАРИТЕЛЬНЫЙ КОНТУР КОТЛА

1 5 1 Котловая вода из барабана по водопускным трубам расположенным в необогреваемой зоне снаружи котла поступает в нижние распределительные коллекторы экранов Из коллекторов котловая вода распределяется по экранным трубам образующим лучевоспринимающую поверхность топочной камеры то есть

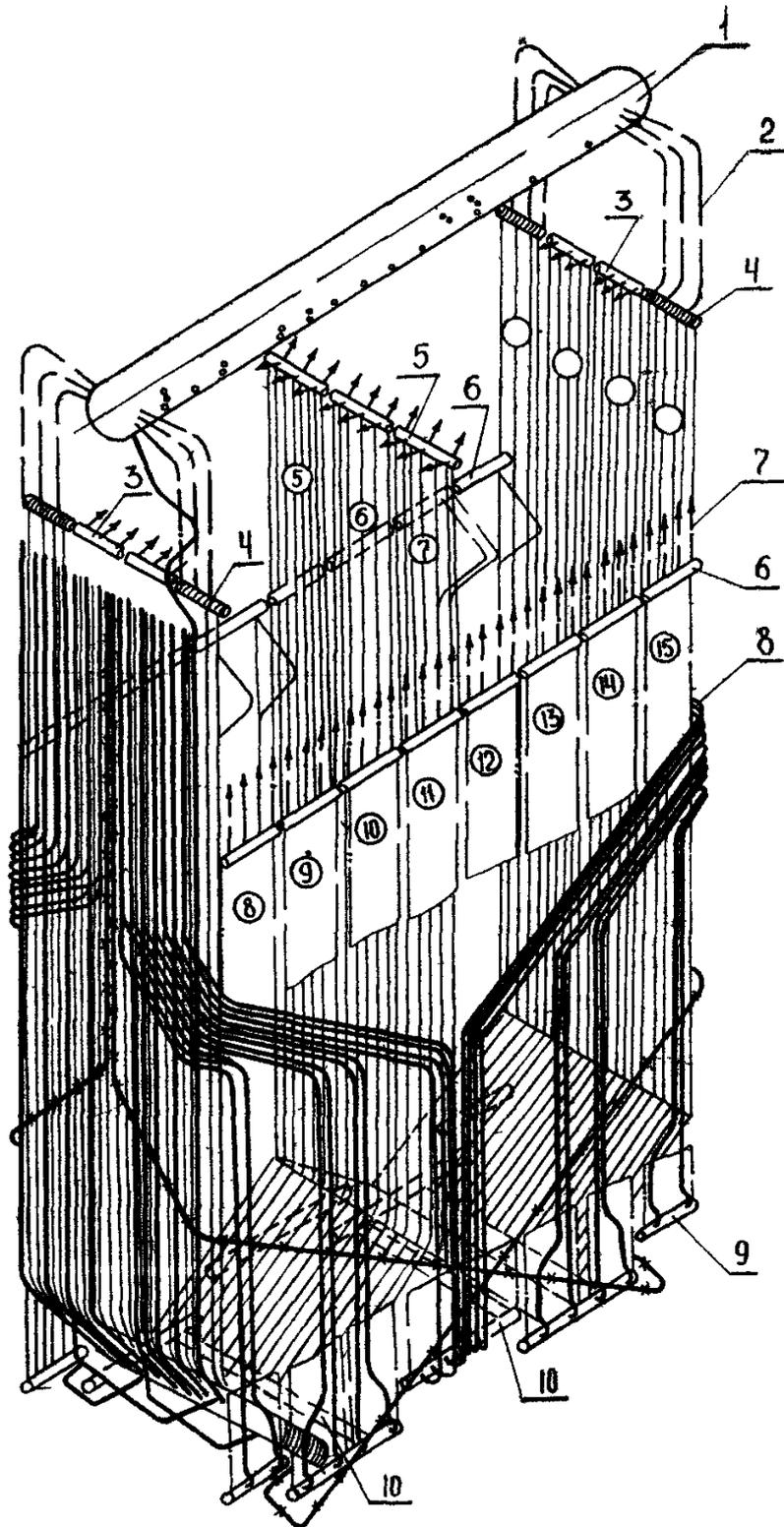


Рис 11 Схема циркуляции котла ТП 100  
 1 — барабан 2 — пароподводящие трубы с тылового  
 экрана 3 — верхние коллекторы тылового экрана 4—  
 верхний коллектор солевых отсеков 5 — верхний кол-  
 лектор двухцветного экрана 6 — верхний коллектор  
 бокового экрана 7 — пароподводящие трубы из верх-  
 них коллекторов бокового экрана 8 — водоупускные  
 трубы 9 — коллектор нижний 10 — нижние коллекто-  
 ры двухцветного экрана

внутренние обогреваемые стены топочной камеры. Воспринимая тепло топочных газов, котловая вода испаряется и в виде пароводяной смеси движется к верхним коллекторам экранов. От верхних коллекторов экранов пароводяная смесь по пароотводящим трубам поступает в барабан.

Таким образом контур циркуляции котла ТП 100 состоит из барабана, водоопускных труб, распределительных коллекторов (камер) котловой воды, экранных обогреваемых труб, сборных коллекторов пароводяной смеси, пароотводящих труб, замыкающих циркуляционный контур на барабан.

1.5.2. Контур циркуляции объединяются между собой, образуя экранную систему котла.

Экранная система котла состоит из 27 контуров циркуляции: 16 контуров боковых экранов, 8 — фронтального и заднего и 3 двухсветного. Такое большое количество контуров циркуляции уменьшает влияние возможной тепловой неравномерности на устойчивость циркуляции, то есть все экраны котла разбиты на большое количество циркуляционных контуров с самостоятельным подводом питательной воды и отводом пароводяной смеси от каждого контура в отдельности. Контур циркуляции в практике монтажа получил название блока.

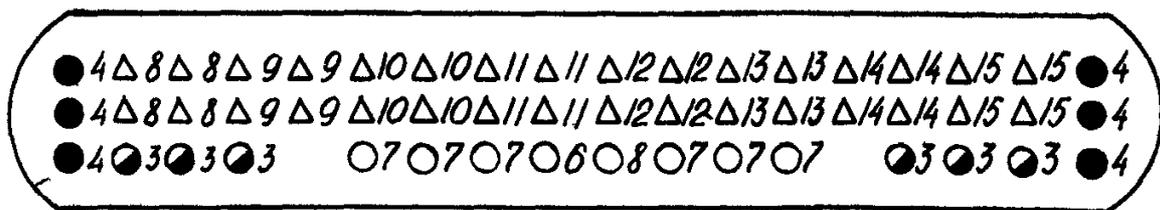


Рис. 12. Схема размещения вводов от экранов на барабане котла (вид сбоку котла).

1.5.3. Каждый блок включает в себя 1 верхнюю и 1 нижнюю камеры, экранные трубы и часть водоподводящих и пароотводящих труб. В схеме циркуляции котла каждый блок образует один самостоятельный контур циркуляции.

Вся экранная система котла включает в себя фронтальный экран, образующий фронтальную стену топочной камеры, два боковых экрана, образующих боковые стены топочной камеры, задний экран, образующий заднюю стену топочной камеры, и двухсветный, разделяющий топочную камеру на две полутопки.

1.5.4. Фронтальный и задний экраны аналогичны между собой по конструкции. Каждый из них состоит из 4 х контуров циркуляции. Крайние блоки фронтального и заднего экранов включены в солевые отсеки барабана с помощью 8 труб диаметром 159×12 мм и 4 х труб диаметром 108×8 мм из стали 20. Остальные 4 блока включены в чистый отсек барабана. По 4 трубам диаметром 108×10 осуществляется подача котловой воды из заднего солевого отсека в испарительную поверхность фронтального солевого отсека и из переднего солевого отсека барабана в коллекторы солевых отсеков.

тылового экрана чем достигается выравнивание солесодержания в солевых отсеках эта схема называется схемой перекреста

В нижней части экранные трубы заднего и фронтального экранов отогнуты внутрь топки на глубину 4600 мм под углом 30°. Их наклонные участки образуют наружные скаты холодных воронок котла. Высота прямого участка труб 27900 мм.

Верхние и нижние камеры каждого из блоков фронтального и заднего экранов расположены вне обогреваемой зоны котла: верхние — на отметке 35,9 м над потолком, нижние — на отметке 3 м зольного отделения котла с фронта и тыла холодных воронок котла.

1.5.5 Боковые экраны — левый и правый — также аналогичны по конструкции между собой.

Каждый из них состоит из 8 циркуляционных контуров (блоков). 4 фронтальных блока левого и правого экранов образуют боковые стены передней полутопки котла. Все контуры боковых экранов включены в чистый отсек барабана.

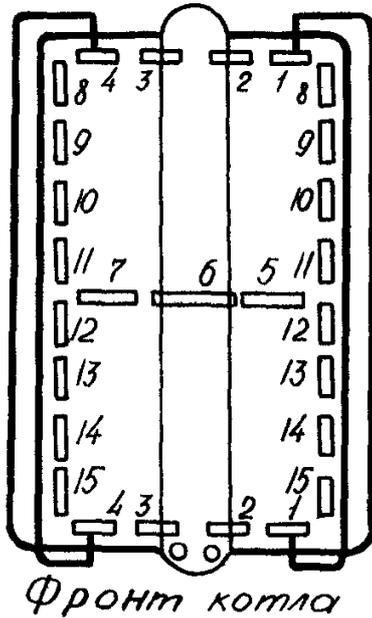


Рис 13 Схема труб перекреста между солевыми отсеками (вид в плане)

#### Характеристика блоков фронтального и заднего экранов

Наименование	Ед. изм.	Для крайних	Для средних
1	2	3	4
1 Число камер в блоке	шт	2	2
2 Диаметр нижней камеры	мм	273×19	
3 Диаметр верхней камеры	мм	273×19	
4 Количество экранных труб	шт	31	32
5 Количество труб в экранах		126×2	
6 Габариты блока	м	1,97×32,6	2,04×32,6
7 Диаметр экранных труб	мм	60×6	60×6
8 Шаг между осями труб	мм	64	64
9 Количество водоподводящих труб	шт	2	2
10 Диаметр водоподводящих труб	мм	159×12	108×9
11 Количество паропроводящих труб	шт	3	3
12 Диаметр паропроводящих труб	мм	133×10	
13 Материал труб и камер		ст 20	ст 20

Боковые экраны в нижней части при сочленении с фронтальным задним и двухсветным экранами образуют углы топки призматической формы. Боковые экраны в нижней части не имеют отводов в глубину топки, в верхней части топки имеют отвод на глубину 1600 мм, образующий боковые выступы топочной камеры. Для обеспечения жесткости в районе отводов каждая вторая труба

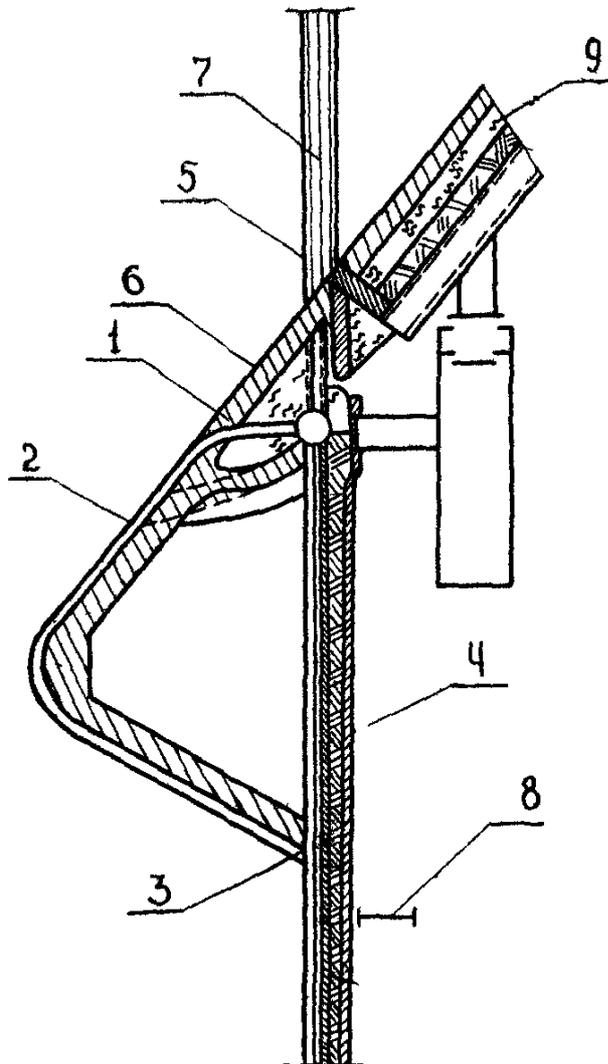


Рис 14 Конструкция выступа в глубину топочной камеры (зуб пережима)  
 1 — камера экрана 2 — труба экрана изогнутая по профилю выступа 3 — развилка (тройник) 4 — прямой необогреваемый участок экранной трубы 5 — отводящая обогреваемая труба 6 — горизонтальный температурный шов уплотненный шнуровым асбестом 7 — вертикальный температурный шов 8 — балка жесткости 9 — наклонное перекрытие под конвективной частью пароперегревателя

бокового экрана с помощью троиника имеет прямые участки. Чтобы обеспечить нормальный обогрев изогнутых обогревательных труб, прямые участки зашайбированы дроссельными шайбами диаметром 5 мм. Это исключает неравномерный прогрев труб, растрескивание обмуровки и коробление экранов.

Верхние камеры боковых экранов расположены на отметке 27,5 м в обмуровке под выходными окнами топки, нижние — на отметке 4,5 м по бокам холодной воронки котла. Высота блока 2450 мм.

Пароотводящие трубы проходят в обогреваемой зоне котла между ширмовыми и выходными ступенями первичного пароперегревателя в зоне температур газа 937 С.

Характеристика блоков боковых экранов

Наименование	Ед. изм.	Количество
1	2	3
1 Количество блоков в экране	шт	8
2 Число камер в блоке		2×8×2
3 Количество труб в блоке		35
4 Количество труб в экране		280×2
5 Габариты блока	м	2 24×24 5
6 Диаметр экранных труб	мм	60×6
7 Шаг между осями труб	мм	64
8 Диаметр нижних камер	мм	273×19
9 Диаметр верхних камер	мм	273×19
10 Количество водоподводящих труб	шт	2×8×2
11 Количество пароотводящих труб	шт	4×8×2
12 Материал пароотводящих труб		12ХМФ
13 Материал остальных труб и камер		сталь 20
14 Диаметр водоподводящих труб	мм	159×12
15 Диаметр пароотводящих труб	мм	133×10

На соответствующих высотах трубы бокового экрана имеют разводки для установки горелок (основных и сбросных) и лючков для установки датчиков АПФ и обдувочных аппаратов.

1.5.6 Двухсветный экран состоит из 3-х контуров циркуляции. Стена двухсветного экрана делит топку котла на две симметричных полутопки. В нижней части трубы двухсветного экрана с помощью троиников разветвляются внутрь фронтальной и задней полутопки на 4600 мм в каждую сторону под углом 30°. Их наклонные участки образуют внутренние скаты холодных воронок котла. Высота двухсветного экрана — 32600 мм.

Камеры двухсветного экрана расположены в необогреваемой зоне: верхние на отметке 35,9 м над потолком, нижние на отметке 3 м с внутренних сторон холодных воронок котла.

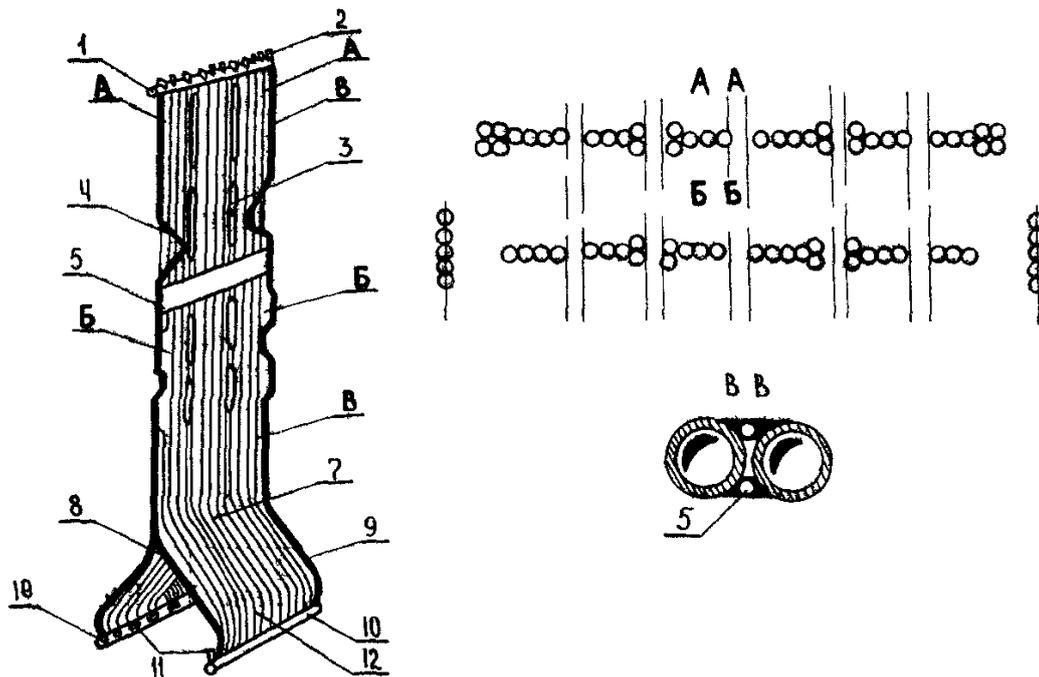


Рис 15 Блок двухцветного экрана

1 — верхние коллекторы 2 — отвод пара из верхних коллекторов к барабану 3 — уравнивательные газовые окна 4 — зуб пережима бокового экрана 5 — крепление труб экрана между собой 6 — настенный радиационный пароперегреватель 7 — лаз 8 — троиники 9 — наклонный скат 10 — нижний коллектор экрана 11 — штуцеры подключения водоупускных труб 12 — разводка под шлаковую воронку

#### Характеристика блоков двухцветного экрана

Наименование	Ед. изм.	Количество
1 Количество блоков в экране	шт	3
2 Число верхних камер в блоке		1×3
3 Число нижних камер в блоке		2×3
4 Количество труб в экране		42×3
5 Габариты блока	м	27×32,6
6 Диаметр экранных труб	мм	60×6
7 Шаг между осями труб	мм	64
8 Диаметр нижних камер	мм	273×19
9 Диаметр верхних камер	мм	273×19
10 Количество водоподводящих труб	шт	2×2×3
11 Количество пароотводящих труб	шт	6×3
12 Материал труб и камер		сталь 20
13 Диаметр водоподводящих труб	мм	159×12
14 Диаметр пароотводящих труб	мм	133×10

Трубы двухцветного экрана в нижней и верхней частях имеют разводки в виде окон для выравнивания давления газов в полутопках

Применение двухцветного экрана позволило снизить температуру газов на выходе из топки до 1028 С наличие двухцветного

экрана способствует предотвращению местного шлакования в выходящем окне топки

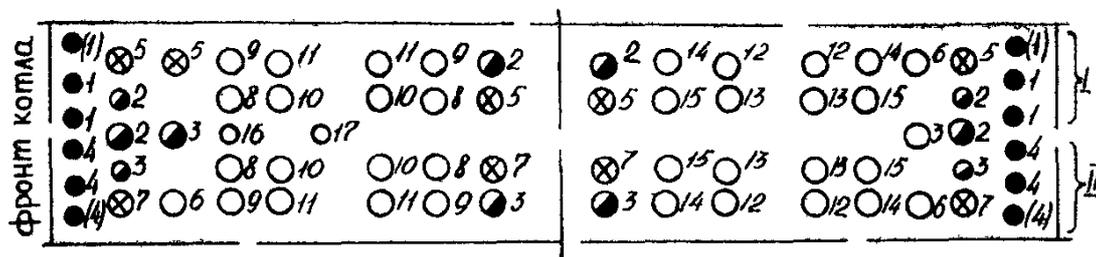


Рис 16 Схема размещения выводов опускных труб из барабана котла

1 Цифры у очков указывают номер блока экрана который питается из указанных очков Обозначения номеров блоков приведены в схеме перекреста

2 Цифры в скобках относятся к очкам труб перекреста диаметром 108×9

3 Через очки №№ 8 9 10 11 12 13 14 и 15 группы I питается левый боковой экран а через очки №№ 8 9 10 11 12 13 14 и 15 группы II — правый боковой экран

4 Через очки № 5 и 7 питается двухсветный экран

5 Через очки 2 и 3 отводятся трубы диаметром 108×9 фронтального и заднего экранов чистого отсека

6 К очку 16 подключается труба рециркуляции воды из барабана через экономайзер

7 К очку 17 подключен аварийный сброс из барабана

За счет разводки двухсветного экрана на два потока в нижней его части количество нижних камер экранов составляет 30 при 27 циркуляционных контурах

1 5 7 Каждая нижняя камера экранной системы имеет штуцер диаметром 32×6 мм для установки дренажа на каждом дренаже именуемом дренажом нижних точек установлено по два вентиля Дренажи (всего их 30) объединены в общий коллектор расположенный на отметке 4 5 от которого через узел периодической продувки нижних точек направляются в расширитель периодической продувки котла Узел периодической продувки котла оборудован двумя задвижками с ручным приводом между которыми установлена ревизия с вентиляем

Назначение дренажей нижних точек — удалять через них шламы образующиеся при котловой обработке воды и опорожнять экранную систему при остановках котлов

1 5 8 Естественная циркуляция котловой воды по испарительным поверхностям нагрева котла осуществляется за счет разности удельных весов воды в опускных необогреваемых трубах и экранных подъемных трубах котла В контур естественной циркуляции входит вода а выходит пароводяная смесь с соответствующим тепловыделением содержанием пара Отношение количества воды вошедшей в контур к количеству полученного в контуре пара называется кратностью циркуляции и выражается формулой

$$K = \frac{G_b}{G_n}$$

Кратность циркуляции является обратной величиной среднего значения сухости пара на выходе из испарительных труб и характеризует зависимость определяющую за сколько циклов поступающая в контур котловая вода превращается полностью в насыщенный пар. Кратность циркуляции котла ТП 100 характеризуется цифрой 5,7, то есть при максимальном тепловыделении вся вода выпаривается за 5 циклов при минимальном — за 7 циклов.

Движущий напор вызывающий естественную циркуляцию определяется разницей веса столба жидкости в опускающихся и поднимающихся трубах.

159 Дистанционирование экранных труб (кроме двух светного экрана) между собой в блоках и крепление блоков между собой осуществляется при помощи дистанционирующих змеек привариваемых к трубам со стороны обмуровки. Змейки установлены через каждые 3—4 метра по высоте блоков.

Жесткость стенок экранов обеспечивается поперечными балками жесткости из двутавра № 36, которые крепятся к змейкам экранов через специальные крепления.

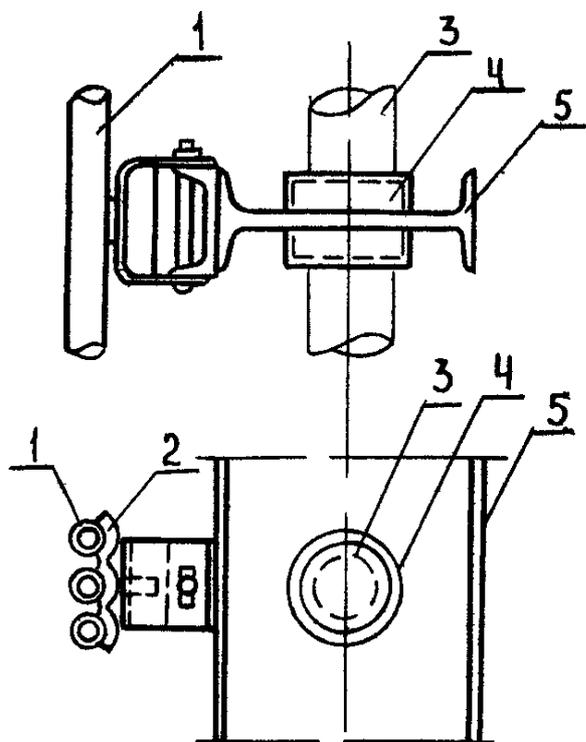


Рис 17 Узел крепления балок жесткости к экранным трубам  
1 — экранная труба 2 — змейка 3 — водоотпускная труба  
4 — гильза 5 — балка пояса жесткости

Балки жесткости при помощи специальных подвижных креплений крепятся к колоннам и стойкам каркаса котла. Подвижные крепления позволяют перемещаться стенкам экранов относительно каркаса котла на 140 мм вниз и на 10—20 мм в горизонтальном направлении.

В углах топки балки жесткости удлиняются швеллерами с ограничителями ограничивающими перемещение стенок экранов в углах величиной температурных удлинений.

1510 Дистанционирование труб двухсветного экрана между собой в блоках осуществляется путем приварки к экранным трубам прутков в зазорах между трубами с двух сторон через каждые 4—3 метра. Такими же прутками блоки двухсветного экрана крепятся между собой.

Крайние блоки двухсветного экрана крепятся к блокам боковых экранов специальными фигурными листами через каждые 6—7 метров.

1511 Верхние камеры боковых экранов перемещаются при удлинении пароотводящих труб вниз подвижное крепление этих камер с каркасом выполнено в виде специальных упоров

Экранные поверхности боковых экранов висят на пароотводящих трубах экранов. Каждая из пароотводящих труб с помощью приваренных к ним косынок и упорных пластин из стали 20 жест

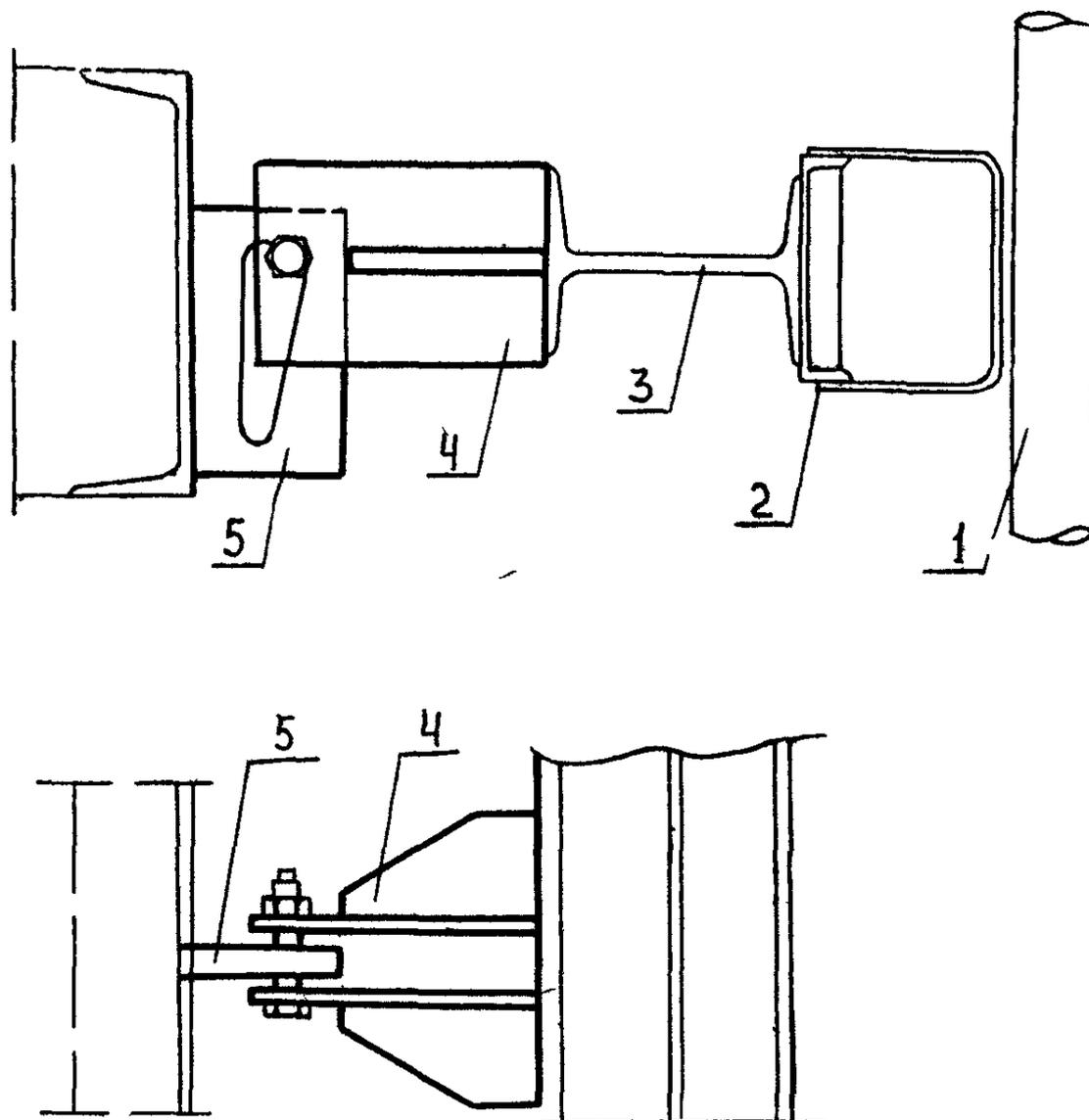


Рис 18 Установка крепления стен экранов к каркасу  
 1 — труба экрана 2 — крепление экрана к поясу жесткости 3 —  
 пояс жесткости 4 — кронштейн 5 — кронштейн на каркасе котла

ко закреплена на специальной балке из спаренного швеллера на отметке 36,3 метра над потолочным перекрытием котла. Балки тягами из прутковой стали марки 20 жестко подвешены к верхним балкам каркаса.

Подвески верхних коллекторов фронтального двухсветного и заднего экранов выполнены с помощью тяг из прутка марки ст 20, приваренного к косынке на коллекторе экрана и с помощью гаек к верхним балкам каркаса котла. Водоподводящие трубы боковых фронтального и заднего экранов повышают жесткость блоков в продольном направлении.

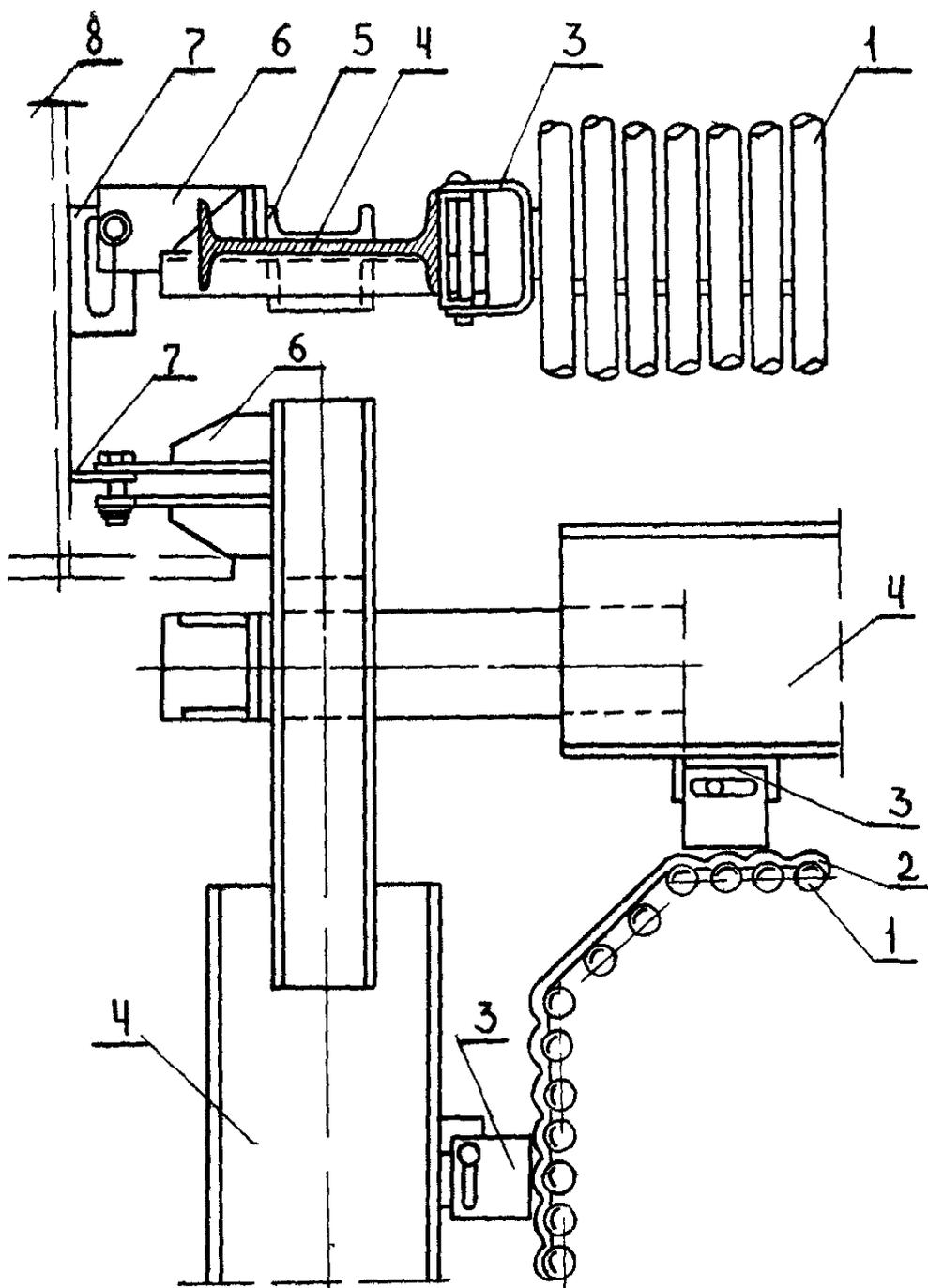


Рис 19 Угловое крепление экрана  
 1 — трубы экранов 2 — змеика 3 — пластина 4 — балка жесткости 5 — швеллер 6 — кронштейн 7 — кронштейн на каркасе 8 — балка каркаса

Все камеры экранов которые расположены на одних высотных отметках свариваются между собой или с дистанционирующими змеиками экранных труб Кроме того нижние камеры фронтального двухсветного и заднего экранов скрепляются между собой полосами и коробами шлаковых ванн В последнее время их скрепляют и при помощи специальных винтовых стяжек — фаркопов

Все крепления труб экранов обеспечивают достаточную прочность и жесткость стен топочной камеры

1 5 12 Испарительные поверхности нагрева имеют следующую характеристику по паропроводительности

1 5 13 Для контроля тепловых перемещении экраны котла оборудованы реперами на отметке 9 6 м по три с фронта и тыла и по 4 по сторонам котла

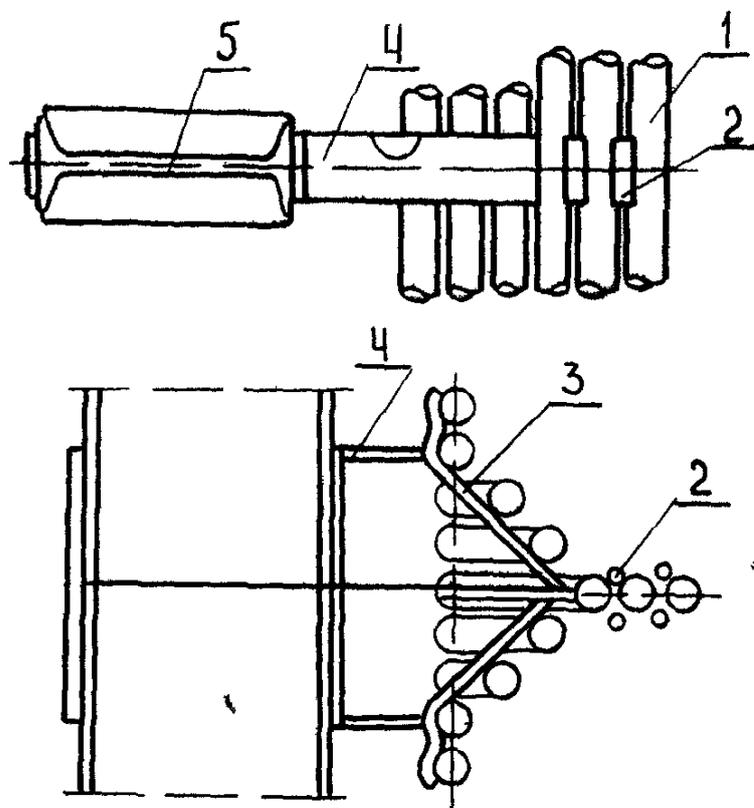


Рис 20 Крепление двухцветного экрана к боковым экранам  
 1 — труба экрана 2 — крепление труб между собой 3 — змейка 4 — кронштейн 5 — ребро жесткости

Тепловые перемещения барабана контролируются в осевых направлениях двумя реперами установленными на торцах барабана

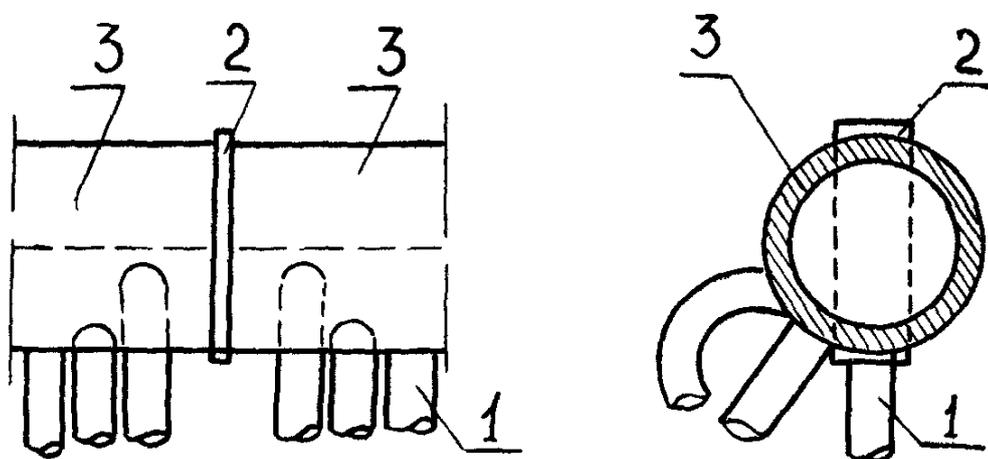


Рис 21 Крепление камер между собой  
 1 — экранная труба 2 — полоса 3 — коллектор

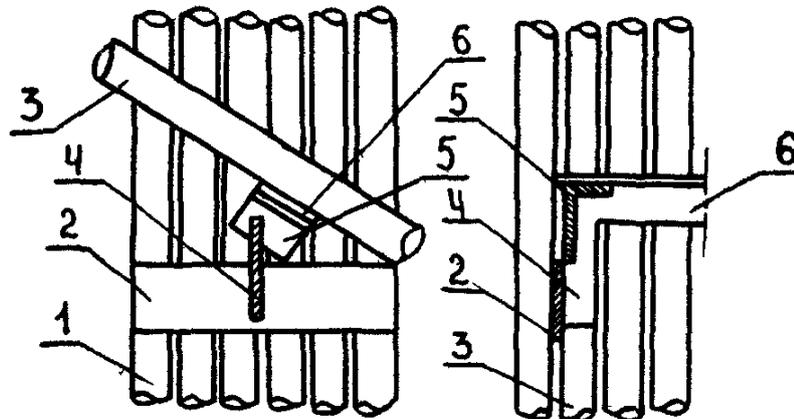


Рис 22 Крепление труб скатов холодной воронки к трубам боковых экранов  
 1 — трубы бокового экрана 2 — змеика 3 — труба ската холодной воронки 4 — полоса кронштейн 5 — угольник 6 — змеика ската

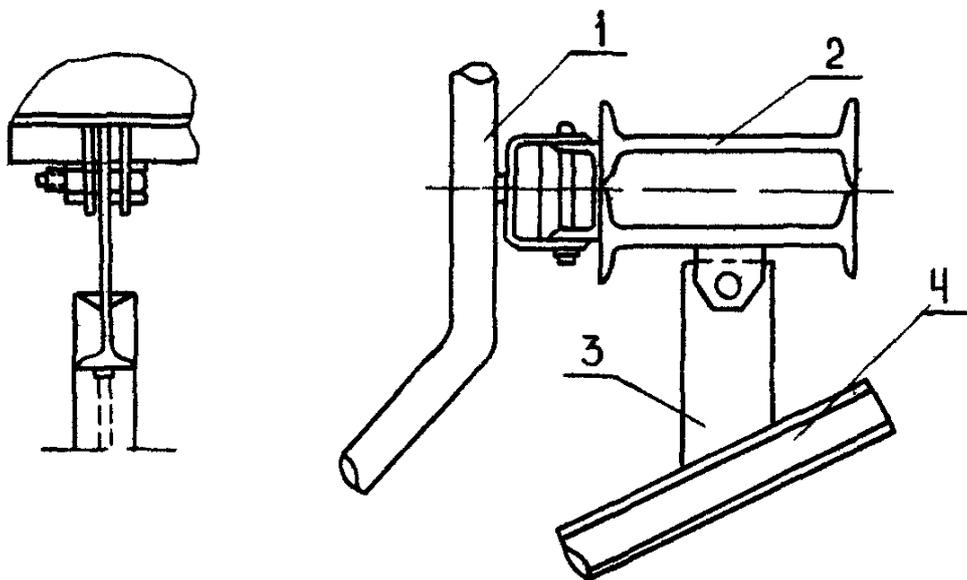


Рис 23 Узел крепления балок холодной воронки к балкам жесткости  
 1 — экранная труба 2 — балка пояса жесткости 3 — жесткость 4 — балка холодной воронки

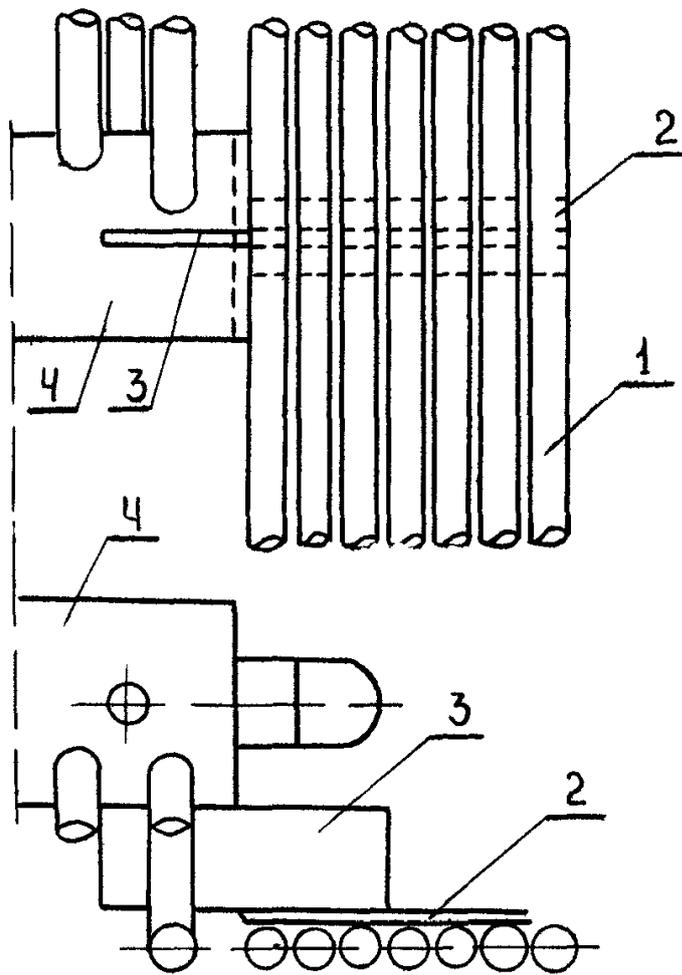


Рис 24 Крепление камер нижних коллекторов экранов с экранными трубами  
 1 — экранная труба 2 — змейка 3 — полоса 4 — коллектор

Наименование	Обозначения	Ед. изм.	Экраны		
			Фронтон и тыловой	2 светный	боковой
1 Полная производительность экрана	Д	т/час	206	184	410
2 Паропроизводительность I ступени испарения	Д I	т/час	103	184	416
3 Паропроизводительность II ступени испарения	Д II	т/час	103	—	—
4 Расход пара через одну паропроводящую трубу	Д отв	т/час	86	102	65
о Количество паропроводящих труб		шт	24	18	64

## 2 ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ КОТЛА ТП 100

### 2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ

2.1.1 Пароперегреватель котла ТП 100 состоит из двух ступеней первичной и вторичной

Первичный пароперегреватель котла ТП 100 состоит из трех частей радиационной, полурадиационной и конвективной, вторичный пароперегреватель — целиком конвективный

2.1.2 К радиационной части относятся настенные радиационные пароперегреватели, к полурадиационной — ширмовые и потолочные пароперегреватели, к конвективной части — входные и выходные пакеты первичного пароперегревателя и все пакеты вторичного пароперегревателя

2.1.3 В пароперегревателе ступенчато осуществляется перегрев пара от температуры 340 °С до температуры 545 °С на выходе из котла

Поверхность нагрева пароперегревателя рассчитана на перегрев пара до температуры 570 °С. Однако для повышения надежности и срока эксплуатации дорогостоящего металла труб паропроводов согласно противоаварийному циркуляру рабочими температурами для перегрева пара за котлом установлены 545 °С по первичному и 545 °С по вторичному пару

2.1.4 Пароперегреватель котла ТП 100 располагается в верхней части топки и в горизонтальных и вертикальных газоходах, где топочные газы последовательно омывают на своем пути горизонтальные панели настенного радиационного пароперегревателя, затем на выходе из топки — ширмовые, полурадиационные пароперегреватели, горячие пакеты первичного пароперегревателя, горячие пакеты вторичного, промежуточные пакеты вторичного пароперегревателя, холодные пакеты первичного и дополнительную поверхность нагрева вторичного пароперегревателя, расположенную в начале опускной шахты

2.1.5 Схема первичного пароперегревателя котла ТП 100 выполнена четырехпоточной с многократным перемешиванием и перебросом пара по ширине перегревателя, а также с одной стороны котла на другую, что позволяет уменьшить разверку температур пара по отдельным змеевикам, способствует выравниванию температур по расположенным рядом змеевикам, благоприятно сказываясь на работе коллекторов, так как не вызывает температурных неравномерностей по их длине. Схема вторичного пароперегревателя также четырехпоточная с перебросом и перемешиванием пара

## 2 2 СХЕМА ПЕРВИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ КОТЛА ТП 100

2 2 1 Движение пара по тракту пароперегревателя высокого давления осуществляется по схеме на рис 52

Насыщенный пар из барабана с давлением  $155 \text{ кг/см}^2$  и температурой  $343 \text{ C}$  отводится по 24 пароперепускным трубам диаметром  $108 \times 10$  из стали 20 в первичный пароперегреватель котла. Пароперепускные трубы расположены равномерно по всей длине барабана на верхней его образующей.

В первичный пароперегреватель насыщенный пар поступает по четырем потокам в каждый из которых включено 6 пароперепускных труб.

Так как различия в схемах потоков незначительны здесь рассматривается паровая схема одного из потоков а именно правого фронтального. Для удобства рассмотрения панели настенного радиационного пароперегревателя в схеме вынесены за пределы пароперегревателя.

2 2 2 Насыщенный пар с температурой  $343 \text{ C}$  по 6 пароперепускным трубам подводится к входному коллектору потолочного пароперегревателя на правую сторону котла в непосредственной близости от барабана. По трубам потолочного пароперегревателя от входного его коллектора пар движется на левую сторону котла в конец горизонтального разхода где поступает во входной коллектор первой ступени первичного пароперегревателя нагретым до температуры  $346 \text{ C}$ . Пройдя по змеевикам первой ступени первичного пароперегревателя пар нагревается до  $355 \text{ C}$ . Из выходного коллектора I ступени пар поступает в настенный радиационный пароперегреватель и распределяется на два потока в левую боковую и фронтальную его панели. Далее прослеживается путь пара направленного в левую панель настенного радиационного пароперегревателя.

2 2 3 За выходным коллектором настенного радиационного пароперегревателя пар с температурой  $368 \text{ C}$  поступает во входной коллектор II ступени первичного пароперегревателя на левую сторону котла который расположен в одном ряду с первой ступенью но ближе к центру горизонтального газохода то есть посередине газового потока. Здесь во входных коллекторах II ступени происходит перемешивание пара с паром левого фронтального потока. Оба потока имеют одинаковую расчетную температуру  $368 \text{ C}$ . На выходе из II ступени пар приобретает температуру  $382 \text{ C}$ . От выходного коллектора II ступени по трубам среднего фронтального пакета потолочного пароперегревателя пар перебрасывается с левой стороны котла на правую к центру топки к выходным его коллекторам достигая перегрева  $387 \text{ C}$ .

2 2 4 К выходному пакету средних пакетов потолочного пароперегревателя присоединяется 6 входных ширм расположенных в центре топки. После входных ширм пар с температурой  $456 \text{ C}$  поступает в межширмовый впрыскивающий пароохладитель где его температура снижается до  $400 \text{ C}$  с помощью впрыска воды.

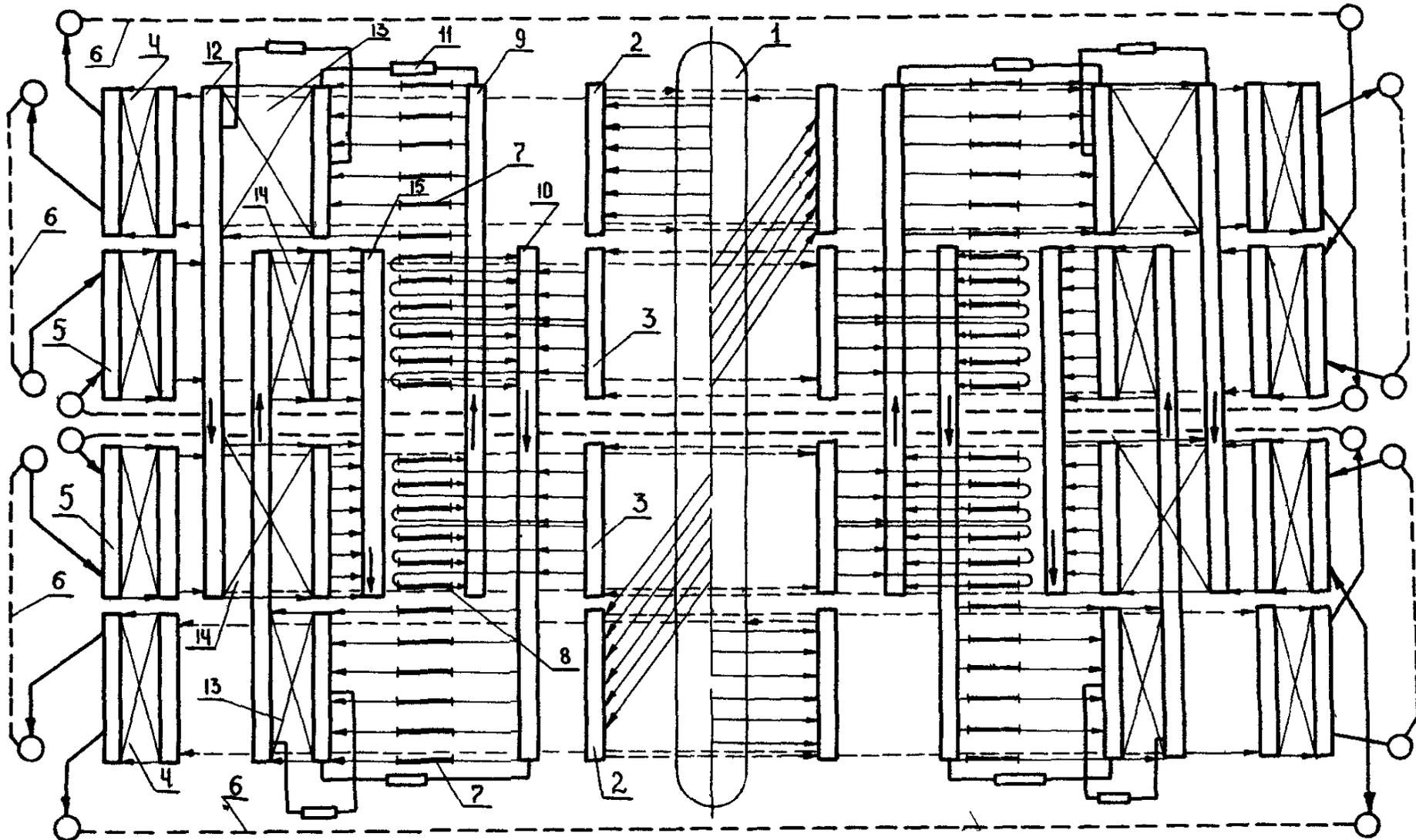


Рис 26 Схема первичного пароперегревателя котла ТП 100

1 — барабан 2 — входные коллекторы первичного пароперегревателя 3 — выходные коллекторы потолочного пароперегревателя 4 — первая ступень пароперегревателя 5 — вторая ступень пароперегревателя 6 — настенный радиационный пароперегреватель 7 — ширмы выходные 8 — ширмы входные 9 10 — коллектор межширмового впрыска 11 — шунт замера температуры 12 — коллектор конечного впрыска между 3 и 4 ступенями 13 — третья ступень пароперегревателя 14 — четвертая ступень пароперегревателя 15 — паросборная камера

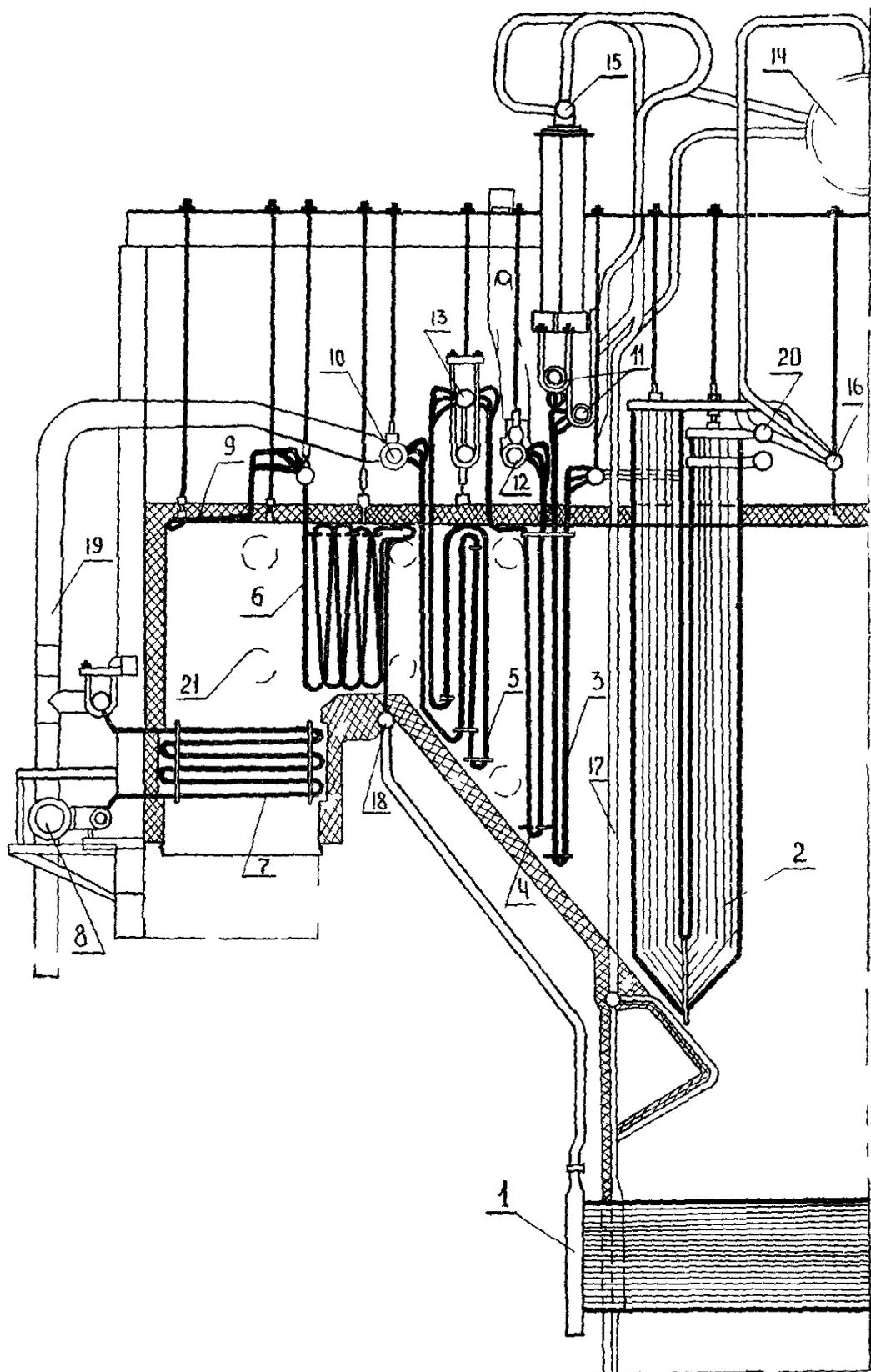


Рис 25 Компонка пароперегревателя в газоходах котла  
 1 — коллектор настенного пароперегревателя 2 — ширма 3 — 3 и 4 ступени пароперегревателя 4 — выходная ступень вторичного пароперегревателя 5 — промежуточная ступень вторичного пароперегревателя 6 — 1 и 2 ступени пароперегревателя 7 — регулирующая поверхность вторичного пароперегревателя 8 — кран промперегрева 9 — потолочный пароперегреватель 10 — входной коллектор промежуточной ступени промперегрева 11 — коллектор 3 и 4 ступеней и 12 — выходной коллектор промперегрева 13 — коллектор вторичного пароперегревателя 14 — барабан 15 — конденсационная установка 16 — входной коллектор потолочного пароперегревателя 17 — отводящая труба от верхнего коллектора бокового экрана 18 — нижний коллектор 1 и 2 ступеней 19 — трубопровод пара после регулирующей ступени промперегрева 20 — ширмовый экран

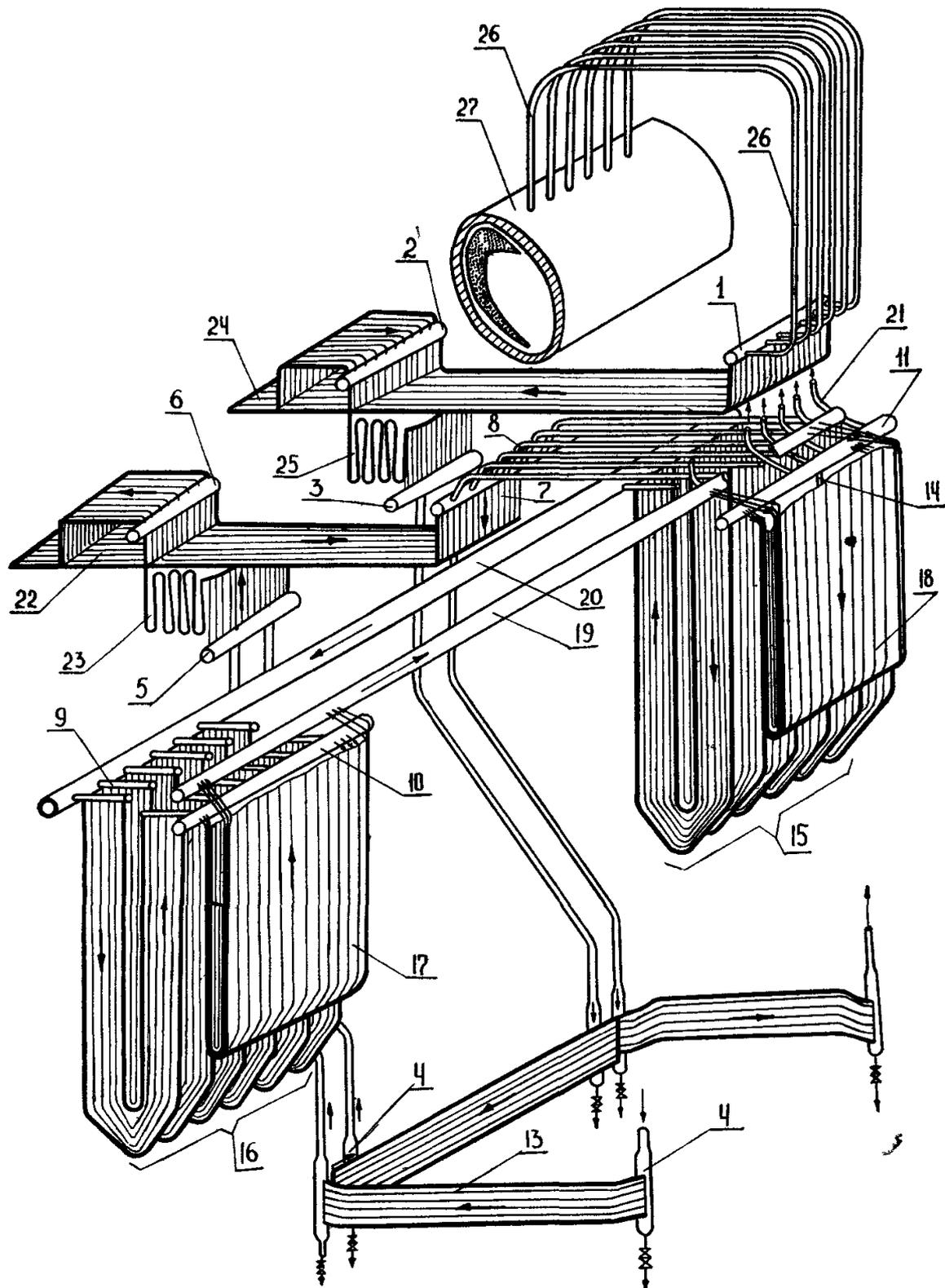


Рис 27 Компонка первичного пароперегревателя котла ТП 100

1 — входной коллектор потолочного пароперегревателя 2 — входной коллектор первой ступени 3 — выходной коллектор первой ступени 4 — коллектор настенного радиационного пароперегревателя 5 — входной коллектор второй ступени 6 — выходной коллектор второй ступени 7 — выходной коллектор потолочного пароперегревателя 8 — входные коллекторы холодных ширм 9 — входные коллекторы выходных (горячих) ширм 10 — входной коллектор третьей ступени 11 — выходной коллектор четвертой ступени 13 — лента настенного радиационного пароперегревателя 15 — холодные ширмы 16 — горячие ширмы 17 — третья ступень пароперегревателя 18 — четвертая ступень пароперегревателя 19 — коллектор конечного впрыска 20 — коллектор межширмового впрыска 21 — пароперепускные трубы из выходного коллектора четвертой ступени в паросборную камеру 22 — вторая ступень потолочного пароперегревателя 23 — вторая ступень первичного пароперегревателя 24 — первая ступень потолочного пароперегревателя 25 — первая ступень первичного пароперегревателя 26 — пароперепускные трубы из барабана во входной коллектор потолочного пароперегревателя 27 — барабан

По коллектору межширмового пароохладителя пар перебрасывается от центра топки к тылу в том же ряду

К выходному концу впрыскивающего межширмового пароохладителя данного потока пара присоединены 6 выходных ширм. Каждая из ширм с помощью своего выходного коллектора присоединяется к входному коллектору III ступени первичного пароперегревателя. За выходными ширмами пар имеет температуру 475 С. Третья ступень расположена у стен горизонтального газохода то есть с краю газового потока.

2 2 5 Пройдя змеевики III ступени пар достигает температуры 511 С и поступает в выходной впрыскивающий пароохладитель по которому перебрасывается к центральной фронтальной части топки. Здесь к выходному пароохладителю присоединяется IV выходная ступень первичного пароперегревателя где пар перегревается до конечной температуры 545 С.

2 2 6 От выходного коллектора IV ступени по 16 перепускным трубам диаметром 133×17 мм из стали 12Х1МФ перегретый острый пар поступает в левую паросборную камеру. В эту же камеру поступает пар правого заднего потока. В паросборной камере происходит окончательное перемешивание пара двух потоков. От паросборной камеры пар с давлением 140 кг/см<sup>2</sup> и температурой 545 С по главному паропроводу острого пара направляется к турбине.

2 2 7 Таким образом 4 паровых потока насыщенного пара раздваиваясь и снова перемешиваясь между собой объединяются в два потока перегретого пара которые по двум паросборным камерам и главным паропроводам покидают котел и направляются к турбине.

2 2 8 Если проследить второй поток пара после I ступени первичного пароперегревателя расположенного слева с фронта котла который был переброшен по фронтальной панели настенного радиационного пароперегревателя на правую сторону котла в конец горизонтального газохода то обнаружится что этот поток смешивается во входном коллекторе II ступени правой стороны с другой половиной потока.

Каждый из четырех потоков пара раздваивается на два потока в выходных камерах I ступени первичного пароперегревателя. Таким образом после I ступени пар распределяется на 8 потоков. На выходе из I ступени с левой стороны котла потоки пара распределяются по угловым коллекторам настенного радиационного пароперегревателя и перебрасываются на правую сторону и к центру топки. С правой же стороны котла паровые потоки после I ступени первичного пароперегревателя распределяются в угловые и центральные коллекторы настенного радиационного пароперегревателя и перебрасываются по его панелям к центру топки и на левую сторону котла.

2 2 9 Каждый из восьми потоков во входном коллекторе II ступени первичного пароперегревателя смешивается с одним из восьми потоков другой части. Потоки пара на выходе из какой либо I ступени между собой нигде не перемешиваются.

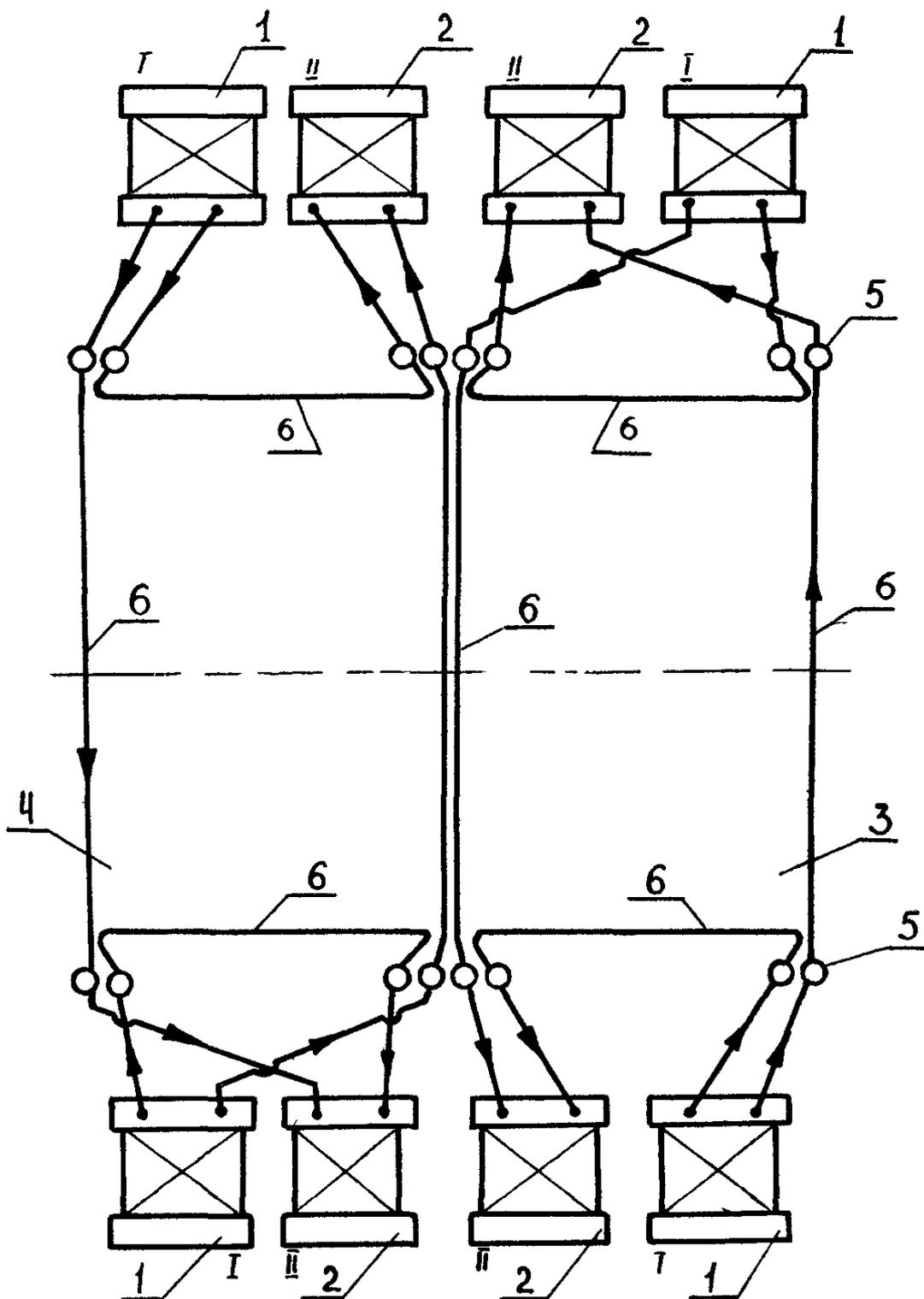


Рис 31 Схема настенного пароперегревателя  
 1 — пакеты конвективного пароперегревателя I ступени 2 — пакеты конвективного пароперегревателя 2 ступени 3 — фронтальная полутопка 4 — тыловая полутопка 5 — коллекторы настенного радиационного пароперегревателя 6 — лента настенного радиационного пароперегревателя

232 Каждая пароперепускная труба крепится с помощью приваренных к специальным балкам каркаса на отметке 24 75 м хомутов охватывающих трубу Коллекторы имеют дренажи в нижней части и оборудованы реперами для контроля теплового перемещения

233 К выходным коллекторам НРПП подводится вода на впуск Камеры коллекторов расположены снаружи котла в не обогреваемой зоне и заизолированы Трубы НРПП висят на экранах внутри топки на отметке 22 32 24 15 м

234 Настенный радиационный пароперегреватель выполняет одновременно функцию переброса пара по сторонам и по глубине котла и передачи радиационного тепла верхней части топки через стенку металла обогреваемых труб к пару

#### Характеристика НРПП

Наименование	Ед изм	Количество
1 Количество блоков	шт	8
2 Количество камер в блоке		2
3 Диаметр камер	мм	219×26
4 Материал камер		сталь 20
5 Количество паропроводящих труб	шт	1
6 Количество пароотводящих труб	шт	1
7 Диаметр отводящих и подводящих труб	мм	159×15
8 Материал труб (отводящих и подводящих)		сталь 20 сталь 12ХМФ
9 Диаметр обогреваемых труб	мм	32×45
10 Материал обогреваемых труб		сталь 12ХМФ
11 Шаг труб	мм	35
12 Количество труб по высоте	шт	50
13 Температура газов в районе НРПП	С	1300
14 Температура пара на входе в НРПП	С	355
15 Температура пара на выходе из НРПП	С	368
16 Нагрев пара в НРПП	С	13
17 Скорость пара в трубах НРПП	м/сек	12 6
18 Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	116

#### 24 ПОТОЛОЧНЫЙ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ — ПОПП

241 Потолочный пароперегреватель котла ТП 100 является ограничивающей тепловоспринимающей поверхностью верхней части топки и всего горизонтального газохода и в схеме первичного пароперегревателя является первой его частью по ходу пара от барабана к первичному пароперегревателю выполняя функцию распределения пара по потокам и переброса пара по сторонам котла на левую и правую его стороны

242 Потолочный пароперегреватель котла ТП 100 четырехточными Крайние его пакеты отводят пар от барабана по потолочным трубам к I ступени КПП перебрасывая его на противоположные стороны горизонтального газохода по средним пакетам пар от вторых ступеней КПП перебрасывается во входные ширмы с одновременным перебросом по сторонам котла

243 Пар на выходе из барабана в каждом из 4 х потоков поступает во входные коллекторы ПОПП расположенные в необогреваемой зоне над потолочным перекрытием котла в непосредственной близости от барабана Пар перебрасываемый на левую сторону котла после входного коллектора ПОПП по потолочным

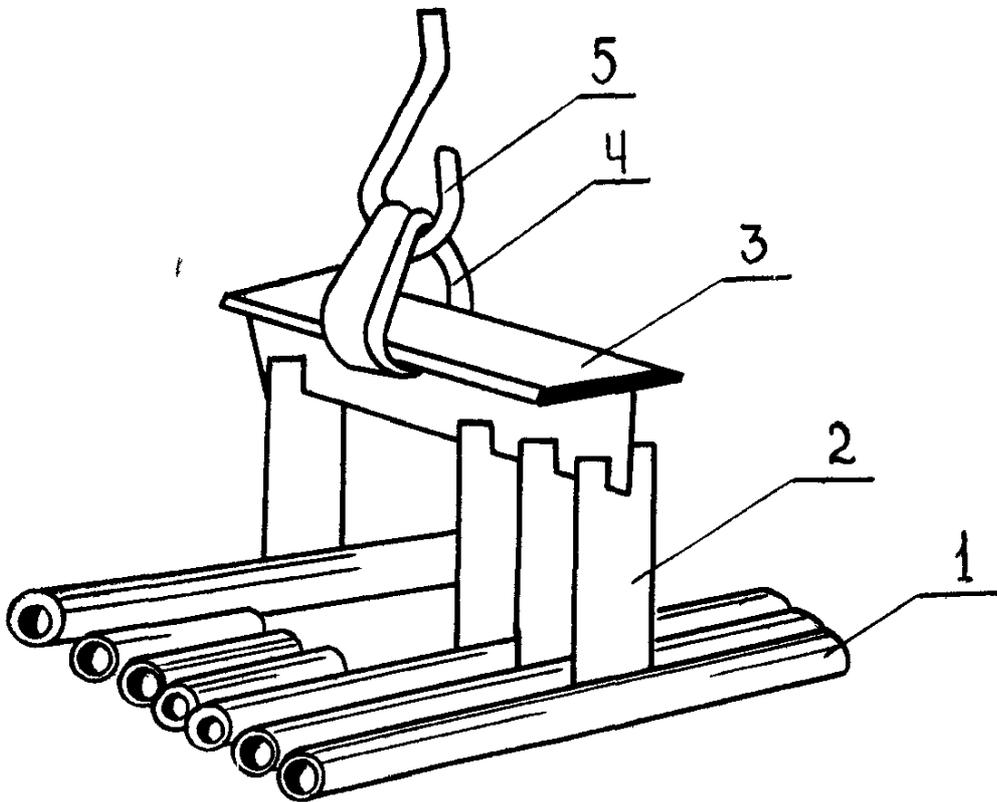


Рис 32 Крепление потолочных труб  
1 — трубы пароперегревателя 2 — стойки 3 — балочка  
4 — хомут 5 — тяга

трубам перебрасывается на правую сторону в конец горизонтального газохода в I ступень КПП правой стороны котла Пар перебрасываемый на правую сторону котла после входного коллектора ПОПП по потолочным трубам перебрасывается на левую сторону в конец горизонтального газохода в I ступень КПП левой его стороны

#### Характеристика ПОПП

Наименование	Ед изм	Количество
1	2	3
1 Количество блоков	шт	8
2 Количество камер в блоке (входных)		1
3 Диаметр камер (входных)	мм	273×35
4 Материал камер		сталь 20
5 Количество пароподводящих труб в потоке	шт	6
6 Диаметр пароподводящих труб	мм	108×10
7 Материал пароподводящих труб		сталь 20
8 Количество потолочных труб в блоке (потоке)	шт	58

1	2	3
9 Диаметр потолочных труб	мм	38×4
10 Материал потолочных труб		сталь 20
11 Шаг между осями потолочных труб	мм	80
12 Количество труб в 4 потоках по ширине га зохода	шт	232×2
13 Температура газов в начале и конце	С	1300—483
14 Температура пара на входе	С	343
15 Температура пара на выходе	С	346
16 Нагрев пара	С	3
17 Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	1120
18 Сечение для прохода пара	м <sup>2</sup>	0 164

2 4 4 По способу передачи тепла и схеме движения теплоносителей ПОПП является смешанным

— в центре топки осуществляется полурадияционный способ передачи тепла за ширмовым пароперегревателем — конвективный

— в крайних пакетах ПОПП осуществляется движение пара и газового потока по принципу прямотока в средних — по принципу противотока

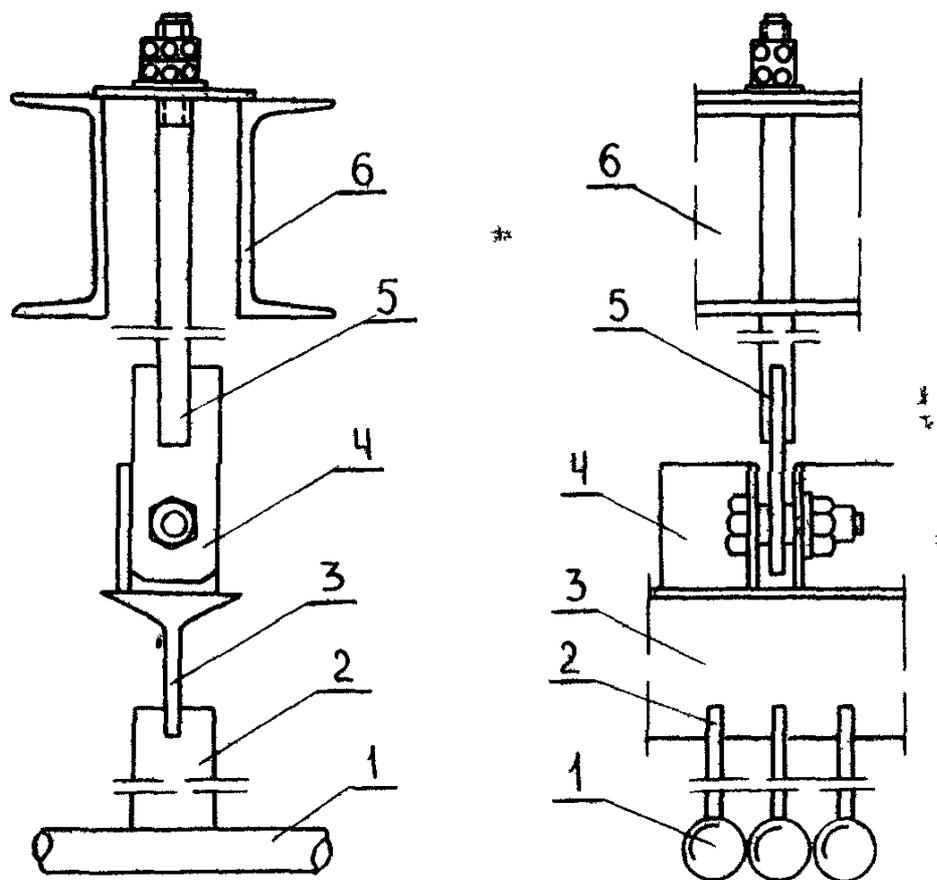


Рис 33 Узел подвески потолочных труб  
 1 — труба потолочного пароперегревателя 2 — пластина 3 — тавр 4 — узел подвески 5 — тяга 6 — балка

245 Выходные камеры ПОПП являются одновременно входными камерами I ступени КПП

246 Подвески труб ПОПП установлены в 6 сечениях по глубине газового потока

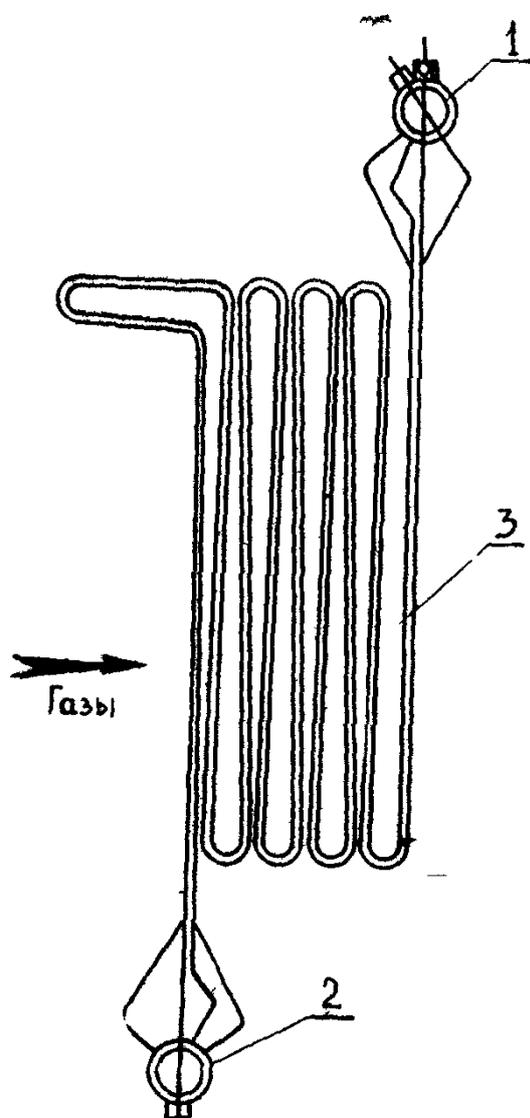


Рис 34 Первая и вторая ступени первичного пароперегревателя  
1 — верхний коллектор 2 — нижний коллектор 3 — змеевики

Каждая из ступеней КПП состоит из 4 блоков

252 Блок КПП представляет собой сложный теплообменник состоящий из входной и выходной камер соединенных между собой трубами в виде змеевиков называемых пакетами. Пакет змеевика состоит из 2 х труб и имеет 4гиба в нижней части над горизонтальным газоходом и 4гиба в верхней части. Змеевики в пакетах между собой и пакеты по длине блока соединяются дистанционирующими планками

253 Входные камеры I ступени и выходные камеры II ступени расположены над потолком котла, выходные камеры I ступени и входные камеры II ступени расположены в обмуровке в конце

В районе ширм к каждой потолочной трубе приварен прямо угольный лист из стали 3 который приваривается к специальной балочке расположенной над потолочным перекрытием. Балочки подвешиваются жестко тросами из стали 20 к коллекторам ширм.

В районе поворотной камеры подвески выполнены аналогично с помощью промежуточных балочек и жестких тросов к верхним балкам каркаса котла.

В районе I—II ступеней КПП и промежуточной ступени вторичного пароперегревателя потолочные трубы подвешены совместно с трубами этих ступеней.

Коллекторы потолочного пароперегревателя подвешены жестко с помощью тросов из стали 20 от косынок приваренных к коллекторам к потолочным балкам каркаса тросами.

#### 25 ХОЛОДНАЯ ЧАСТЬ ПЕРВИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ I и II СТУПЕНЕЙ

251 Холодная часть КПП высокого давления состоит из двух ступеней имеющих аналогичную конструкцию

наклонного и начале горизонтального газохода котла Камеры блоков I и II ступени расположены в необогреваемой зоне

2 5 4 Первая и вторая ступени КПП высокого давления занимают весь участок горизонтального газохода котла и являются последними по ходу газов тепловоспринимающими поверхностями конвективного горизонтального газохода Крайние по ходу газов змеевики серединойгиба выступают за выходную кромку горизонтального газохода

Блоки I ступени КПП расположены по краям горизонтальных газоходов II ступени КПП — в середине

2 5 5 Первая ступень КПП принимает пар из крайних пакетов ПОПП от барабана и отводит пар в НРПП по пароперепускным трубам Нагрев пара в I ступени КПП достигает 9 С

2 5 6 Вторая ступень КПП принимает пар из НРПП и отводит пар по средним пакетам ПОПП во входные ширмы Нагрев пара во второй ступени КПП достигает 14 С

#### Характеристика блоков I(II) ступени КПП

Наименование	Ед изм	Количество
1 Количество блоков в ступени	шт	4
2 Количество камер в блоке		2
3 Диаметр камер	мм	273×35
4 Материал камер		сталь 20
5 Количество пароперепускных труб в блоке от I ступени к НРПП	шт	2
от НРПП ко II ступени		2
6 Диаметр пароперепускных труб	мм	159×15
7 Материал пароперепускных труб		сталь 20
		сталь 12Х1МФ
8 Количество змеевиков в блоке	шт	58
9 Диаметр труб змеевиков	мм	38×4
10 Материал обогреваемых труб		сталь 20
11 Количество труб холодных пакетов (от фронта к тылу) на стороне	шт	232
12 Количество труб по ходу газов	шт	18
13 Шаг между осями змеевиков (поперечный/продольный)	мм	80/77
14 Расположение труб	коридорное	
15 Температура топочных газов на входе	С	591
16 Температура газов за поверхностью	С	493
17 Температура пара на входе в I ступень	С	346
18 Температура пара на выходе из I ступени	С	355
19 Нагрев пара в I ступени	С	9
20 Температура пара на входе во II ступень	С	368
21 Температура пара на выходе из II ступени	С	382
22 Нагрев пара во II ступени	С	14
23 Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	2800
24 Скорость пара (в крайних/средних) змеевиках	м/сек	6 2/7 8
25 Скорость газов	м/сек	11 4

2 5 7 Температура топочных газов перед холодными пакетами первичного пароперегревателя — 591 С то есть в поворотной камере — 483 С

258 По способу передачи тепла I и II ступени КПП являются конвективными

Схема движения теплоносителей в I ступени осуществляется прямоток с перекрестным движением пара в змеевиках во II ступени осуществляется противоток с перекрестным движением пара и газа в змеевиках

Расположение труб в потоке газов — коридорное

259 Змеевики между собой в пакетах дистанционируются гребенками из стали X17НГ на гйбах по вертикали и по высоте в верхней и нижней частях пакеты между собой по всей ширине газохода в нижней части дистанционируются также гребенками посаженными на трубы с холодным натягом

2510 Каждый пакет с помощью сухарика крепится одновременно с трубами ПОПП к промежуточной балке расположенной в теплом ящике непосредственно над потолочным перекрытием Балочки с помощью тяг из прутковой стали марки 20 жестко крепятся на гаиках к верхним балкам каркаса котла Каждый блок имеет две подвески

2511 Нижние коллекторы I—II ступени опираются с помощью приваренных к ним косынок из стали 20 на специальные опорные балки горизонтального газохода

Верхние коллекторы I—II ступени имеют жесткие подвески в виде тяг из стали 20 которые через промежуточные связи крепятся к косынкам приваренным к коллекторам и с помощью тяг — к верхним балкам каркаса котла

## 26 ШИРМОВЫЙ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ (ШПП)

261 ШПП котла ТП 100 состоит из двух ступеней входных и выходных ширм аналогичной конструкции

262 Ширма представляет собой висящий вдоль газового потока теплообменник своими концами подключенный к 2 м камерам входной и выходной Дымовые газы встречают на своем пути одновременно входные и выходные ширмы и омывают параллельно расположенные змеевики каждой ширмы

Таким образом топочные газы омывают на своем пути 48 труб в каждой ширме По ширине газохода расположено 24 ширмы на каждой стороне всего на котле имеется 48 ширм половина из которых входные остальные — выходные

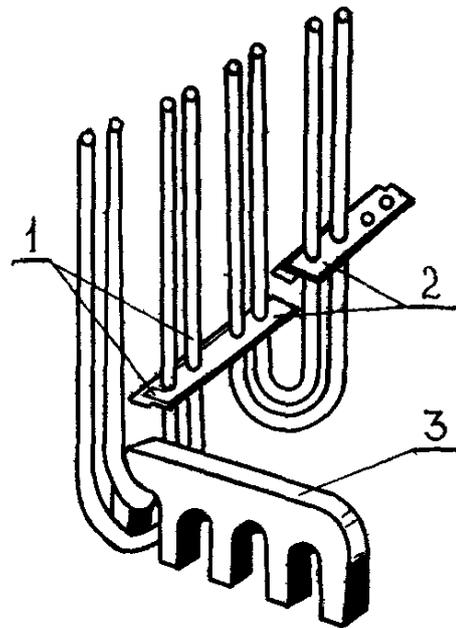


Рис 35 Дистанционирование нижних гйбов змеевиков конвективной части пароперегревателя

1 — змеевики 2 — дистанционирование вдоль хода газов 3 — гребенка

В каждом из 4 х потоков первичного пароперегревателя включены 6 ширм входной и 6 ширм выходной ступени

263 ШПП расположен в выходных окнах топочной камеры в самом начале наклонного газохода над выступом верхней части топки и является ограничивающей тепловоспринимающей поверхностью боковых верхних участков топочной камеры. Ширмы расположены равномерно по ширине газового потока от фронта к тылу и делят газовый поток в выходных окнах на коридоры. Расстояние между ширмами 720 мм количество ширм на каждой стороне — 12 входных расположенных в центре и 12 выходных расположенных по краям газовых потоков

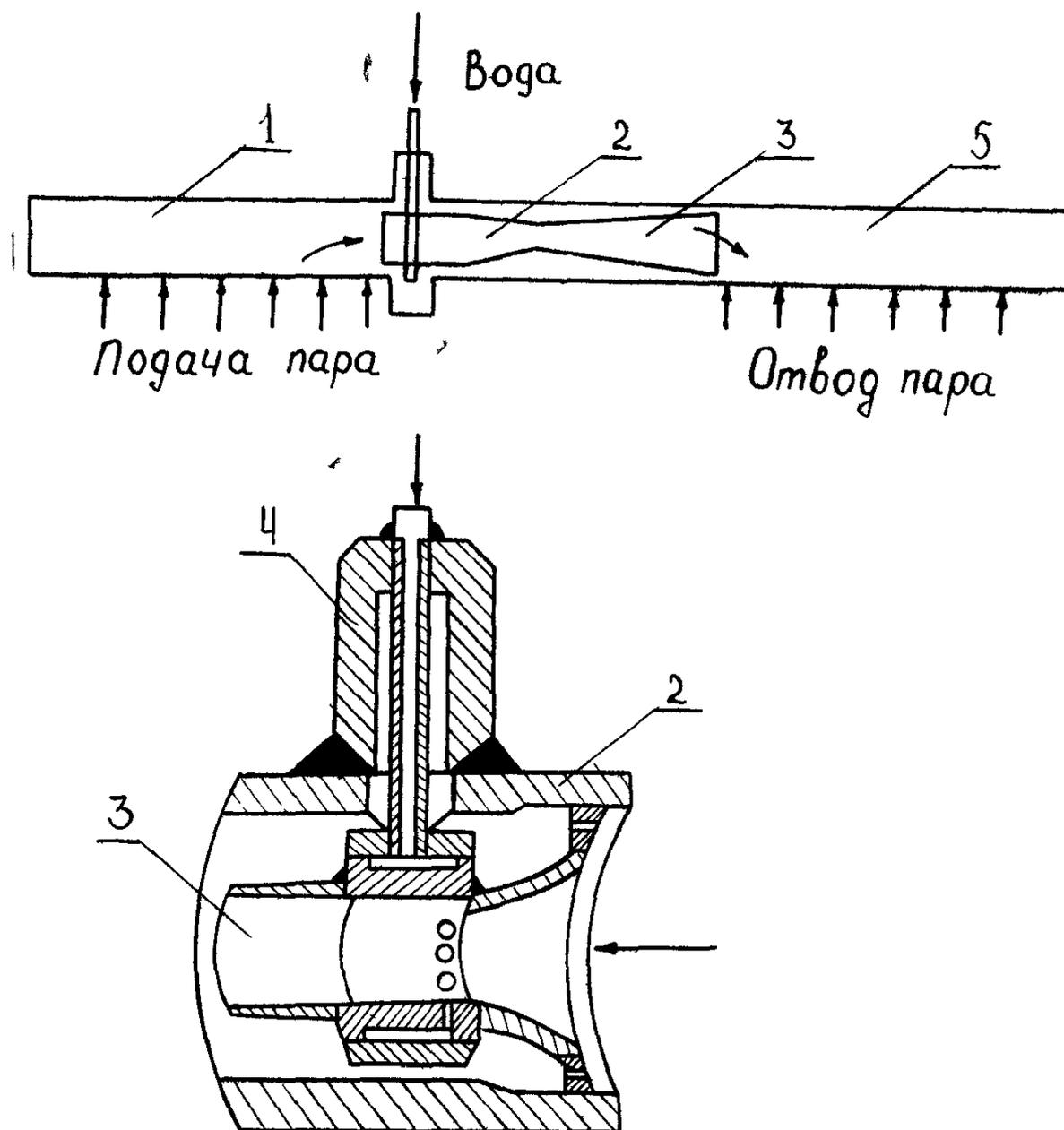


Рис 36 Схема подачи впрыска во впрыскивающий парохладитель  
 1 — камера подвода пара к коллектору 2 — впрыскивающее устройство 3 — защитная рубашка 4 — штуцер ввода конденсата  
 5 — камера отвода пара

264 В каждом из 4 х потоков от выходных коллекторов средних пакетов ПОПП пар отводится по 6 пароперепускным трубам диаметром  $159 \times 18$  мм к входным ширмам. Каждая из 6 пароперепускных труб ПОПП является одновременно входной камерой ширмы. Выходная камера каждой из входных ширм вварена в промежуточные впрыскивающие парохладитель диаметром  $325 \times 24$  мм по которому осуществляется переброс пара от входных ширм расположенных во фронтальной средней части газохода к краю газохода в тыловую его часть от выходных ширм расположенных в тыловой средней части наклонного газохода к краю газохода во фронтальную его часть.

265 На выходном конце каждого из 4 х промежуточных парохладителей включены 6 входных камер выходных ширм диаметром  $159 \times 12$  мм коллекторы выходных ширм того же диаметра включены во входной коллектор III ступени КПП.

266 Расчетная температура топочных газов перед ШПП —  $1182^\circ\text{C}$  за ШПП —  $937^\circ\text{C}$ .

По способу передачи тепла ШПП является полурadiaционной поверхностью нагрева.

Схема движения теплоносителей во входных ширмах — перекрестный ток в змеевиках и противоток в ступени в выходных ширмах — перекрестный ток в змеевиках и прямоток в ступени.

В первой ступени ШПП температура пара повышается до  $456^\circ\text{C}$  в промежуточном парохладителе пар охлаждается до  $400^\circ\text{C}$  и в выходных ширмах перегревается до  $475^\circ\text{C}$ .

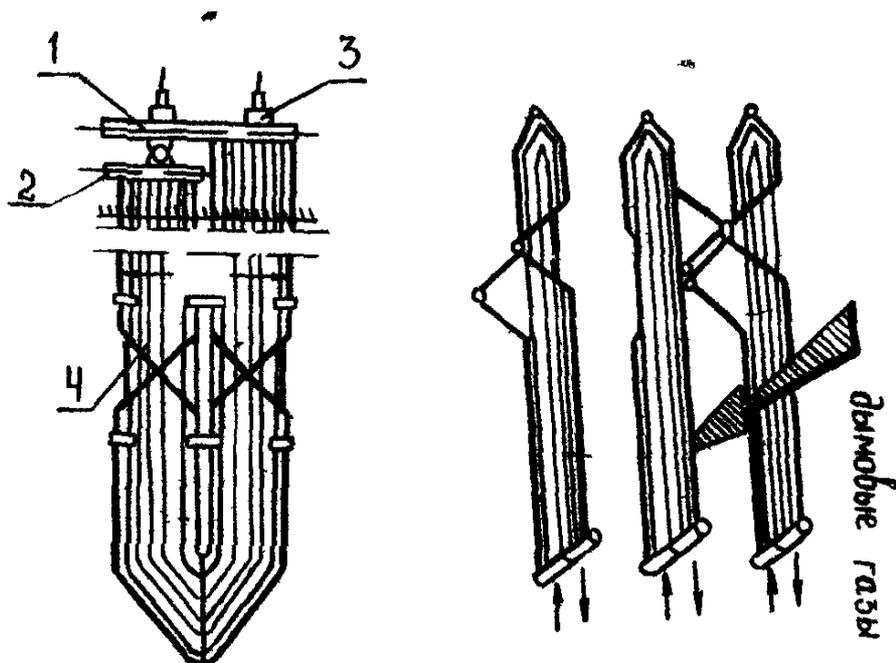


Рис 37 Ширма  
1 — входной коллектор 2 — выходной коллектор 3 — крепление коллекторов 4 — трубчатые связи

267 Змеевики ширм между собой дистанционируются специальными планками из жаропрочной стали Х23Н13 в нижней части в районе нижнегогиба по вертикали и между собой в трех сече

ниях по высоте скрепляя три краиних и шесть внутренних змеевиков Первыи 24 и 25 и и 48 и змеевики ширм по ходу газов являются обвязочными охватывающими панель ширмы с обеих сторон лобовой змеевик охватывает змеевики 1 и по ходу газов части ширмы переходя вовнутрь затем охватывает змеевики 2 й части ширмы переходя на край ширмы внутренни змеевик охватывает змеевики ширмы с противоположной стороны переходя на ее лобовую часть огибает 2 ю часть ширмы переходя вовнутрь

На некоторых котлах лобовые змеевики демонтированы дистанционирование змеевиков осуществляется пластинами из жаропрочной стали

268 Коллекторы ширм имеют жесткую подвеску в виде тяг из прутковой стали марки 20 которые крепятся к промежуточным связям приваренным к коллекторам ширм Тяги в верхней части крепятся к верхним балкам каркаса Промежуточные пароохладители подвесок не имеют они висят на коллекторах ширм

#### Характеристика ширмового пароперегревателя

Наименование	Ед изм	Количество
1 Количество ширм на котле	шт	48
2 Количество входных/выходных ширм в одном потоке		6/6
3 Количество камер в одной ширме входных/выходных		1/1
4 Диаметр камер	мм	159×18
5 Материал камер		сталь 12ХМФ
6 Количество пароперепускных труб к входным ширмам — в потоке/всего	шт	6/24
7 Диаметр пароперепускных труб	мм	159/18
8 Материал пароперепускных труб		сталь 12ХМФ
9 Диаметр змеевиков ширм		сталь 12ХМФ
10 Материал змеевиков	мм	32×45
11 Количество змеевиков в одной ширме	шт	24
12 Количество труб по ходу газов	шт	48
13 Высота ширм	мм	8884
14 Ширина ширмы (по коллекторам/без них)	мм	2194/1730
15 Расстояние между ширмами	мм	720
16 Температура газов перед ширмами	С	1185
17 Температура газов за ширмами	С	952
18 Температура пара входных ширм	С	387/456
19 Температура пара за промежуточным впрыском	С	425
20 Температура пара выходных ширм	С	425/500
21 Поверхность нагрева ширм	м <sup>2</sup>	1764
22 Скорость пара в ширмах (входных/выходных)	м/сек	115/138
23 Живое сечение для прохода газов	м <sup>2</sup>	296
24 Скорость газов	м/сек	33

#### 27 ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ПАРООХЛАДИТЕЛЬ

271 Промежуточный пароохладитель представляет собой камеру диаметром 325×24 мм внутри которой в конце входного потока пара встроен впрыскивающий пароохладитель Через 21 от

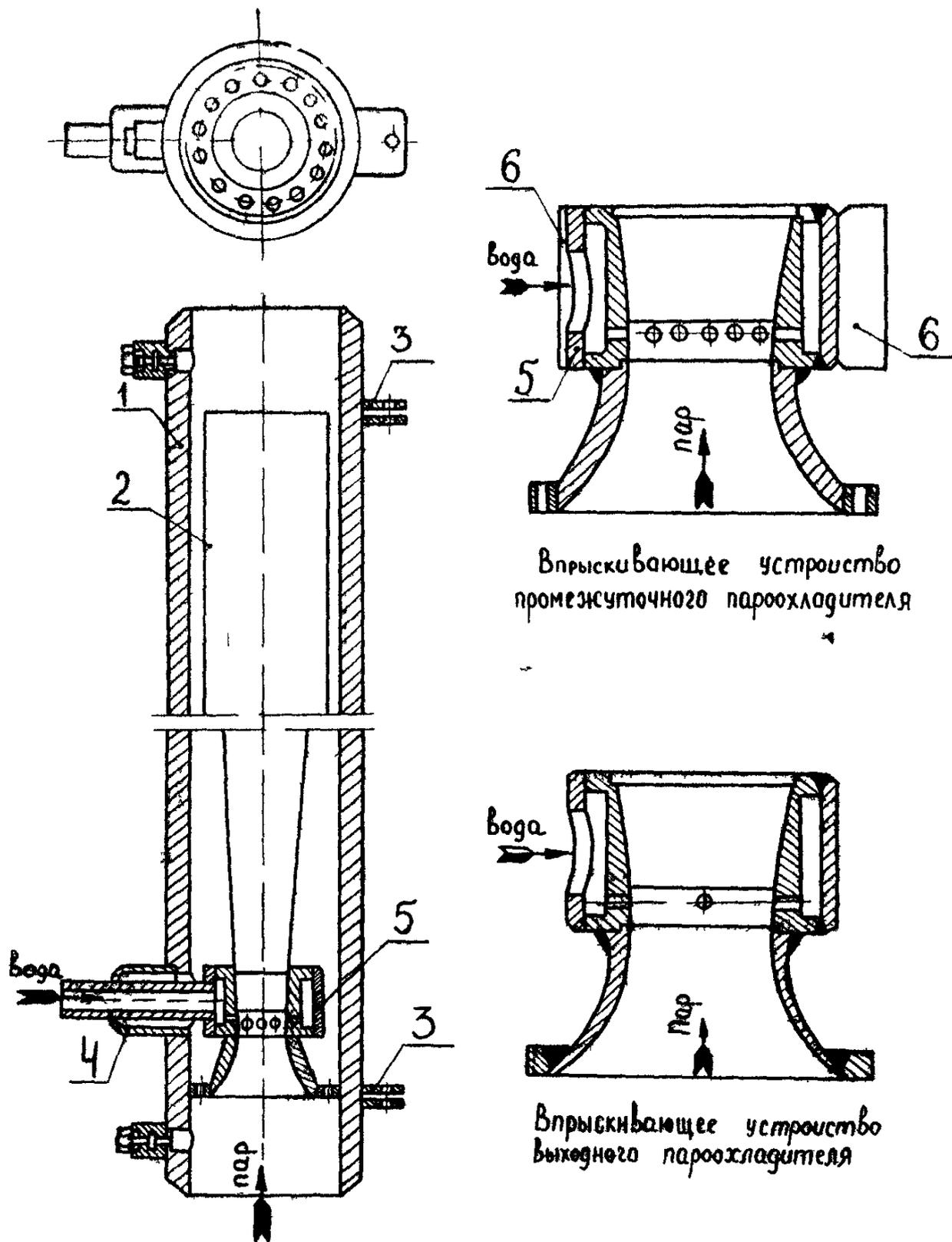


Рис 38 Впрыскивающие устройства в конечный и ширмовый пароперегреватели

верстие диаметром 5 мм в водяной камере пароохладителя в поток пара впрыскивается воды — конденсат пара из конденсационной установки котла

272 Впрыскивающее устройство представляет собой трубу Вентури длиной 240 мм состоящую из суживающейся части (конфузора) и расширяющейся части (диффузора) Диаметр переходного отверстия между конфузуром и диффузором — 94 мм В этой части трубы просверлено 21 отверстие диаметром 5 мм через которые из водяной камеры впрыскивается вода К выходному отверстию трубы Вентури — диффузору приварена защитная рубашка диаметром  $245 \times 8$  мм длиной 500 мм Защитная рубашка предохраняет стенки камеры пароохладителя от попадания на них воды

273 Входной патрубок трубы Вентури — конфузор приварен внутри камеры к ее стенкам таким образом что весь пар устремляется в трубу Вентури

В узком сечении пар достигает больших скоростей что обеспечивает захват впрыскиваемой воды и равномерное перемешивание потоков воды и пара Здесь же в сечении за счет преобразования статического давления в скоростной напор происходит частичное снижение давления пара увеличивающее статический напор для подачи конденсата от конденсационной установки

274 Центральное положение трубы Вентури фиксируется болтами М24 из стали 12ХМФ в количестве 8 штук Подвод конденсата осуществляется по трубопроводу диаметром  $76 \times 11$  мм от узла впрысков

275 Промежуточные пароохладитель расположен между входными и выходными ширмами то есть в рассечке ширм и предназначен для защиты металла выходных ширм от пережога Необходимость защиты выходных ширм объясняется следующим температура пара за входными ширмами составляет  $456^\circ\text{C}$  нагрев пара в выходных ширмах —  $75^\circ\text{C}$  если не понижать температуру пара в рассечке между входными и выходными ширмами до  $425^\circ\text{C}$  то на выходе из ширм температура пара достигла бы  $531^\circ\text{C}$  (расчетная) Если учесть что температура металла в условиях высоких температур может быть на  $50^\circ\text{C}$  выше температуры теплоносителя то температура металла выходных ширм достигла бы  $580^\circ\text{C}$  что превышает длительную жаропрочность металла

## 28 ГОРЯЧАЯ ЧАСТЬ ПЕРВИЧНОГО ПАРПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ III—IV СТУПЕНЕЙ КПП

281 Горячая часть первичного пароперегревателя состоит из 2х ступеней

III — входной ступени и IV — выходной аналогичной конструкции

Третья и четвертая ступени КПП расположенные в одном ряду занимают часть наклонного газохода за ширмовым пароперегревателем в зоне температур газа перед ними  $937^\circ\text{C}$

282 Каждая ступень состоит из 4х блоков блоки III ступени

расположены по краям газоходов блоки IV ступени — в центре газохода

Блоки горячей части представляют собою поверхность нагрева состоящую из входных и выходных камер соединенных между собою строеными трубами в виде змеевиков имеющих в нижней части один гиб

283 В каждом из 4 х потоков выходные камеры выходных ширм включены во входной коллектор III ступени КПП диаметром  $273 \times 35$  мм Из входной камеры пар по 58 строеным змеевикам поступает в выходной парохладитель диаметром  $377 \times 50$  мм то есть выходным коллектором третьей ступени КПП является выходной парохладитель

284 По выходному парохладителю осуществляется переброс пара из фронтальных пакетов III ступени от края газохода в центральную тыловую часть горизонтального газохода из тыловых пакетов III ступени — в центральную фронтальную его часть

285 К концу каждого из 4 х выходных парохладителей включены 58 строенных змеевиков IV ступени КПП по которым пар поступает в выходную камеру IV ступени диаметром  $273 \times 35$  мм

286 В III ступени КПП прирост температуры составляет  $36^\circ\text{C}$  в IV ступени КПП —  $34^\circ\text{C}$

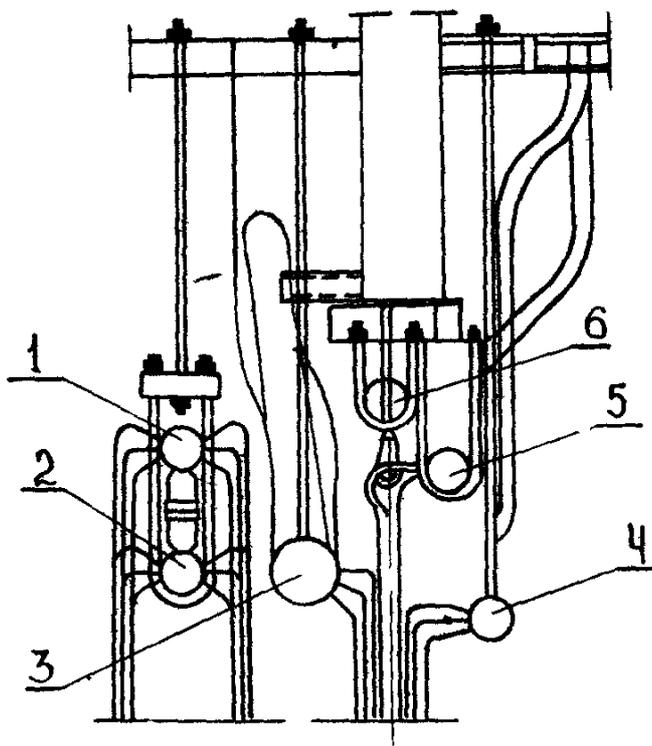


Рис 39 Подвеска камер первичного и вторичного пароперегревателя котла ТП 100  
1—2 — входные камеры выходной ступени вторичного пароперегревателя 3 — выходная камера вторичного пароперегревателя 4 — выходная камера первичного пароперегревателя 5 6 — конечные парохладители

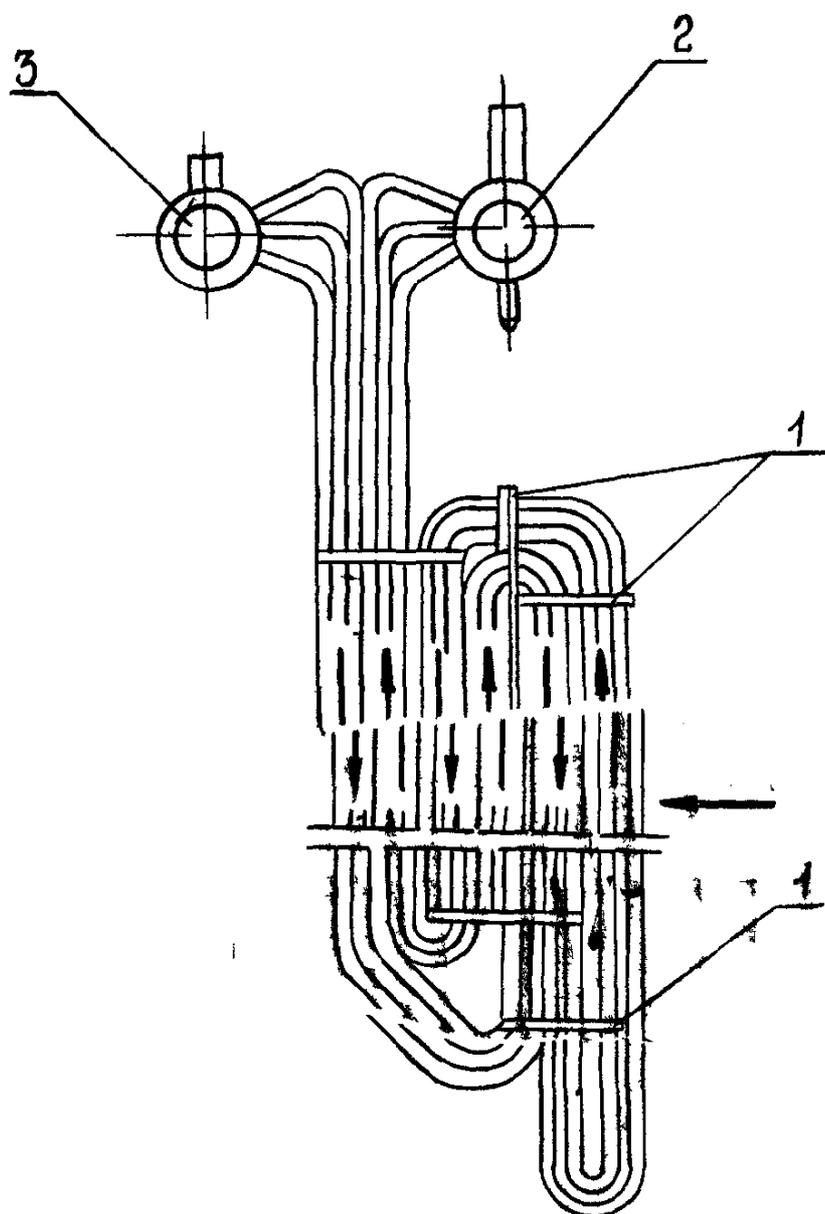


Рис 40 Третья и четвертая ступени конвективного пароперегревателя и выходная ступень промперегрева

1 — выходная ступень промперегрева 2 — ступень первичного пароперегревателя 3 — дистанционирующие гребенки 4 — входной коллектор второй ступени вторичного пароперегревателя 5 — выходной коллектор второй ступени вторичного пароперегревателя 6 — входной коллектор третьей ступени 7 — выходной коллектор третьей ступени

По способу передачи тепла III и IV ступени КПП являются конвективными. Схема движения теплоносителей во входной части прямоток в ступени и перекрестный ток в змеевиках в выходной части — противоток в ступени и перекрестный ток в змеевиках. Расположение труб в потоке газов — коридорное.

2.8.7 Змеевики в каждом пакете III—IV ступени дистанционируются между собой специальными планками в нижней части в районе гибов и по высоте в верхней и нижней частях вместе с расположенными рядом змеевиками вторичного пароперегревателя. Пакеты между собой по ширине газоходов дистанционируются с помощью дистанционирующих гребенок из жаропрочной стали X23H13.

Характеристика горячей части КПП (III—IV ступени)

Наименование	Ед. изм.	Количество
1 Количество блоков в ступени/всего	шт	4/8
2 Количество камер в блоке/всего		1/8
3 Диаметр камер	мм	273×35
4 Материал камер		сталь 12ХМФ
5 Количество змеевиков в блоке	шт	58
6 Кр. в трубу III—IV ступени от фронта	шт	232
7 Материал змеевиков III ступени диаметр	шт	12ХМФ/32×6
8 Материал змеевиков IV ступени диаметр	шт	сталь 1X18H12T/32×6
9 Количество труб по ходу газов	шт	6
10 Температура газов перед горячей частью	С	937
11 Температура газов за горячей частью	С	812
12 Температура пара III ступени (входная/выходная)	С	475/511
13 Температура пара IV ступени (входная/выходная)	С	511/545
14 Площадь нагрева суммарная	м <sup>2</sup>	1550
15 Сечение для прохода газов суммарное	м <sup>2</sup>	268
16 Сечение для прохода пара суммарное	м <sup>2</sup>	0.53
17 Скорость пара в III/IV ступенях	м/сек	15.5/17.0
18 Скорость газов	м/сек	6.4

2.8.8 Выходные участки змеевиков IV ступени КПП в целях экономии аустенитной дорогостоящей стали в верхней необогреваемой части выполнены из стали 12ХМФ диаметром 32×45 мм.

2.8.9 Входные коллекторы II ступени и выходные IV ступени крепятся в виде жестких подвесок из прутковой стали марки 10—20 с помощью тяг к верхним балкам каркаса. Тяги крепятся с помощью переходных блочков к косынкам из стали 12ХМФ приваренным к коллекторам.

## 2.9 ПАРООХЛАДИТЕЛИ ВЫХОДНЫЕ

2.9.1 В рассечку между III и IV ступенями в камере диаметром 377×50 мм смонтирован входной парохладитель (иначе — конечный) аналогичной конструкции с промежуточным межшпир

мовым пароохладителем. Отличие состоит в некоторых размерах: длина трубы Вентури с защитной рубашкой — 4634 мм, диаметр в узком сечении — 110 мм, количество отверстий — 4.

Центральное положение защитной трубы фиксируется прутками.

2 9 2 Выходные пароохладители предназначены для снижения температур пара в аварийных случаях, когда воздействия межшпирмового пароохладителя недостаточно. Для регулировки температуры они не предназначены.

2 9 3 Полное сопротивление первичного пароперегревателя составляет 8—10 % то есть потеря давления в первичном пароперегревателе достигает  $15 \text{ кг/см}^2$  при расчетном давлении пара в барабане  $155 \text{ кг/см}^2$ , отсюда расчетное давление в паросборных камерах составляет  $140 \text{ кг/см}^2$ .

2 9 4 Камеры выходных пароохладителей подвешены с помощью тяг в виде хомутов из прутковой стали 12ХМФ, охватывающих камеру. Тяги крепятся гайками к специальным балкам, расположенным в пространстве между потолком котла и верхними балками каркаса.

## 2 1 0 ПАРОСБОРНЫЕ КАМЕРЫ ОСТРОГО ПАРА

2 1 0 1 От выходной камеры IV ступени КПП пар отводится по 8 трубам диаметром  $133 \times 17 \text{ мм}$  в паросборную камеру. На каждой стороне котла перегретый пар от 2-х потоков собирается в од-

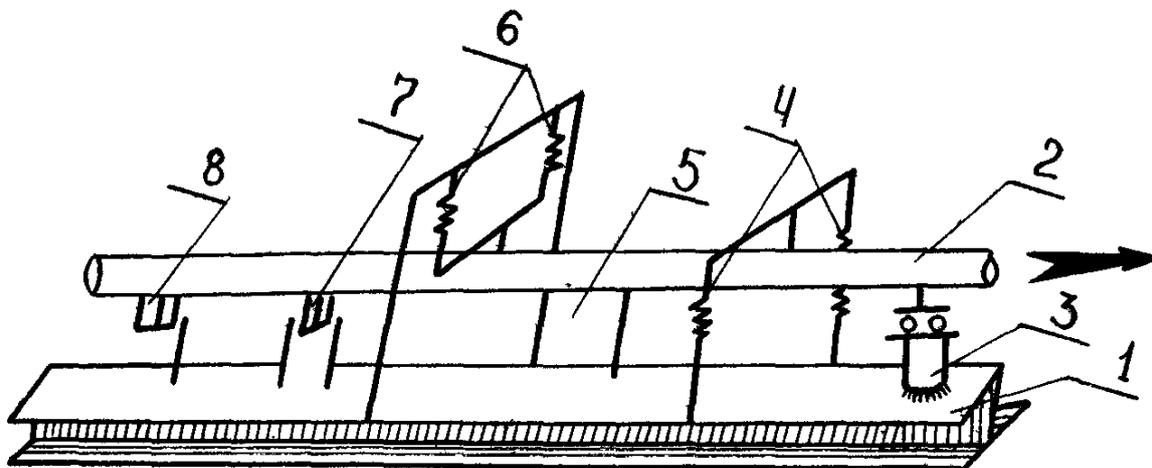


Рис 41 Крепление паросборных камер

1 — балка каркаса котла 2 — паросборная камера 3 — опора катковая 4 — опора пружинная 5 — опора мертвая 6 — пружинная подвеска 7 — опора направляющая двухопорная 8 — опора направляющая одноопорная

ну паросборную камеру. Паросборные камеры острого пара представляют собой трубопроводы с наружным диаметром 325 мм и толщиной стенки

на блоке № 1 — 50 мм  
на блоках № 2—5 — 43 мм  
на блоке № 6 — 38 мм

2 102 Паросборные камеры изготовлены из стали 12ХМФ. Количество паросборных камер острого пара на котле — 2 шт. Количество пароперепускных труб от выходной ступени первичного пароперегревателя к паросборным камерам острого пара — 32 шт. При прогреве и расхолаживании паросборные камеры расширяются деформируются и перемещаются в осевом и поперечном направлениях в результате термического расширения и сжатия металла. Для контроля теплового перемещения в осевом и поперечном направлениях паросборные камеры на своих торцах оборудованы реперными указателями. В верхней части на паросборных камерах установлены воздушники диаметром 10 мм для вытеснения воздуха при заполнении первичного контура котла водой.

2 103 Для обеспечения устойчивости паросборные камеры острого пара оборудованы тремя пружинными опорами одной шарнирной опорой на шарикоподшипнике и четырьмя направляющими.

### **3 ВТОРИЧНЫЙ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ КОТЛА ТП 100**

#### **3.1 ОПИСАНИЕ ВТОРИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ**

3.1.1 Вторичный пароперегреватель котла ТП 100 в тепловой схеме блока выполняет функцию восстановления термодинамической эффективности пара отработавшего в цилиндре высокого давления. В его поверхностях нагрева происходит вторичный перегрев пара от куда и пошло название вторичного или промежуточного пароперегревателя. Кроме того отбирая тепло топочных газов вторичный пароперегреватель способствует достижению расчетных температур уходящих газов за котлом обеспечивая достижение расчетной экономичности котла и турбины и их проектных мощностей.

3.1.2 Вторичный пароперегреватель состоит из следующих составных частей:

- регулировочной ступени вторичного пароперегревателя
- входной (промежуточной части) вторичного пароперегревателя
- выходной (горячей части) вторичного пароперегревателя

3.1.3 Отработавший в цилиндре высокого давления турбины пар с температурой 340 С при давлении 24 кг/см<sup>2</sup> (параметры расчетные) по двум перепускным паропроводам так называемым холодным ниткам промперегрева направляется к котлу. На отметке 27,5 м поток пара раздваивается на каждой стороне котла и с помощью регулировочно распределительных клапанов (так называемых кранов промперегрева) может быть направлен в регулировочную ступень или в обвод ее. После регулировочной ступени

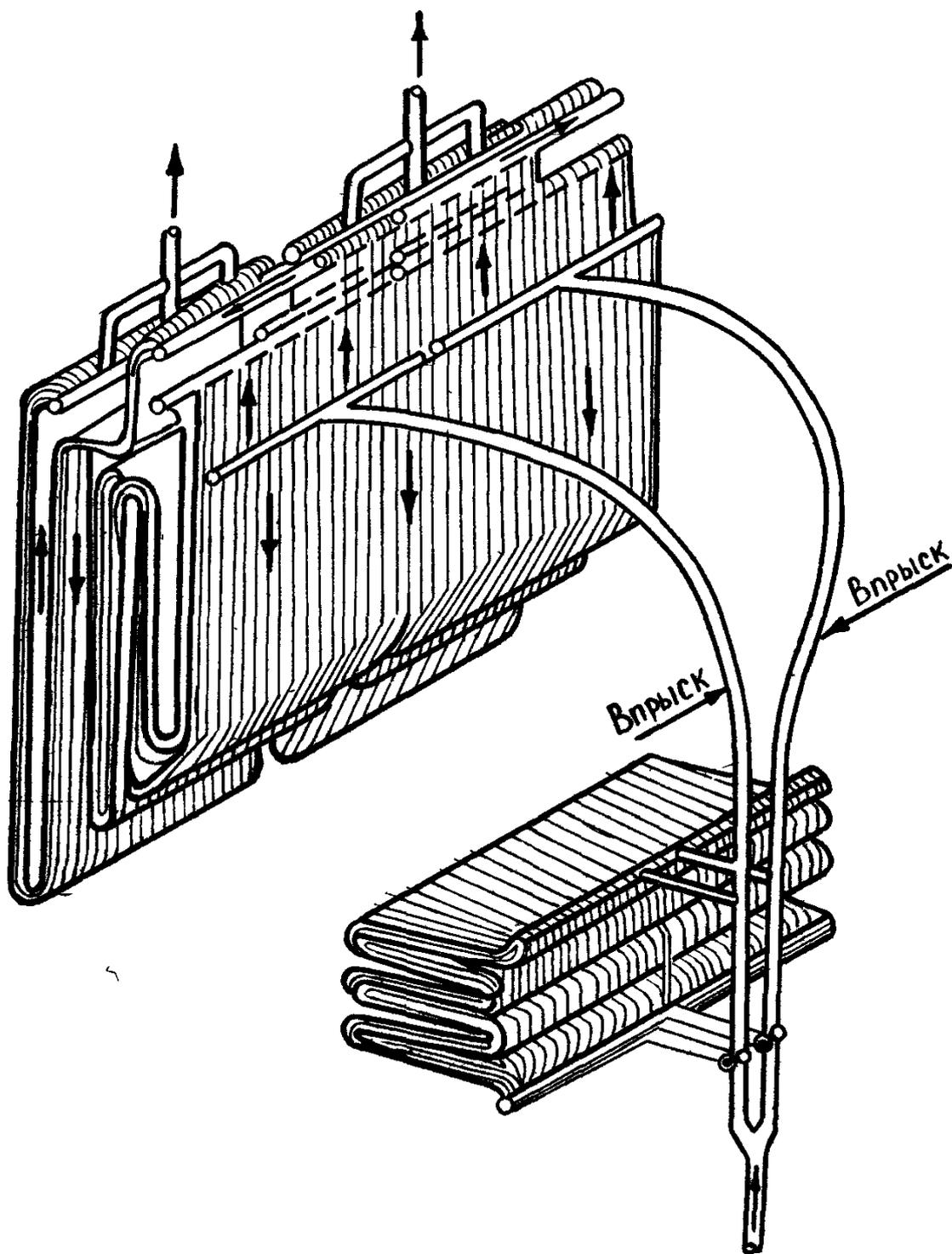


Рис 42 Вторичный пароперегреватель (компоновка)



пар поступает во входную промежуточную часть вторичного пароперегревателя затем в выходную горячую часть Между входной и выходной частями конвейерного вторичного пароперегревателя имеются две промежуточные камеры в которых осуществляется перемешивание и переброс пара в пределах каждой половины наклонного газохода котла

3 1 4 После выходной ступени вторичный пар с температурой 545 С и давлением 22 3 кг/см<sup>2</sup> направляется в паросборные камеры промперегрева откуда по 4 м горячим ниткам промперегрева направляется в цилиндр среднего давления турбины

### **3 2 РЕГУЛИРОВОЧНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ**

3 2 1 Пакеты дополнительной регулировочной поверхности разбиты на 4 группы Поверхность нагрева каждой группы представляет собой змеевики включенные между входными и выходными камерами Камеры дополнительной поверхности смонтированы снаружи вертикальных конвективных шахт горизонтально вдоль их стен на отметках 30 2 и 32 2 метра Змеевики регулировочной ступени счетверенные имеют три гиба у внутренней стены газохода граничащей с топкой и два у внешней стены вертикального газохода и расположены в потоке газов в шахматном порядке

3 2 2 Регулировочная ступень расположена в самом начале вертикального участка конвективного газохода в зоне температур перед нею 521 С Каждая из четырех групп занимает половину вертикального газохода две группы на стороне котла заполняют сечение вертикального газохода змеевиками труб от фронтальной до задней его стены Длительная жаропрочность стали 12ХМФ из которой изготовлены змеевики регулировочной ступени обеспечивается при температуре 550 С поэтому отсутствие охлаждения паром змеевиков не вызывает уменьшения их срока службы

3 2 3 Перед первыми по ходу газов трубами вдоль внутренних стен газохода устанавливается защита от золотого износа аналогичной конструкции с водяным экономайзером Крайние змеевики регулировочной ступени отглушены и служат фальш трубами защищающими крайние от стен змеевики от золотого износа

3 2 4 По способу передачи тепла регулировочная ступень является конвективной

Схема движения теплоносителей смешанная противоток в ступени и перекрестный ток в змеевиках

3 2 5 Змеевики регулировочной поверхности дистанционируются между собой по высоте и ширине газохода в двух сечениях у наружной и внутренней стен газохода дистанционирующими планками

Верхние гибы змеевиков у внутренней стены газохода с помощью приваренных к ним сухариков из стали 12МХ крепятся на

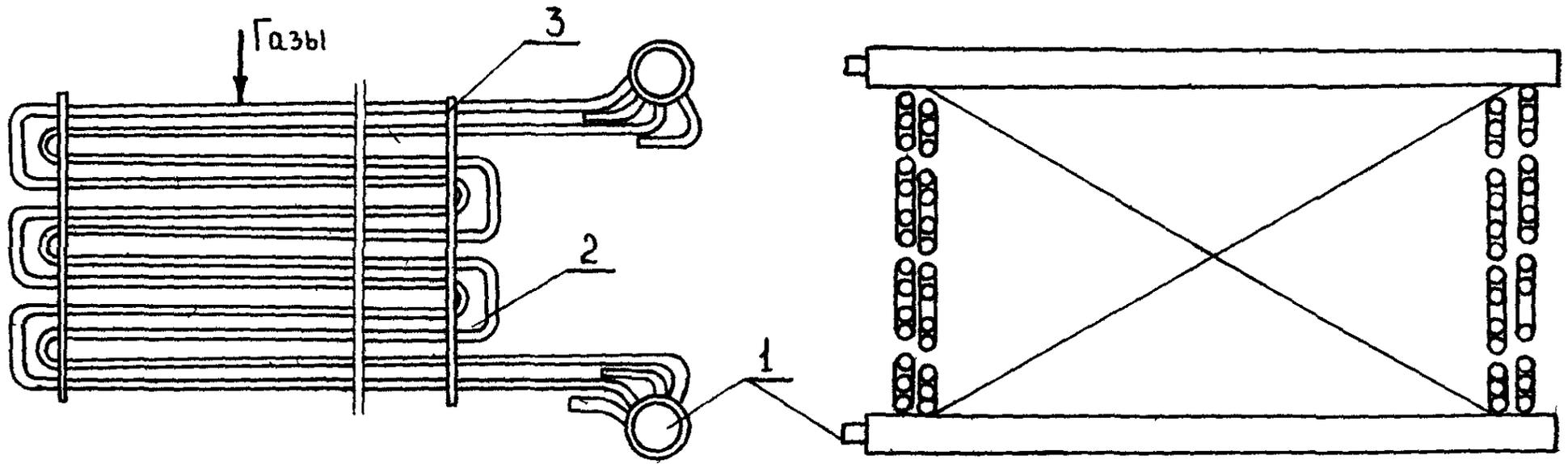


Рис 44 Блок регулировочной поверхности вторичного пароперегревателя (правый)  
1 — камера 2 — змеевик 3 — дистанционирующие планки

кронштейнах которые приварены к балкам каркаса расположенным под горизонтальным газоходом в обмуровке

326 Нижний входной коллектор каждого блока имеет две неподвижные опоры по торцам коллекторов в виде балок приваренных к боковым стойкам каркаса котла

Верхний выходной коллектор каждого блока имеет две жестких подвески по торцам коллекторов в виде тяг из прутьев охва

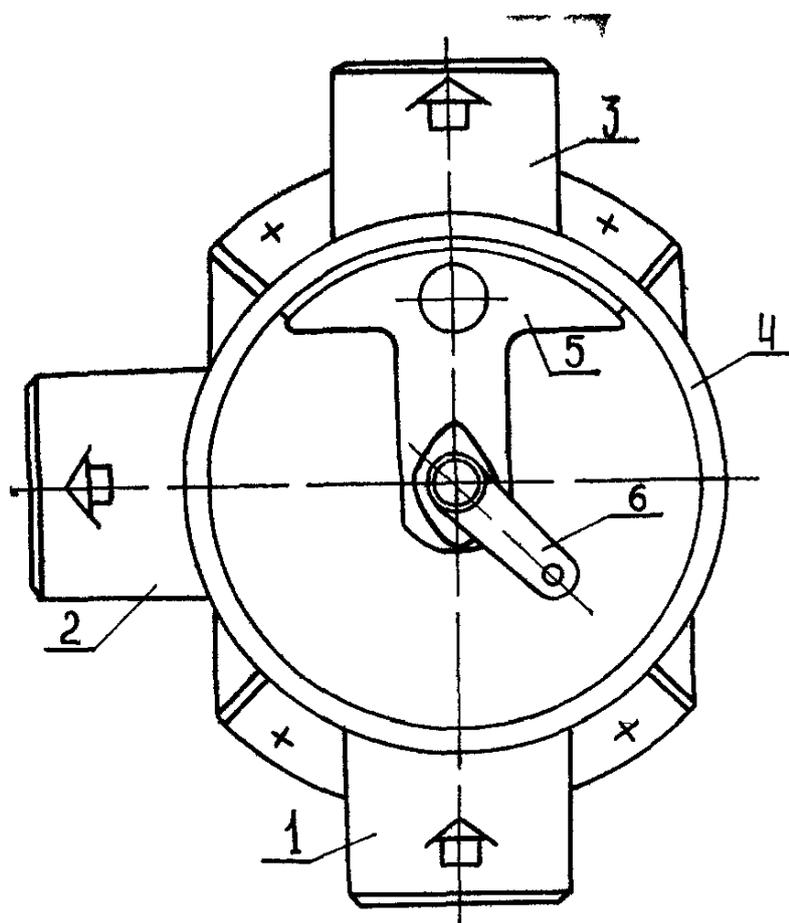


Рис 4а Кран регулирующий трехходовой  
1 — вход пара 2 — вход пара на ступень 3 —  
ход пара мимо ступени 4 — корпус 5 — за-  
порный орган 6 — привод

тывающих коллектор Тяги крепятся гайками к специальным горизонтально расположенным консольным балочкам приваренным к боковым стойкам каркаса котла

К трубопроводу в районе установки крана приварены косынки которые крепятся на сварке к перемычке между двумя консольными балками приваренными к боковым стойкам каркаса в районе крана На верхнюю балочку трубопровод пароперепускной трубы опирается с помощью приваренной к нему косынки

Материал подвесок и опор коллекторов в необогреваемой зоне — сталь 10 сталь 20

Материал опор пакетов регулировочной ступени — сталь 12ХМФ

## Характеристика регулировочной поверхности

Наименование	Ед. изм.	Количество
1 Количество групп	шт	4
2 Количество камер в группе		2
3 Диаметр камер	мм	377×15
4 Материал камер (входной/выходной)	сталь 20/сталь	12ХМФ
5 Количество змеевиков в группе	шт	116
6 Количество змеевиков в газоходе		232
7 Шаг труб при шахматном размещении — поперечный/продольный	мм	90/103
8 Число труб по ходу газов	шт	12
9 Диаметр труб	мм	38/35
10 Материал змеевиков	сталь	12ХМФ
11 Поверхность нагрева полная	м <sup>2</sup>	2750
12 Сечение для прохода газов		496
13 Скорость газов	м/сек	119
14 Скорость пара		161
15 Температура газов перед ступенью	С	521
16 Температура газов за ступенью	С	507
17 Температура пара на входе	С	345
18 Температура пара на выходе при полном расходе	С	386
19 Нагрев пара в регулировочной ступени	С	46

### 3.3 ПЕРВАЯ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ И ВТОРАЯ ГОРЯЧАЯ ЧАСТИ ВТОРИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ

3.3.1 После регулировочной ступени вторичный пар по четырем пароперепускным трубам диаметром 426×11 мм из стали 20 подводится к входным коллекторам холодной части вторичного пароперегревателя диаметром 377×15 мм, изготовленным из стали 20.

Входные коллекторы промежуточной части расположены в необогреваемой зоне над потолком котла и по протяженности по ширине газохода занимают половину газохода от центра к фронтальной и тыловой частям, то есть на всей ширине газохода располагается по два входных коллектора на каждой стороне котла. Перепускные трубы вварены во входные коллекторы посередине.

3.3.2 Промежуточная часть вторичного пароперегревателя состоит из 8 блоков: 4 крайних и 4 средних. Блоки представляют собой 58 строенных змеевиков, включенных во входные и промежуточные коллекторы вторичного пароперегревателя.

По крайним блокам пар поступает в промежуточные коллекторы, по которому перебрасывается к центру газохода; по средним блокам пар поступает в промежуточные коллекторы, по которому перебрасывается от центра на край газохода.

3.3.3 К промежуточному коллектору в средней части газохода подключены 58 строенных змеевиков средних блоков горячей части, по которым пар поступает в выходной коллектор.

К промежуточному коллектору в крайней части газохода подключены 58 строенных змеевиков крайних блоков горячей части.

по которым пар поступает в выходной ее коллектор таким образом II часть пароперегревателя среднего давления также состоит из 8 блоков 4 крайних и 4 средних

Блоки второй части представляют собой змеевики подключенные к промежуточным и выходным коллекторам

3 3 4 Промежуточные и выходные коллекторы расположены в необогреваемой зоне над потолком котла Входные выходные и промежуточные коллекторы располагаются на одном уровне на отметке 36 6 м вторые промежуточные — на отметке 37 2 м

**Характеристика первой промежуточной части вторичного пароперегревателя**

Наименование	Ед. изм.	Количество
1 Количество блоков	шт	8
2 Количество входных камер	шт	4
3 Диаметр входных камер	мм	377×15
4 Материал входных камер в блоке		сталь 20
5 Количество змеевиков в блоке/по стороне котла	шт	58/232
6 Число труб по ходу газов	шт	18
7 Диаметр труб змеевиков	мм	38×3 5
8 Материал труб змеевиков		сталь 12ХМФ
9 Поперечный/продольный (усредненный) шаг труб	мм	80/62
10 Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	3440
11 Сечение для прохода газов	м <sup>2</sup>	74
12 Скорость газов	м/сек	9 9
13 Температура газов перед ступенью	С	827
14 Температура газов за ступенью	С	643
15 Температура пара на входе	С	386
16 Температура пара на выходе	С	508
17 Скорость пара в ступени	м/сек	20 6
18 Количество промежуточных коллекторов на стороне/всего	шт	4/8
19 Диаметр промежуточных коллекторов	мм	325/18
20 Материал промежуточных коллекторов		сталь 12ХМФ

3 3 5 Нагрев пара в промежуточной ступени может достигать 53 С при подключенной регулирующей ступени и 144 С при отключенной регулирующей ступени при нагрузке 70 % от номинальной

Змеевики промежуточной ступени имеют 4 гига в нижней части и три в верхней и занимают всю ширину наклонного газохода между горячими пакетами вторичного и холодными пакетами первичного пароперегревателя

3 3 6 По способу передачи тепла промежуточная часть пароперегревателя среднего давления является конвективной

Схема движения теплоносителя смешанная в ступени осуществляется противоток от входа с прямотоком по выходу пара в змеевиках — перекрестный ток

3 3 7 Змеевики промежуточной части вторичного пароперегревателя между собой в пакетах дистанционируются с помощью гре

бенок из стали X23H13 на гibaх по вертикали и в пяти сечениях по горизонтали. Пакеты между собою по всей ширине газохода дистанционируются с помощью гребенок из той же стали в двух сечениях — в верхней и нижней частях газохода. Гребенки крепятся на трубах на холодной посадке и в местах стыковки перекрывают друг друга. Каждый пакет на верхнем гibe подвешен

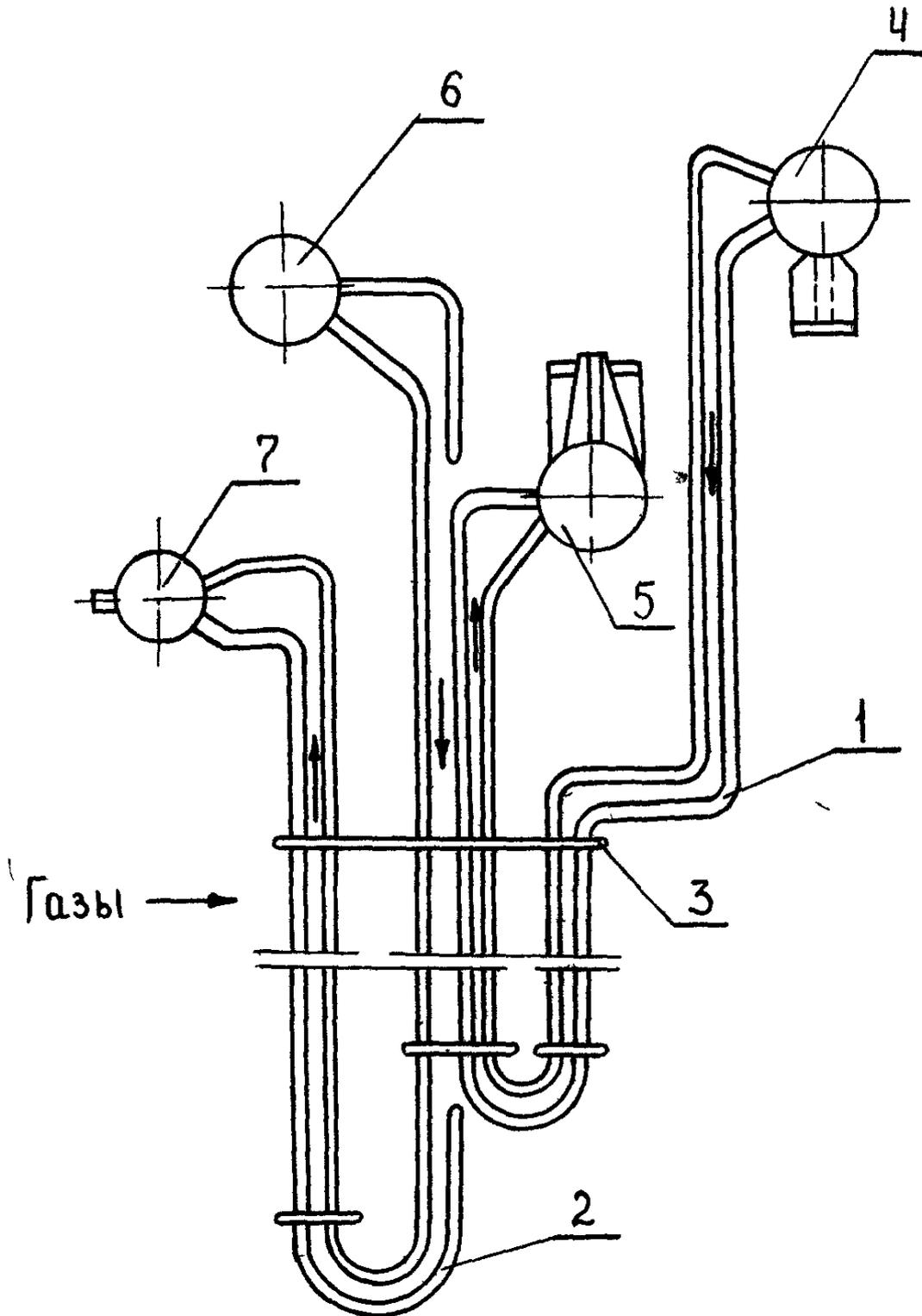


Рис 46 Промежуточная ступень вторичного пароперегревателя  
 1 — дистанционирующие гребенки 2 — коллектор выходной 3 — коллектор входной

вместе с потолочными трубами с помощью специальных хомутов с промежуточными связями из жаропрочной стали приваренных к промежуточной специальной балочке расположенной над потолочным перекрытием К балочкам привариваются тяги из прутковой стали 12ХМФ которые жестко крепятся к специальным связям приваренным между промежуточными коллекторами Эти связи дистанционируют промежуточные коллекторы I части вторичного пароперегревателя между собой по высоте так как они расположены один над другим Нижний промежуточный коллектор подвешен с помощью хомутов из прутковой стали 12ХМФ к промежуточной связи От промежуточной связи с помощью прутковой тяги из стали 20 оба коллектора подвешиваются к верхним балкам каркаса котла

3 4 1 Змеевики горячей части пароперегревателя среднего давления имеют в нижней части один гиб в верхней — 2 гiba с горизонтальным участком и занимают всю ширину наклонного газохода между выходной частью пароперегревателя высокого давления и промежуточной частью пароперегревателя среднего давления

3 4 2 По способу передачи тепла выходная часть промежуточного пароперегревателя является конвективной

Схема движения теплоносителей противоток в ступени перекрестный ток в змеевиках

3 4 3 Змеевики между собой в пакетах дистанционируются с помощью гребенок из стали Х23Н13 по вертикали на гibaх в нижней части и по горизонтали совместно со змеевиками горячей части первичного пароперегревателя в двух сечениях в верхней и нижней частях газохода Пакеты между собой по ширине газохода дистанционируются с помощью гребенок из той же стали в верхней и нижней частях газохода Гребенки устанавливаются на трубы на холодной посадке и в местах стыковки перекрывают

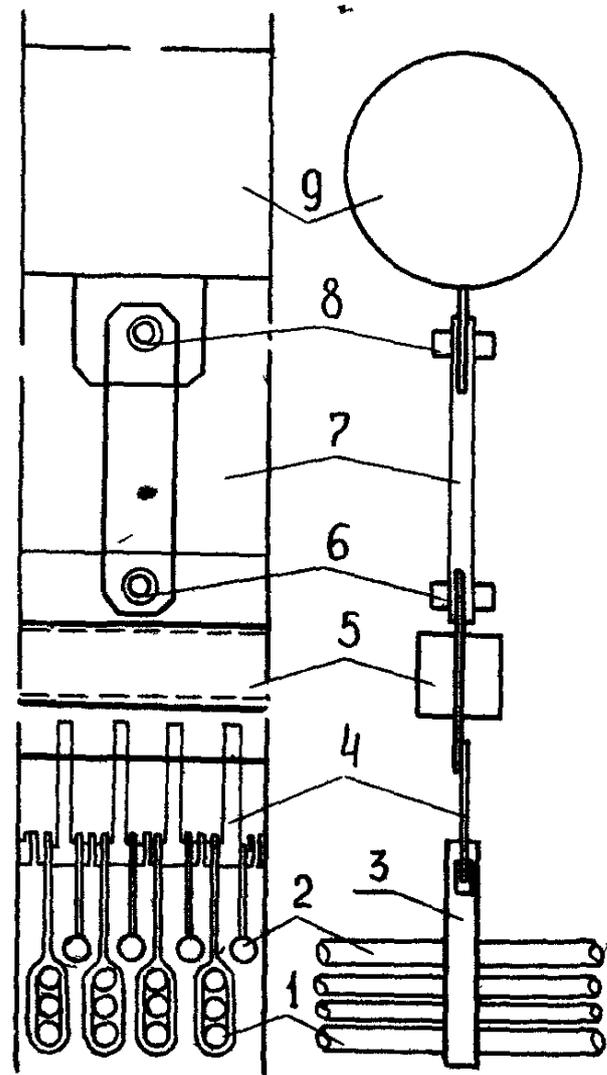


Рис 47 Подвеска змеевиков вторичного пароперегревателя и потолочных труб котла ТП 100

- 1 — змеевики промежуточной части вторичного пароперегревателя
- 2 — змеевики потолочного пароперегревателя
- 3 — хомут
- 4 — полоса (пелтушок)
- 5 — балка
- 6 — ось
- 7 — полоса
- 8 — ось
- 9 — коллектор

### 34 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ ВТОРИЧНОГО ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ

Наименование	Ед изм	Количество
1 Количество блоков	штук	8
2 Количество выходных камер в потоке/на стороне/всего	штук	1/2/4
3 Диаметр выходных камер	мм	426×20
4 Материал выходных камер		сталь 12ХМФ
5 Количество змеевиков в блоке/потоке/на стороне	штук	58/116/232
6 Число труб по ходу газов	штук	6
7 Диаметр труб змеевиков	мм	38×35
8 Материал труб змеевиков (комбинированных)		сталь 12Х1МФ сталь 1Х18Н12Т
9 Поперечный/продольный (усредненный) шаг трубы	мм	80/74
10 Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	1720
11 Сечение для прохода газов	м <sup>2</sup>	107
12 Скорость газов	м/сек	7,5
13 Скорость пара	м/сек	24,8
14 Температура пара на входе	С	483
15 Температура пара на выходе	С	545
16 Температура газов перед ступенью	С	905
17 Температура газов за ступенью	С	827

#### Сводная таблица температур пара первичного и вторичного пароперегревателей

Наименование параметра	Ед изм	Топливо АШ		Топливо газ	
		100%	70%	100%	70%
I Температура пара по тракту первичного пароперегревателя	С				
на входе в ПОПП		343		343	
на входе в I ступень КПП		346		346	
на входе в настенный РПП		355		355	
на входе во II ступень КПП		368		368	
перед входными ширмами		388	389	387	391
перед выходными ширмами		413	421	452	470
перед третьей ступенью КПП		473	485	475	474
перед четвертой ступенью КПП		508	513	511	514
за четвертой ступенью КПП		545	545	545	545
II Температура пара по тракту вторичного пароперегревателя	С				
перед вторичным ПП		345	311	345	311
после регулировочной ступени		345	364	386	368
после промежуточной части промпарегревателя		473	483	483	477
после выходной (горячей) части		545	545	545	545

друг друга материал греенок (гаропрочная сталь) имеет меньший коэффициент расширения чем сталь змеевиков поэтому при прогреве они самоуплотняются на трубах Кроме того гребенки в холодном состоянии удерживаются на трубах без приварки к ним так как каждая гребенка охватывает более десятка труб и в результате неизбежных незначительных перекосов удерживается за счет холодной посадки на трубах

*Составители: Ог. Григорьевич Коршинский, Антонина Федоровна Баггинос*

**Техническая характеристика и устройство котлоагрегата  
ТП 100 КТ 101 (часть вторая)**

Ответственный за выпуск: О. Г. Корпинцов

Редактор Л. М. Жерихова  
Технический редактор Т. Г. Гондаль  
Корректор Л. Н. Прихода

И. К. Сдано в набор 10.04.85. Подписано в печать 17.04.86. Формат 60×84<sup>1/6</sup>.  
Бумага типограф. № 1. Литературная гарнитура. Высокая печать. Условн.  
лист 30. Услов. кр. отт. 30. Уч. изд. л. 28. Тираж 200 экз. Изд. № 804.  
Заказ № 613. Бесплатно.

Одиполиграфиздат 310022 Харьков. Го. пром. С. подъезд 6 этаж.  
Харьковская городская типография № 16 310003 Харьков, ул. Университет,  
с/ч 16.