

**КУРС R00: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РЦ»**

**МОДУЛЬ 2: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РО»**

**ТЕМА 1: «ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РУ»**

**ЗАНЯТИЕ 7: «СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ  
(JEF/JEG)»**

# ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

- Описать конструкцию и принцип действия КД.
- Описать конструкцию и принцип действия барботера.
- Описать порядок расклинивания-заклинивания ИПУ КД.
- Описать условия и порядок осмотра оборудования первого контура под наливом ЖЕФ.
- Описать условия и порядок гидроиспытаний первого контура ЖЕФ.
- Описать конструкцию и принцип действия ИПУ КД.
- Виды технического обслуживания ИПУ КД.

# НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ЈЕФ

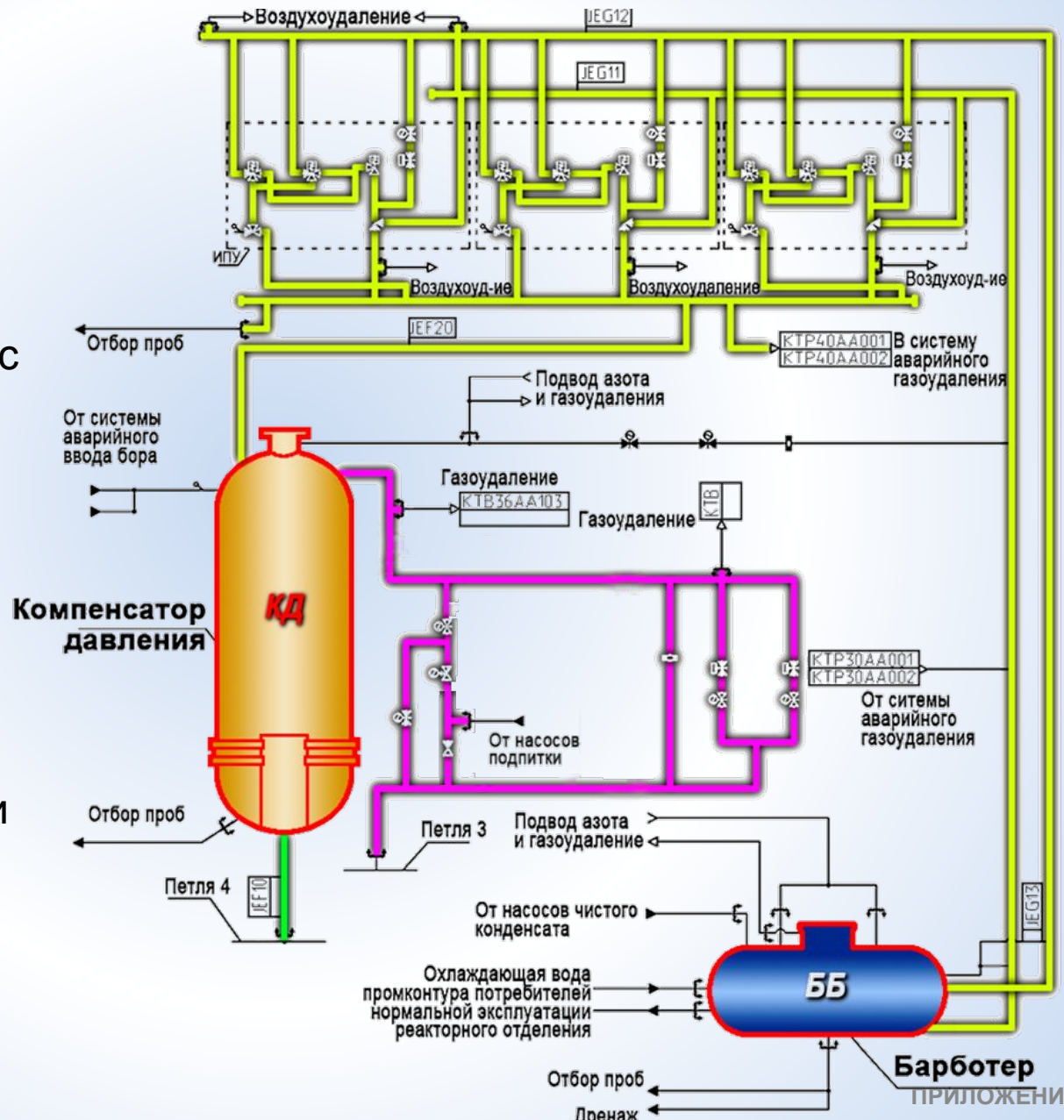
## **Система компенсации давления предназначена:**

- для ограничения отклонения давления в первом контуре при работе на мощности и в переходных режимах;
- для защиты оборудования и трубопроводов первого контура от превышения давления выше допустимого;
- для создания давления в первом контуре при разогреве;
- для снижения давления в первом контуре при расхолаживании реакторной установки.

# СОСТАВ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ

В состав системы компенсации давления входят:

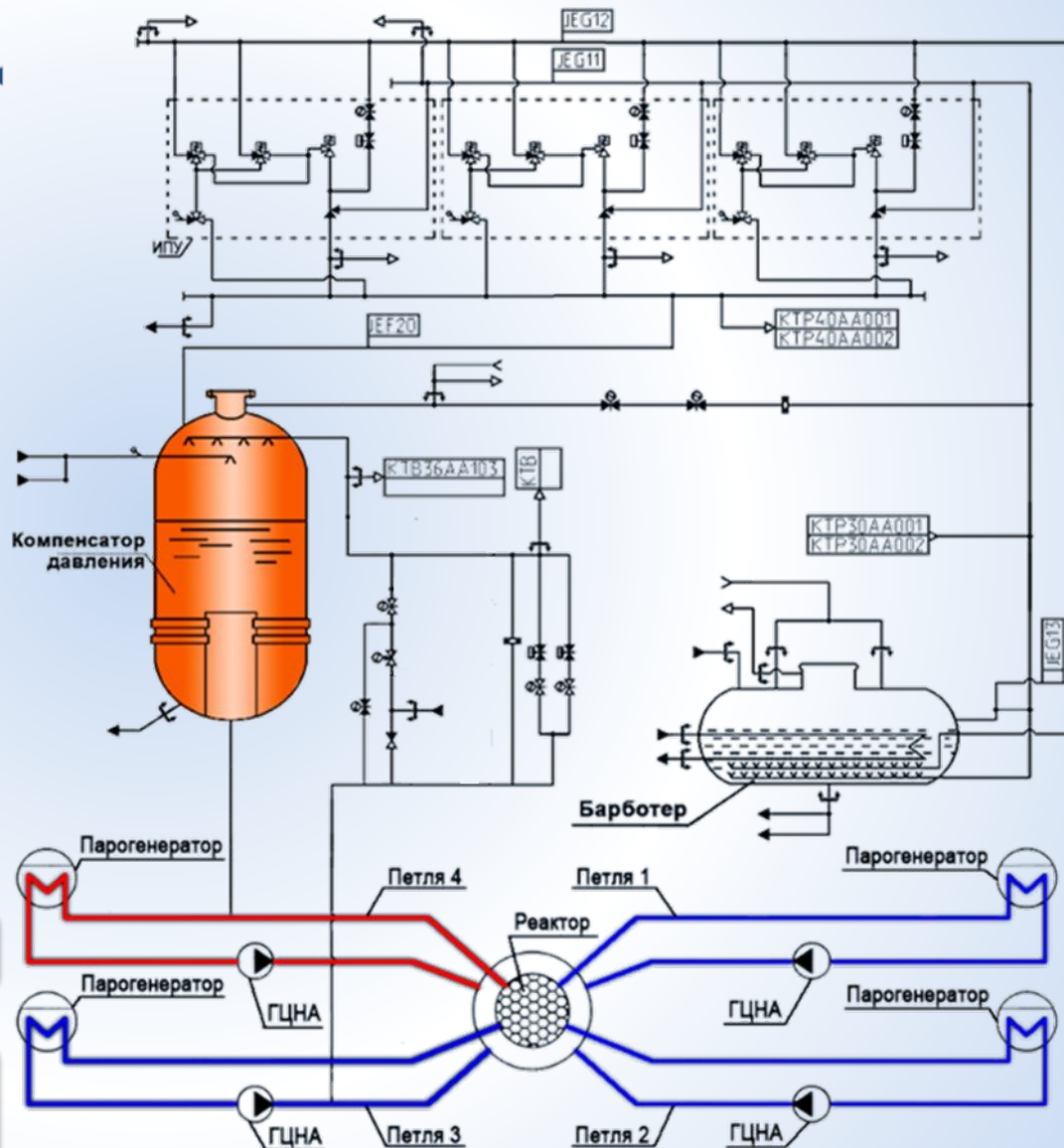
1. Компенсатор давления с комплектом электронагревателей и элементами крепления;
2. Трубопроводы:
  - соединительный трубопровод;
  - трубопровод впрыска;
  - трубопровод сброса;
3. Барботер с элементами крепления.



# КОМПЕНСАТОР ДАВЛЕНИЯ В СБОРЕ

Компенсатор давления предназначен:

- для создания и поддержания давления в первом контуре реакторной установки на этапе разогрева оборудования перед пуском блока;
- поддержания давления в заданных пределах при стационарных режимах;
- для ограничения отклонений давления в переходных и аварийных режимах реакторной установки за счет подогрева и испарения теплоносителя при работе встроенных трубчатых электронагревателей или конденсации пара над уровнем теплоносителя при впрыске теплоносителя в пароводяной объем компенсатора давления.



## Технические характеристики

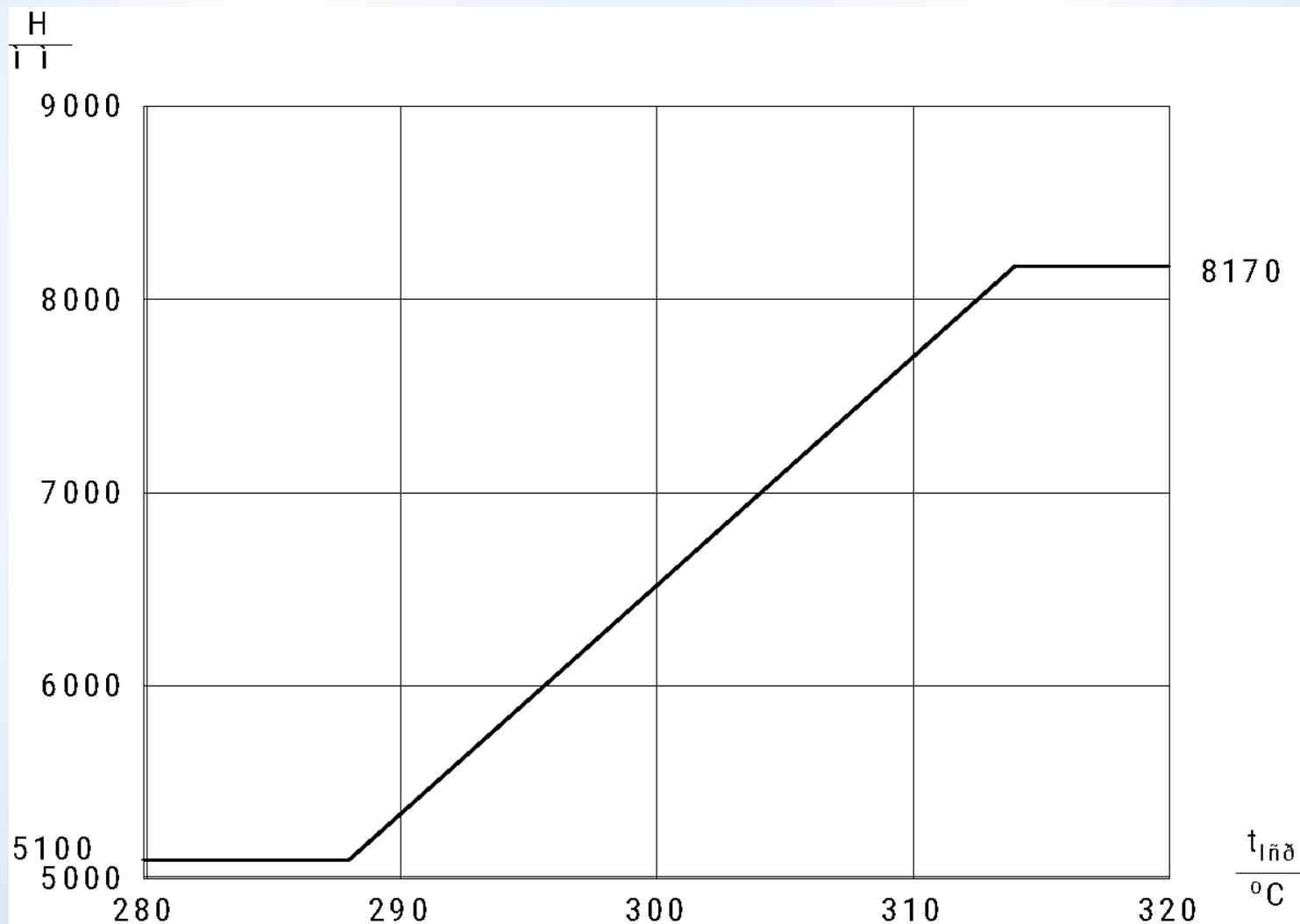
ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (Н) В КД ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПЕРВОГО КОНТУРА

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование	Значение
Давление номинальное стационарного режима (абсолютное), МПа	16,1±0,3
Давление расчетное, МПа	17,64
Температура теплоносителя в КД при номинальном стационарном режиме, °С	347,9
Температура расчетная, °С	350
Уровень теплоносителя в номинальном режиме, мм	8170±150
Параметры блока ТЭН: - напряжение тока, В - вид тока, - частота, Гц - мощность одного блока ТЭН, кВт - мощность общая блоков ТЭН, кВт Средний срок службы блока ТЭН, лет	380 переменный 50 90,0±6,8 2520 10
Полный объем КД, м <sup>3</sup>	79
Объем теплоносителя при номинальном стационарном режиме, м <sup>3</sup>	55
Объем теплоносителя при нулевой мощности РУ (соответствующий уровню теплоносителя в КД 5,1 м), м <sup>3</sup>	38,7
Давление гидравлических испытаний, МПа	24,5±0,39
Температура металла КД при гидравлических испытаниях, °С, не менее	85



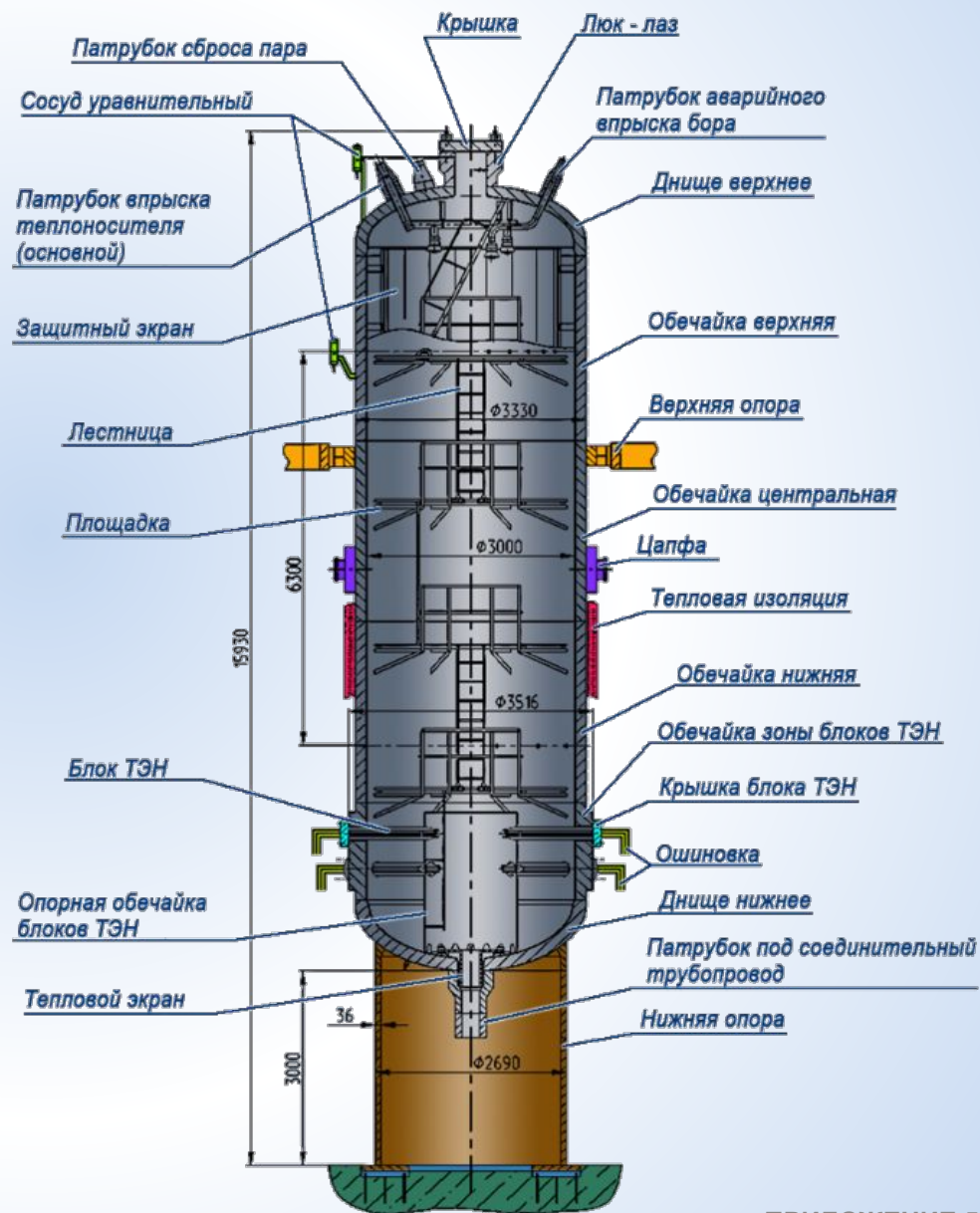
# ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (Н) В КД ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПЕРВОГО КОНТУРА (Т1СР)



# СОСТАВ КД

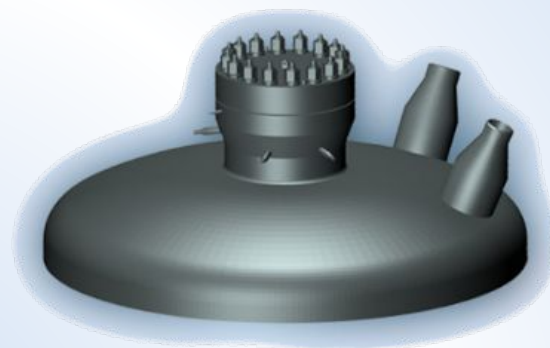
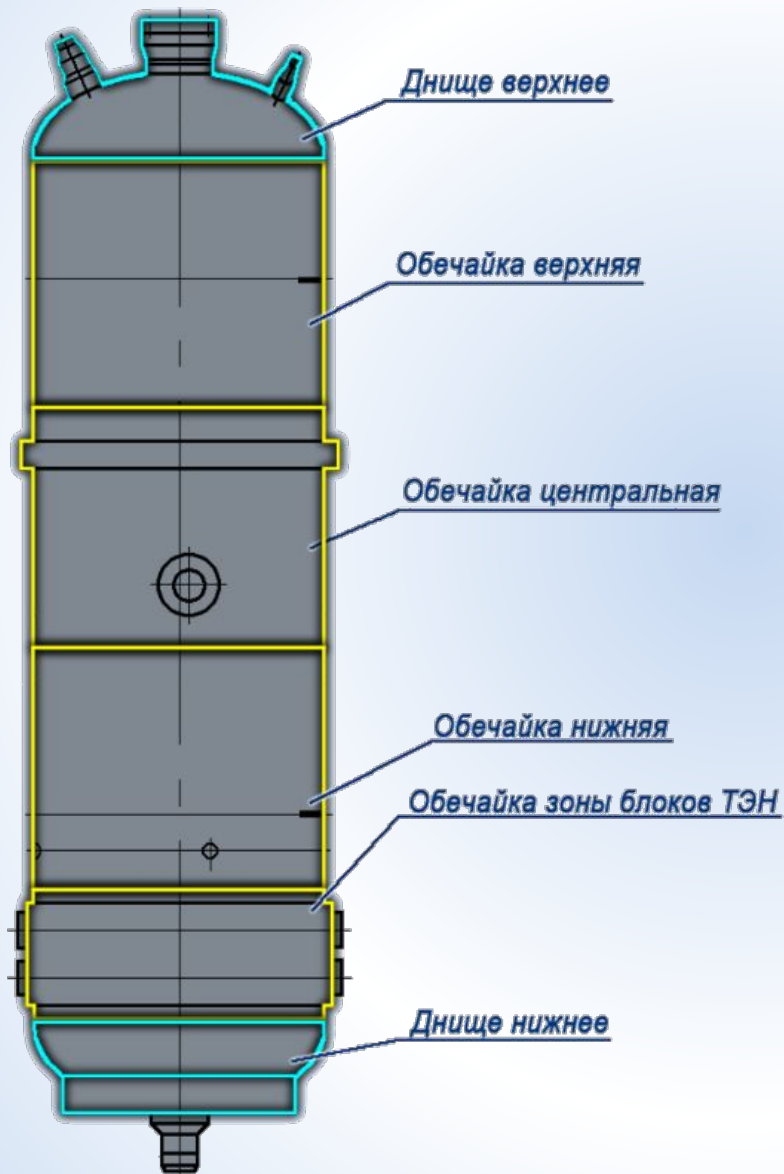
В состав компенсатора давления в сборе входят:

- компенсатор давления с уравнительными сосудами и ВКУ;
- блоки ТЭН;
- элементы крепления с деталями закладными;
- ошиновка;
- тепловая изоляция.





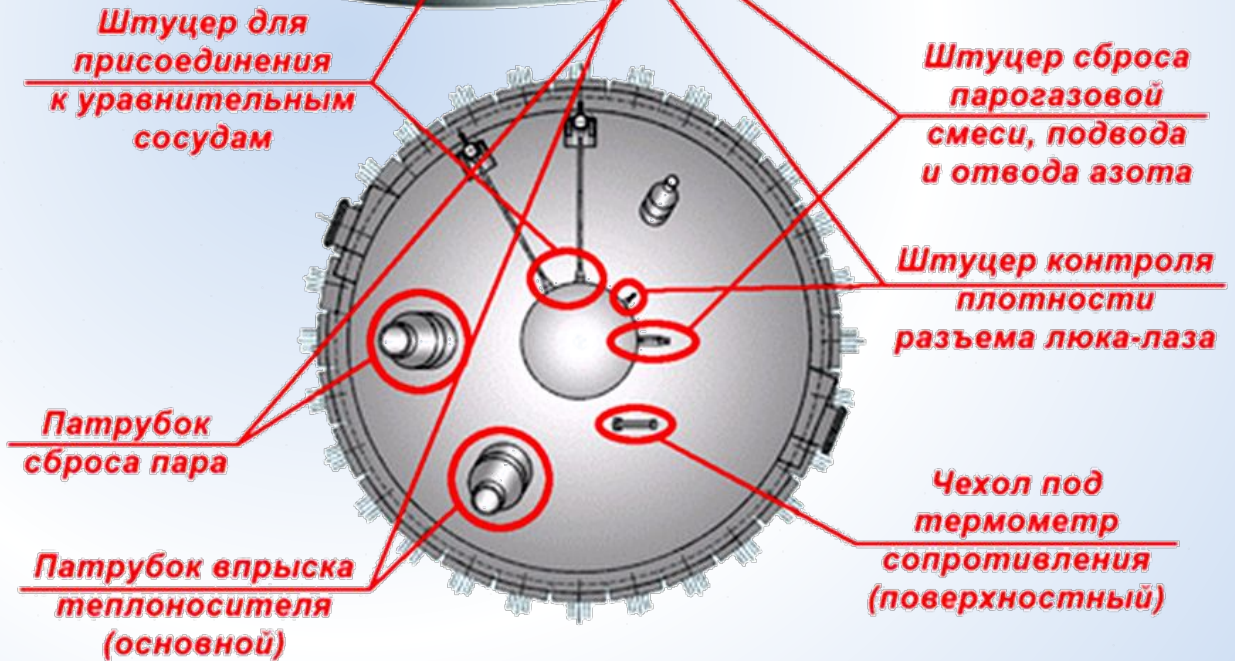
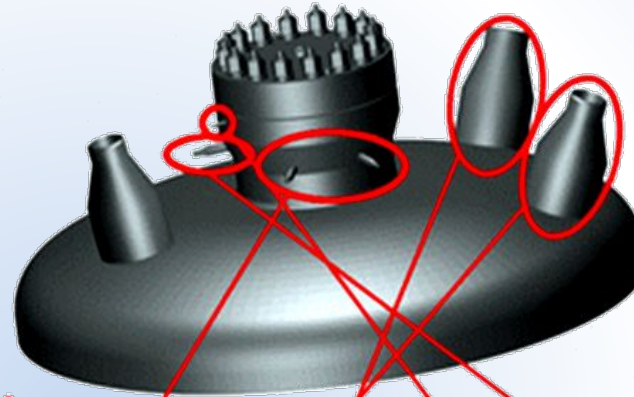
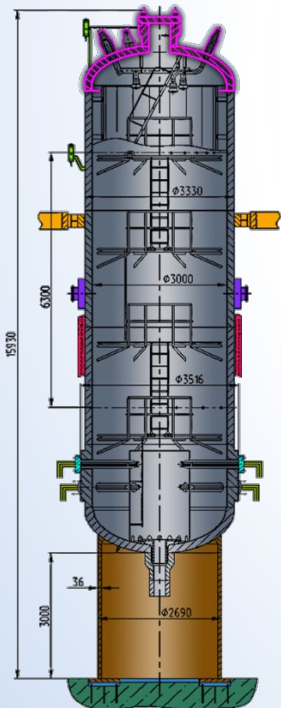
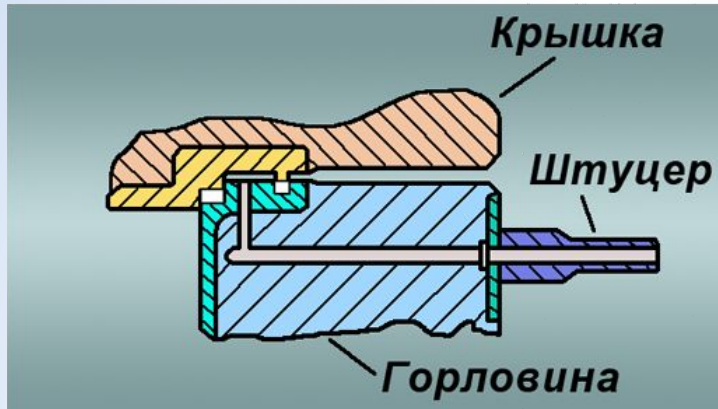
# КОРПУС КД



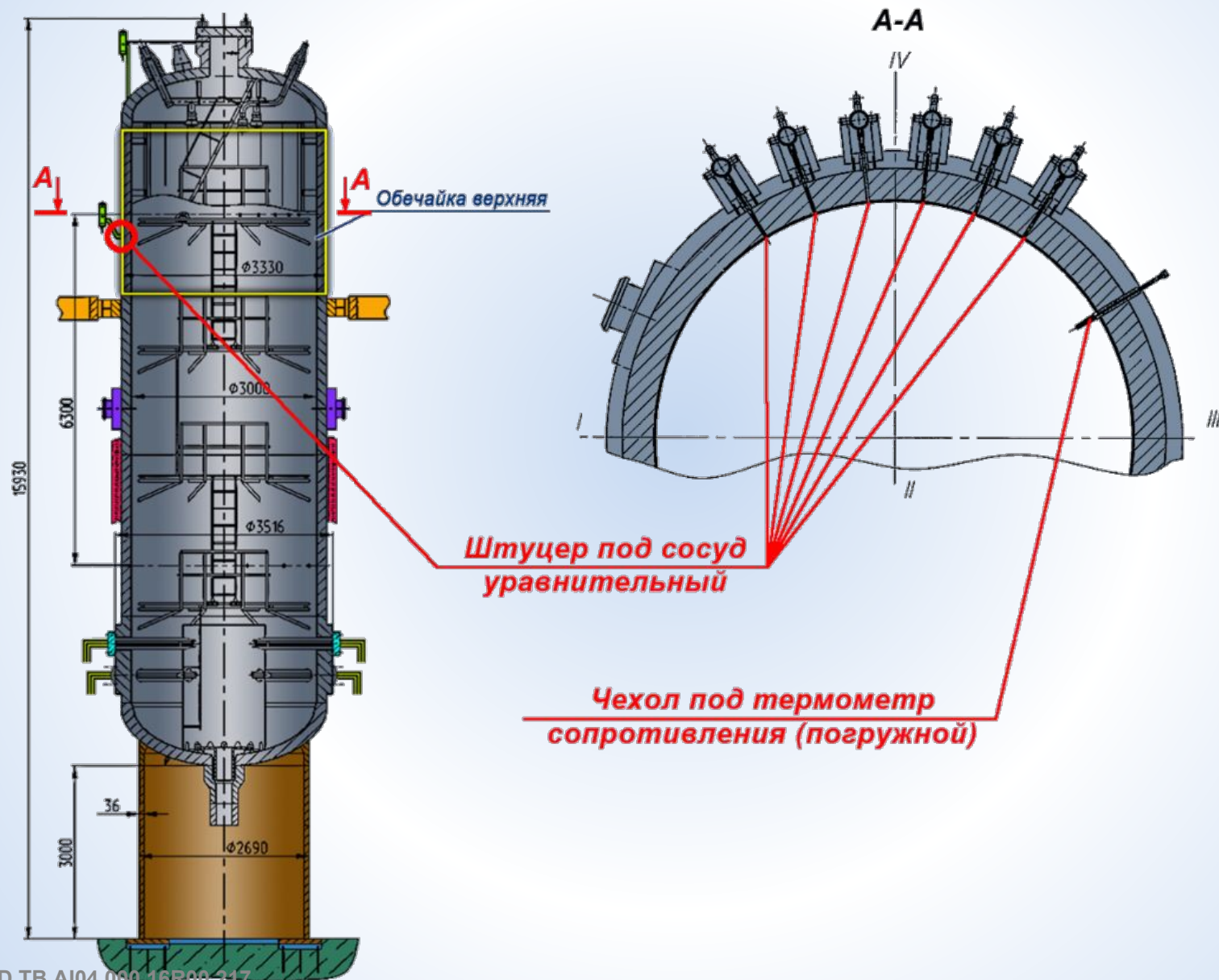
Корпус компенсатора давления представляет собой сварную конструкцию, состоящую из четырех цилиндрических кованых обечайек и двух штампованных эллиптических днищ.



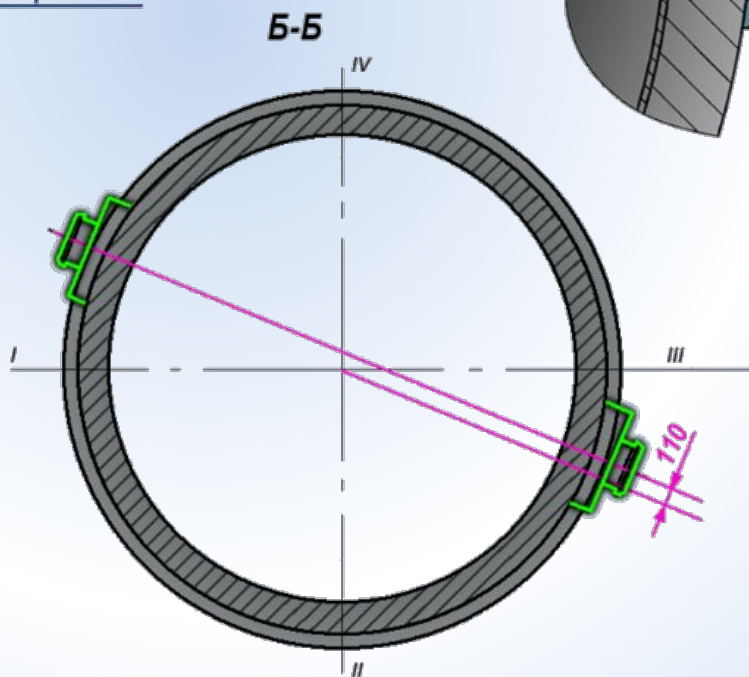
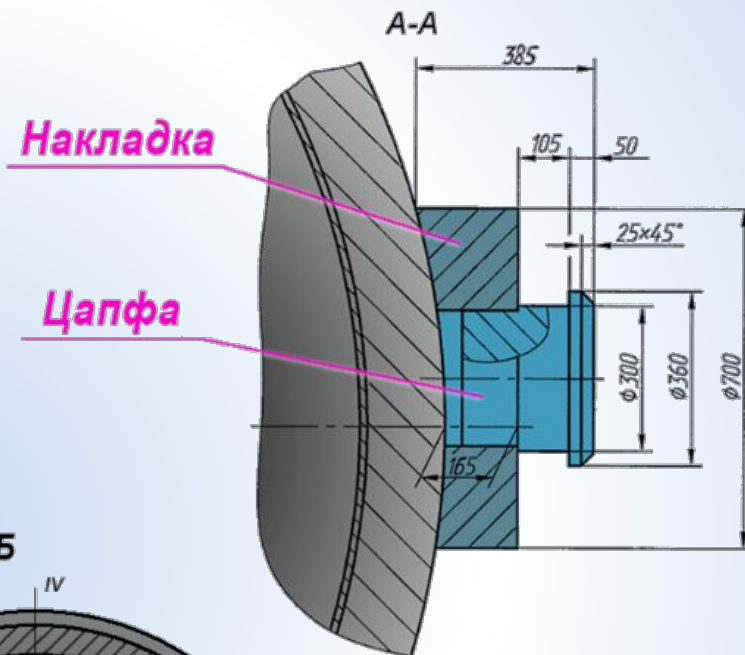
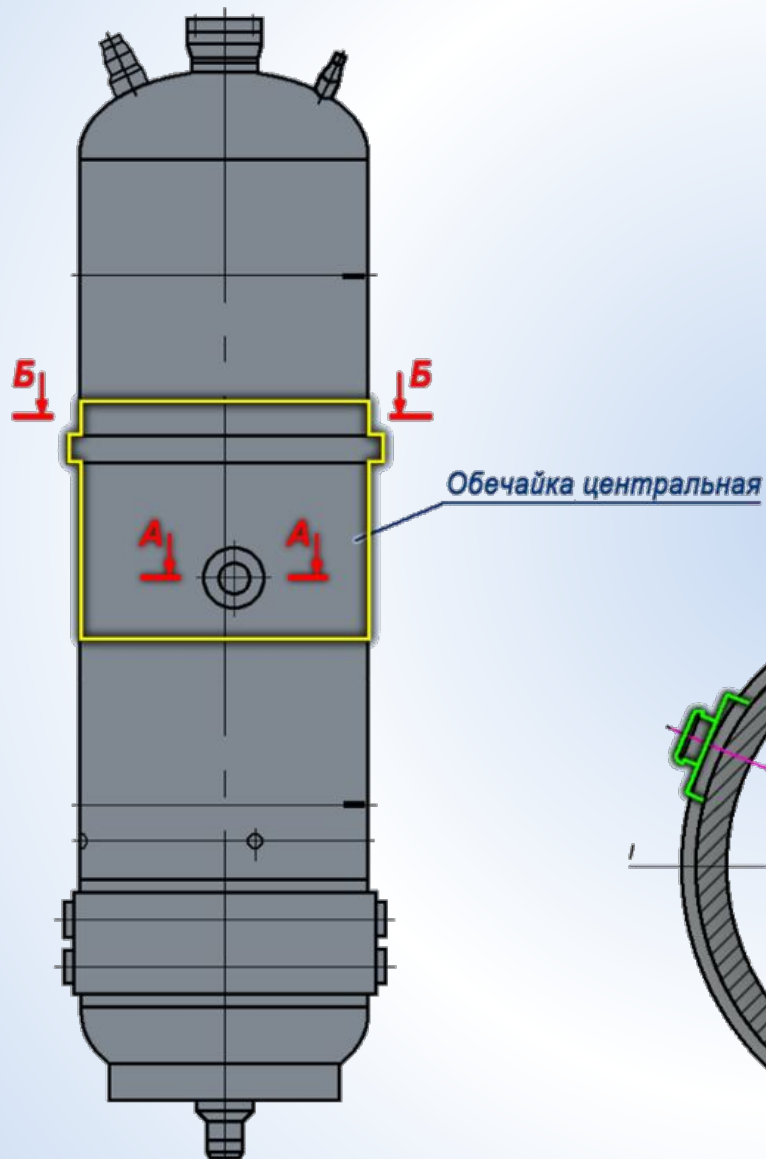
# ВЕРХНЕЕ ДНИЩЕ



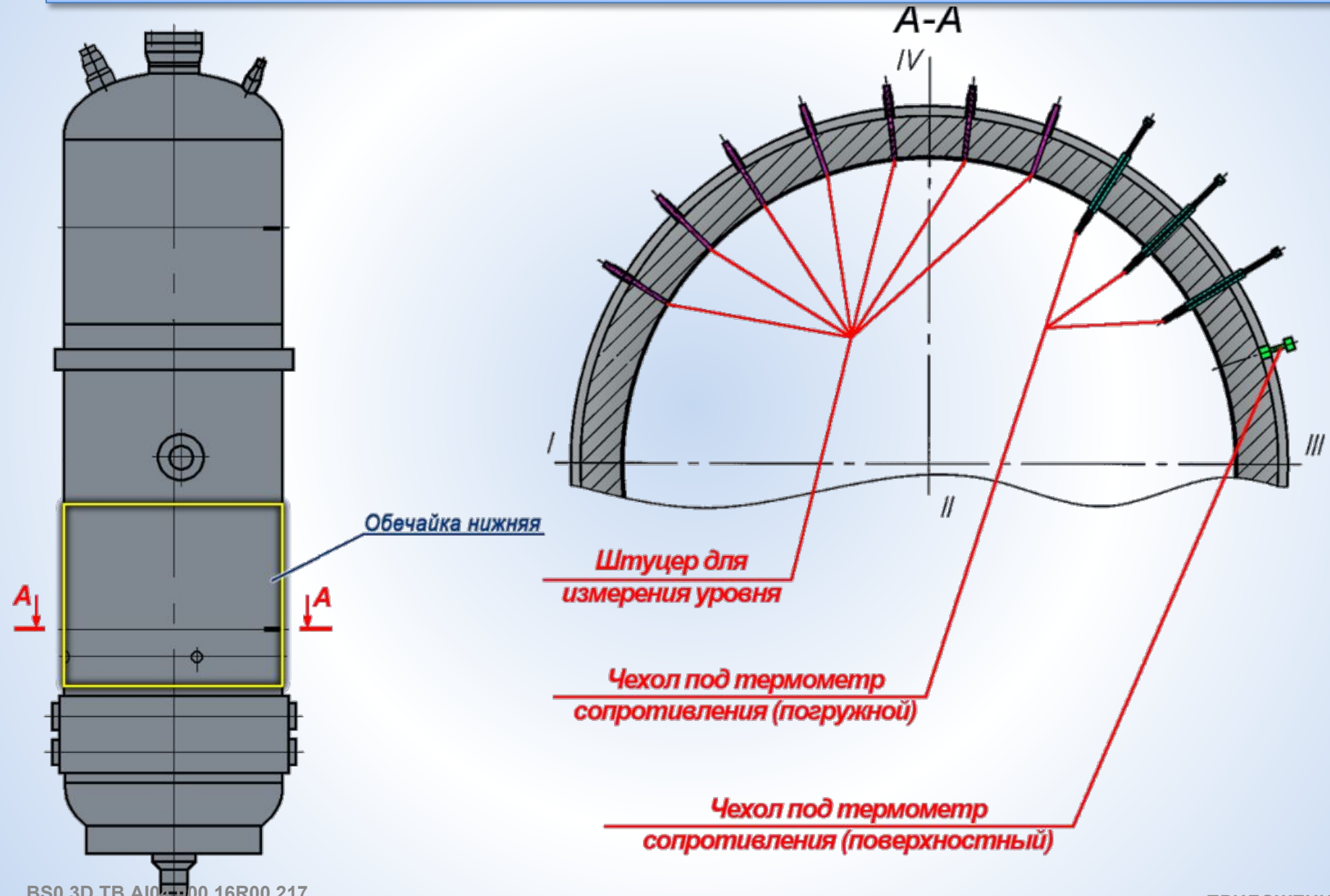
# ОБЕЧАЙКА ВЕРХНЯЯ



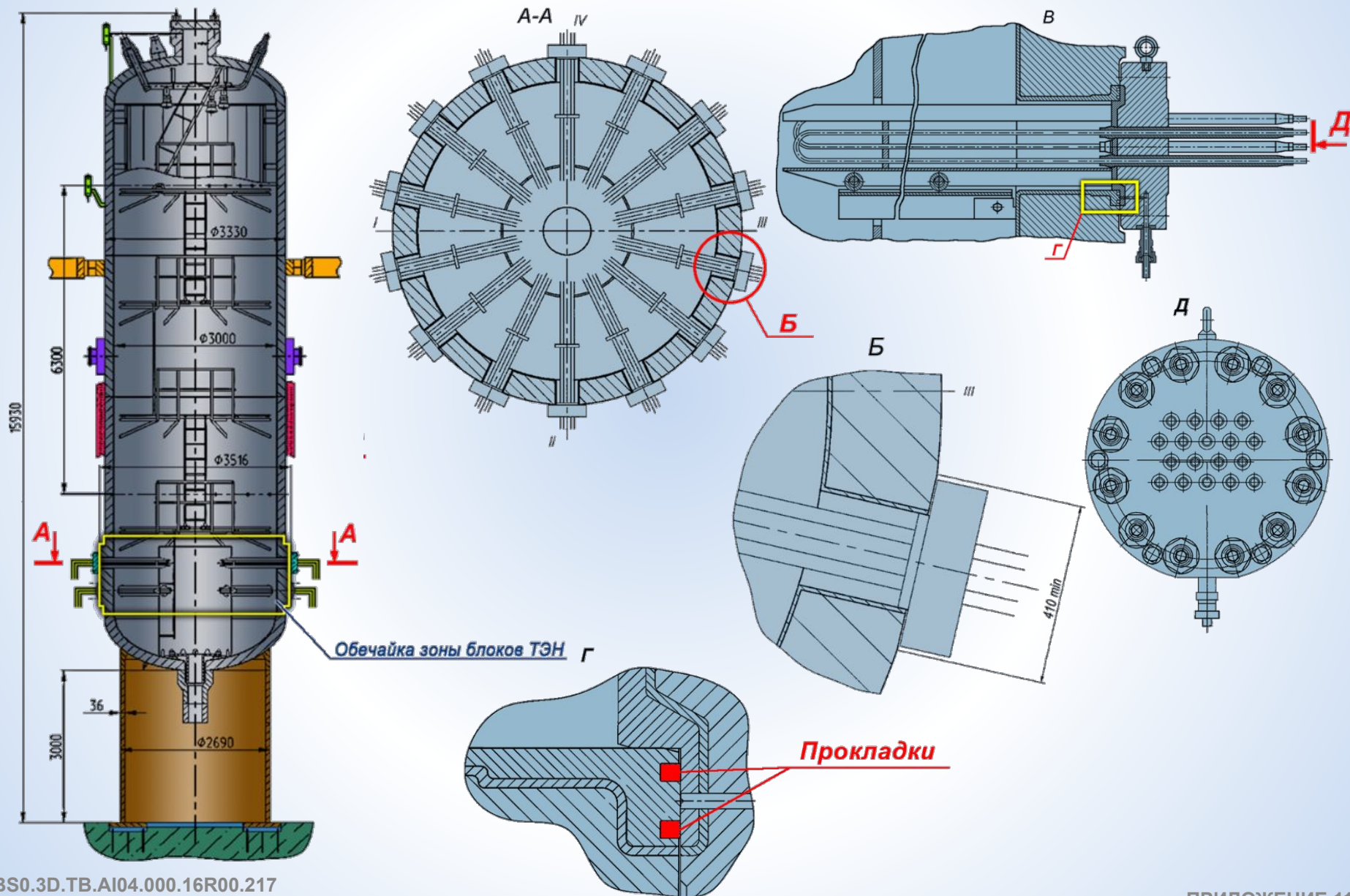
# ОБЕЧАЙКА ЦЕНТРАЛЬНАЯ



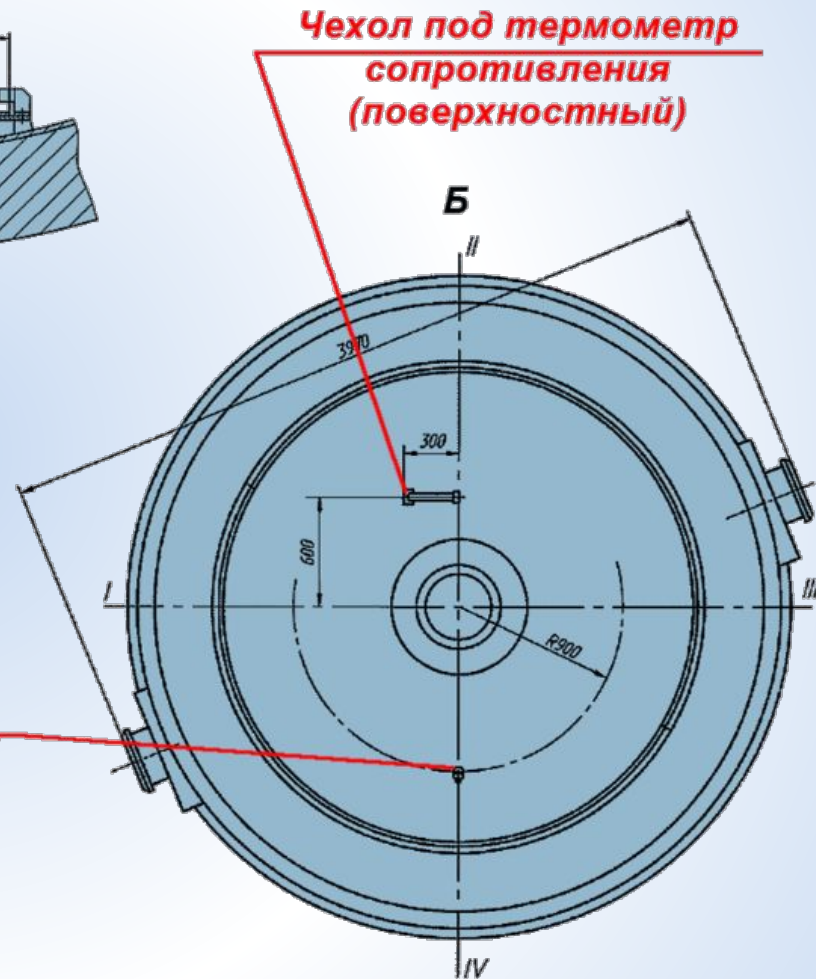
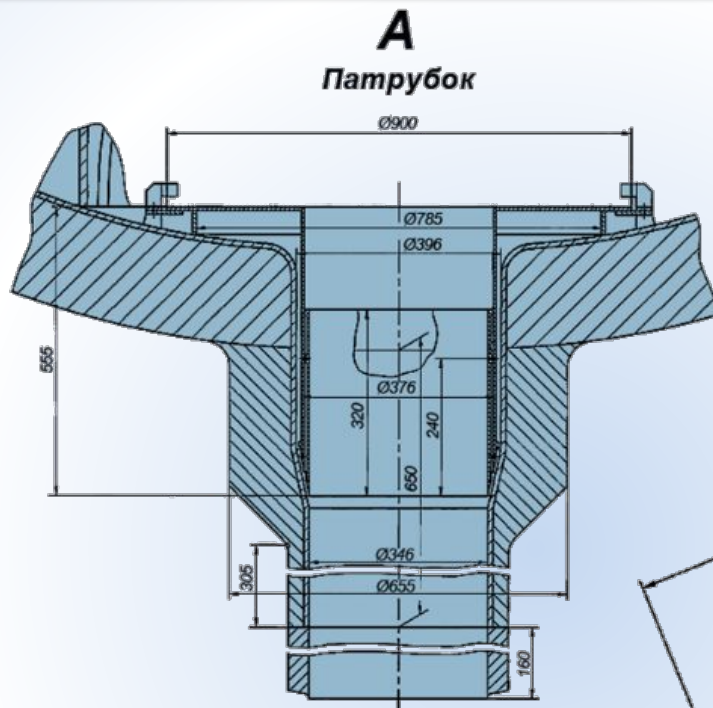
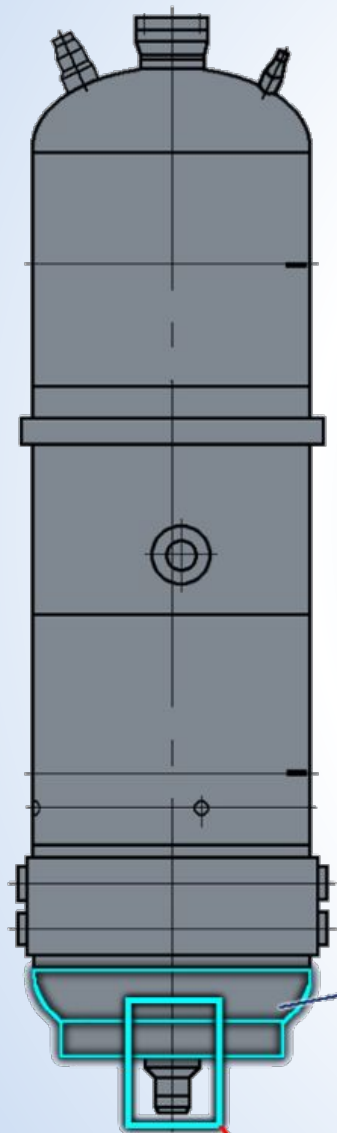
# ОБЕЧАЙКА НИЖНЯЯ



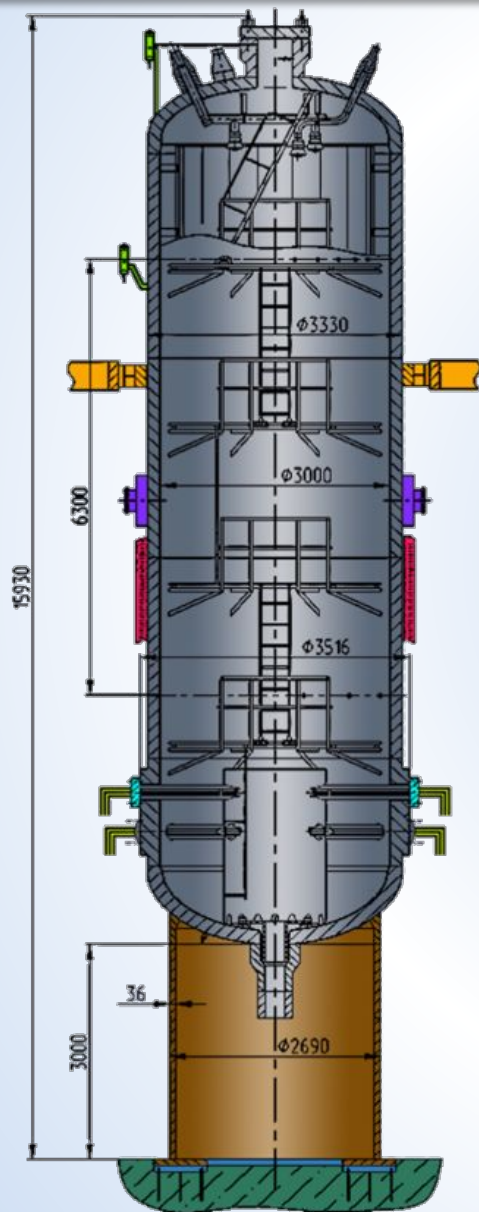
# ОБЕЧАЙКА ЗОНЫ БЛОКОВ ТЭН



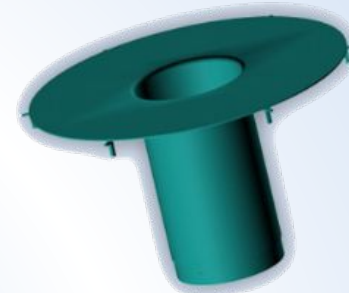
# НИЖНЕЕ ДНИЩЕ



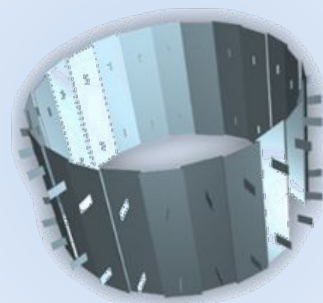
# ВНУТРИКОРПУСНЫЕ УСТРОЙСТВА КД



*Разбрызгивающее устройство*



*Тепловой экран*



*Защитный экран*



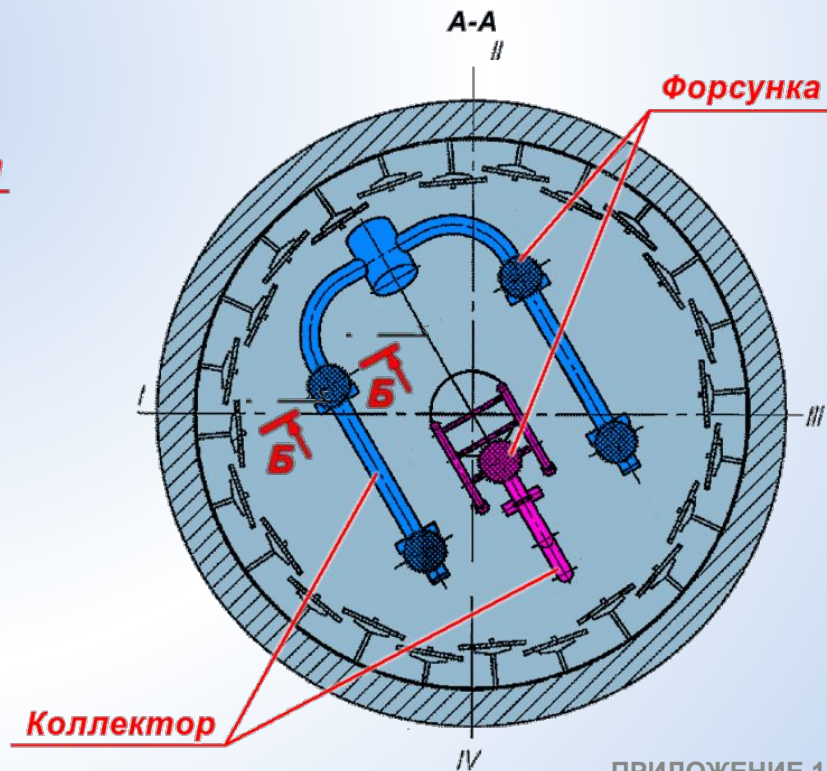
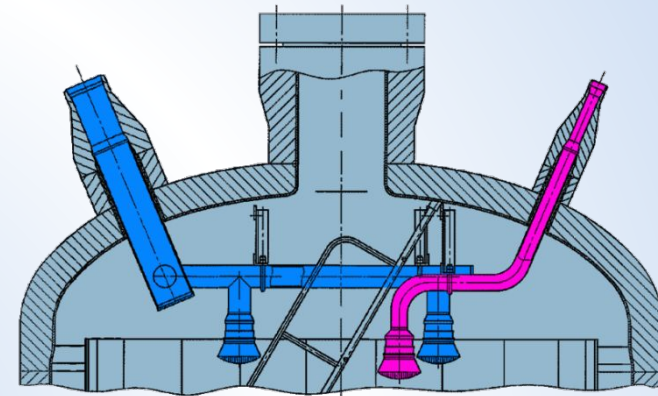
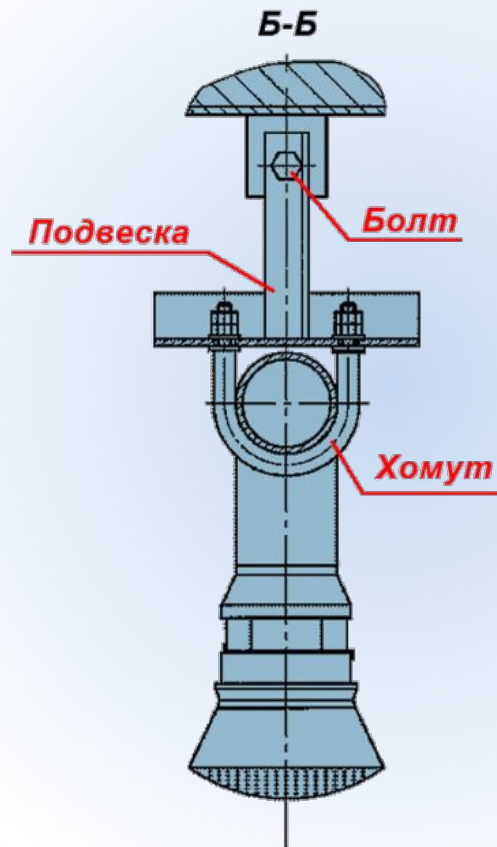
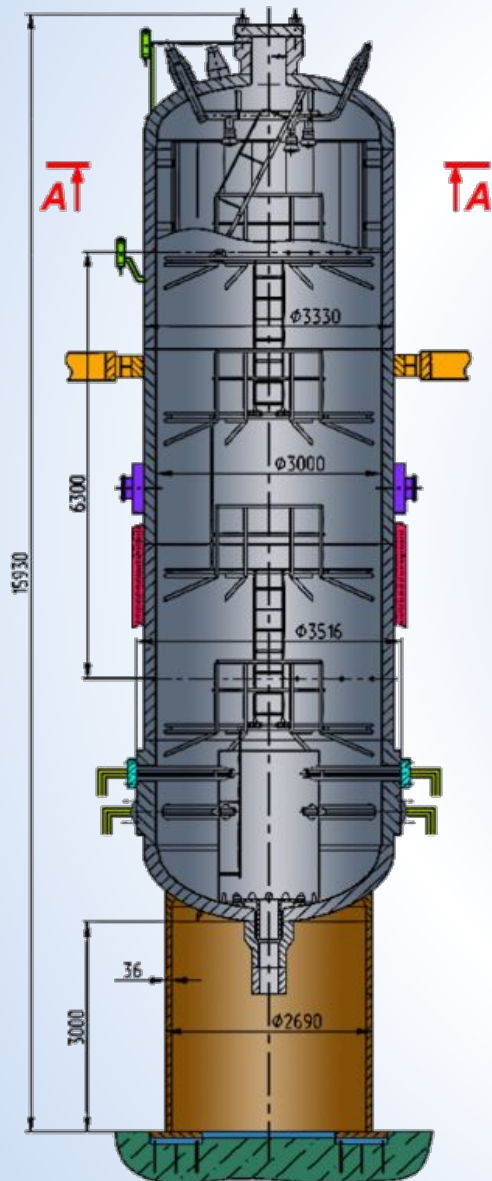
*Опорная обечайка блоков ТЭН*



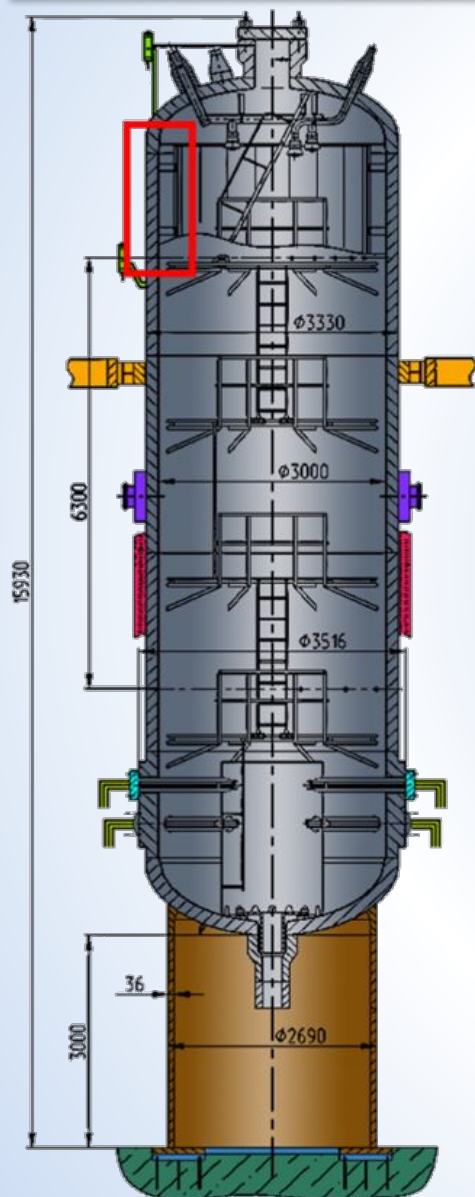
*Площадки и лестницы*



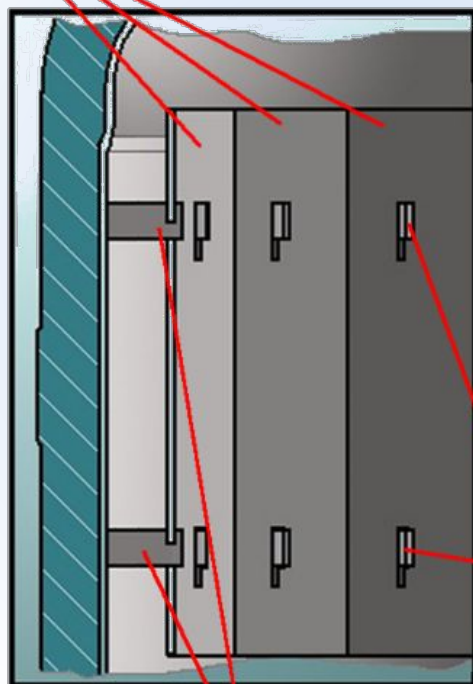
# РАЗБРЫЗГИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА



# ЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН

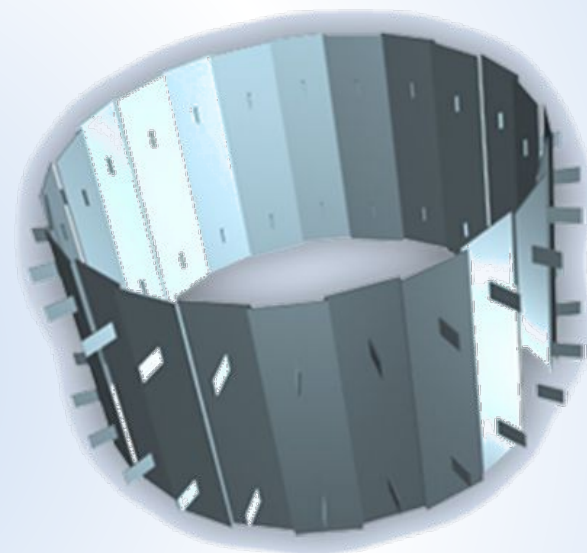


Съемные пластины

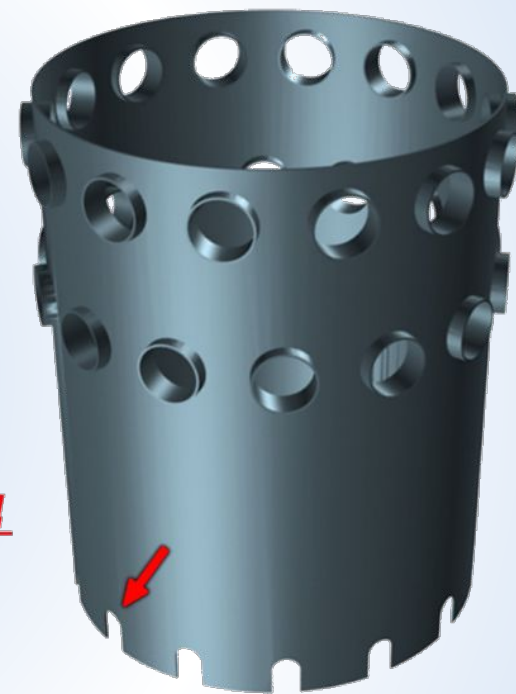
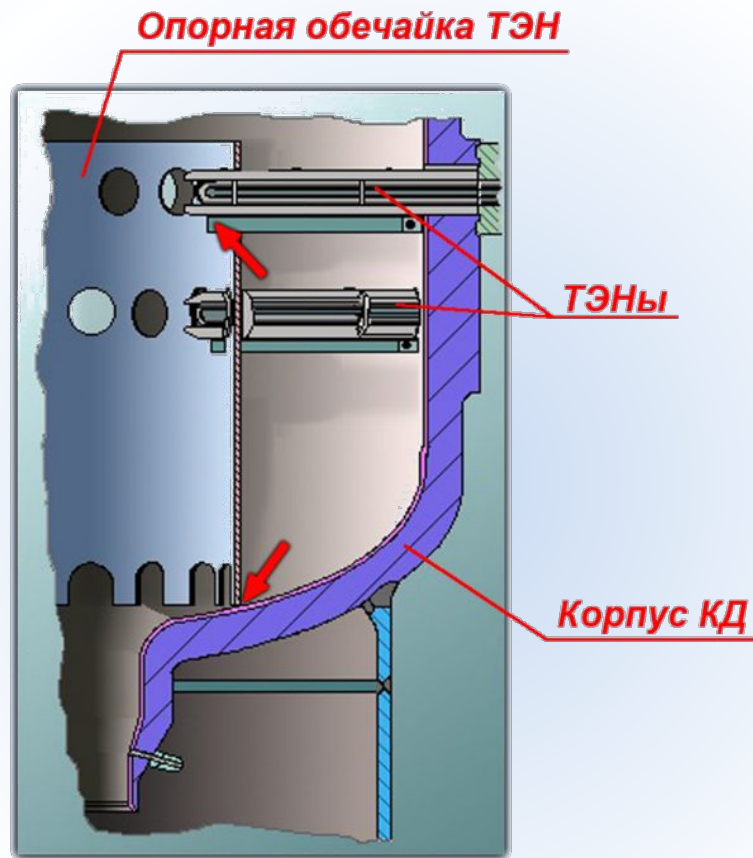
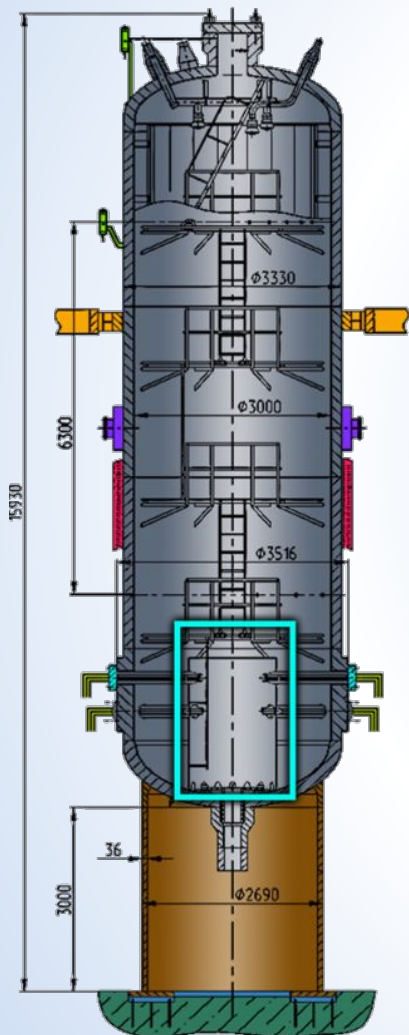


Продольное окно

Кронштейн-книц

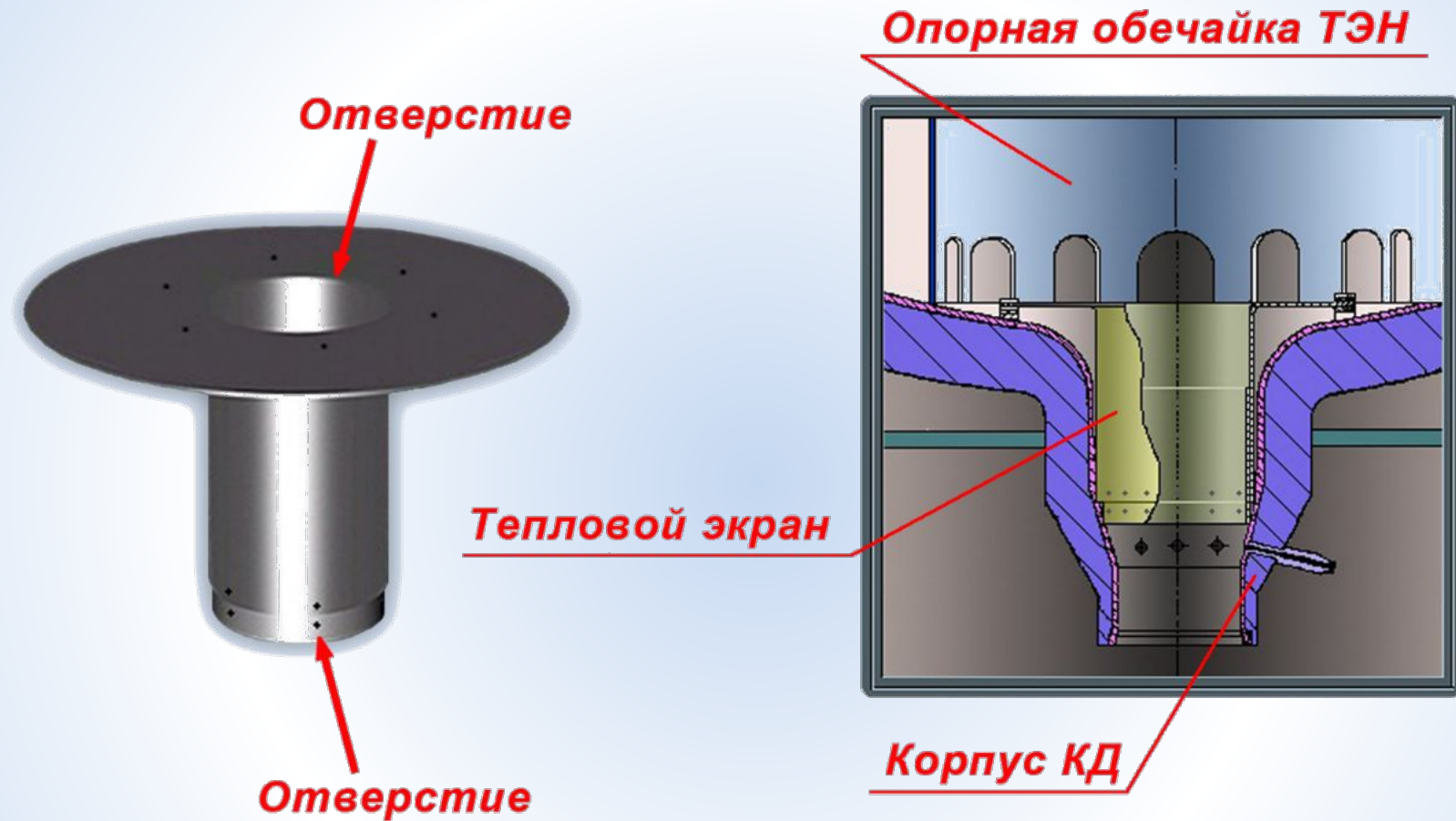


# ОПОРНАЯ ОБЕЧАЙКА БЛОКОВ ТЭН



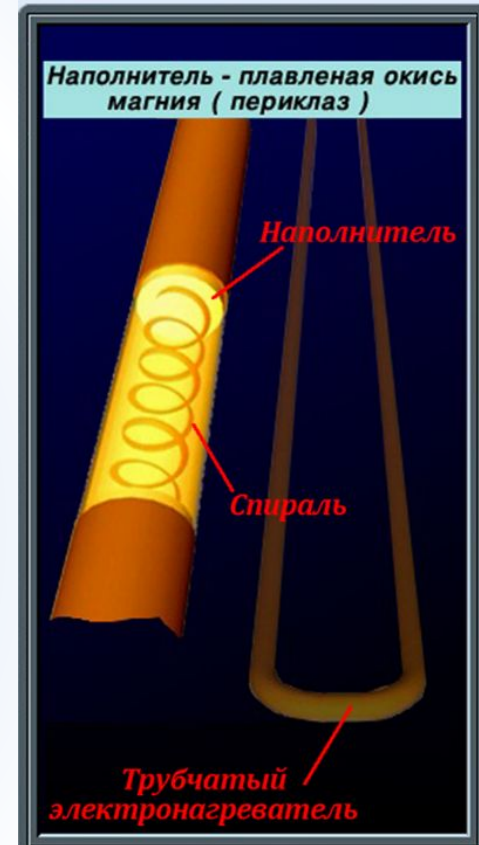
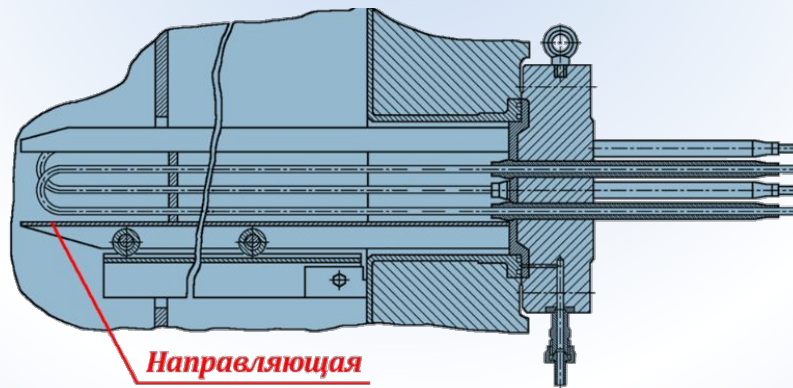
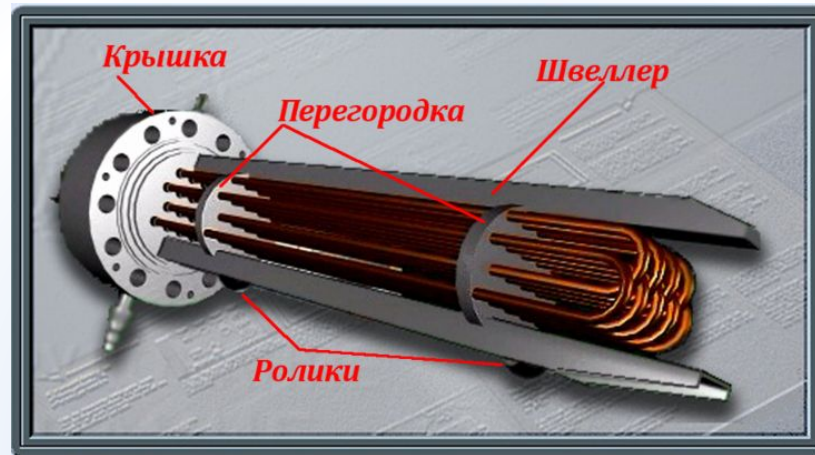
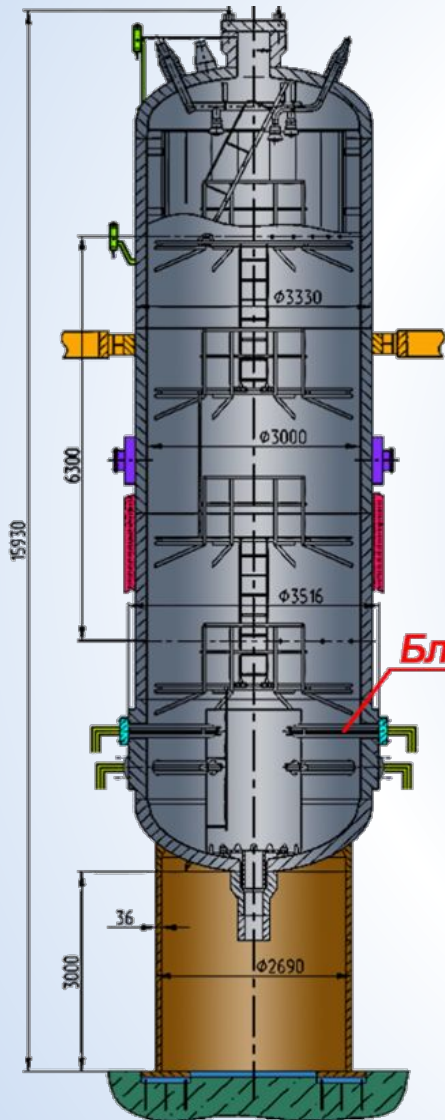
Опорная обечайка блоков ТЭН предназначена для размещения направляющих планок, по которым перемещаются ролики блоков ТЭН при их установке в компенсатор давления, и для организации циркуляции теплоносителя в районе электронагревателей при их работе.

# ТЕПЛОВОЙ ЭКРАН



Тепловой экран патрубка предназначен для защиты днища и патрубка от резкого перепада температур.

# ТЭН



# СОСУДЫ УРАВНИТЕЛЬНЫЕ

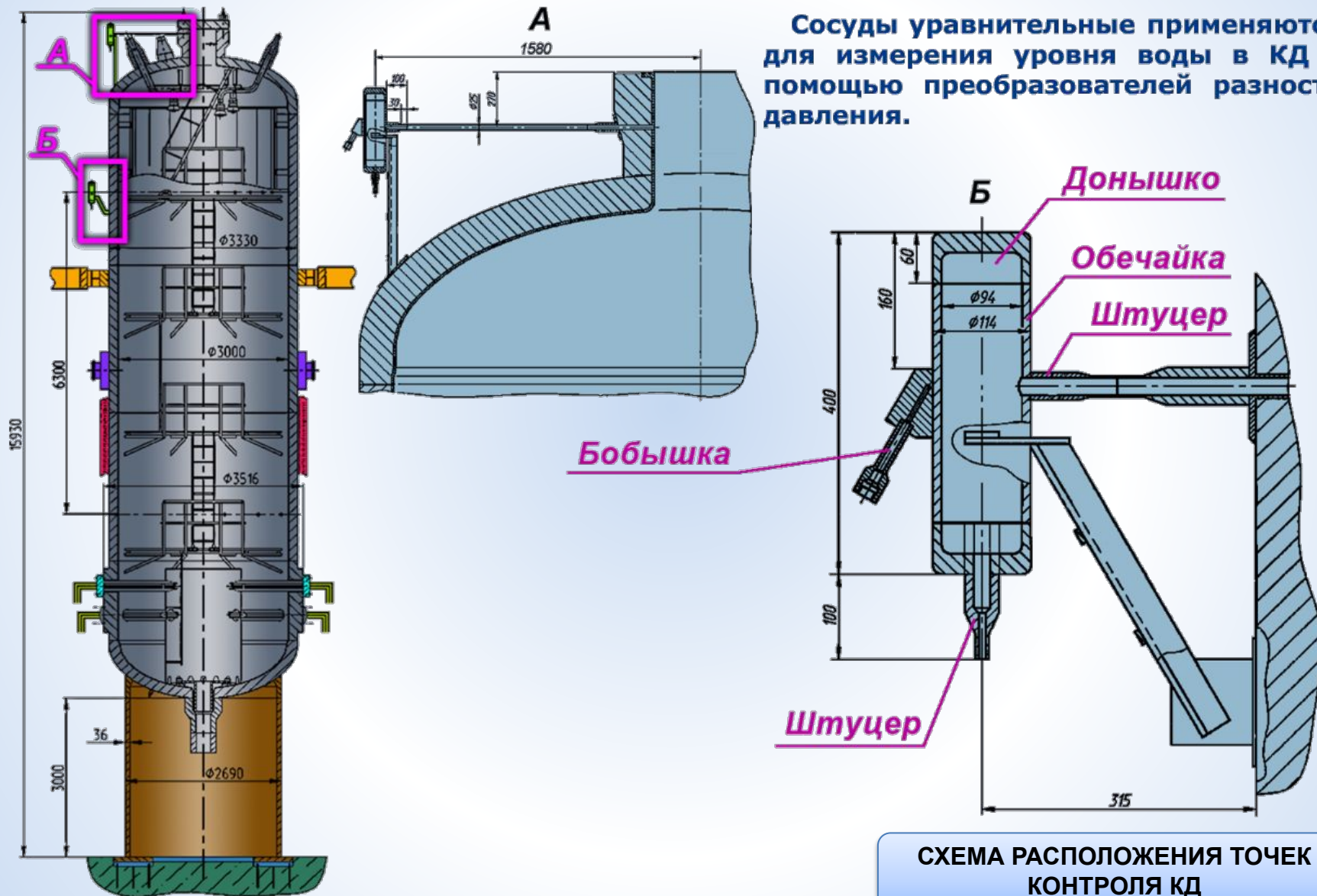
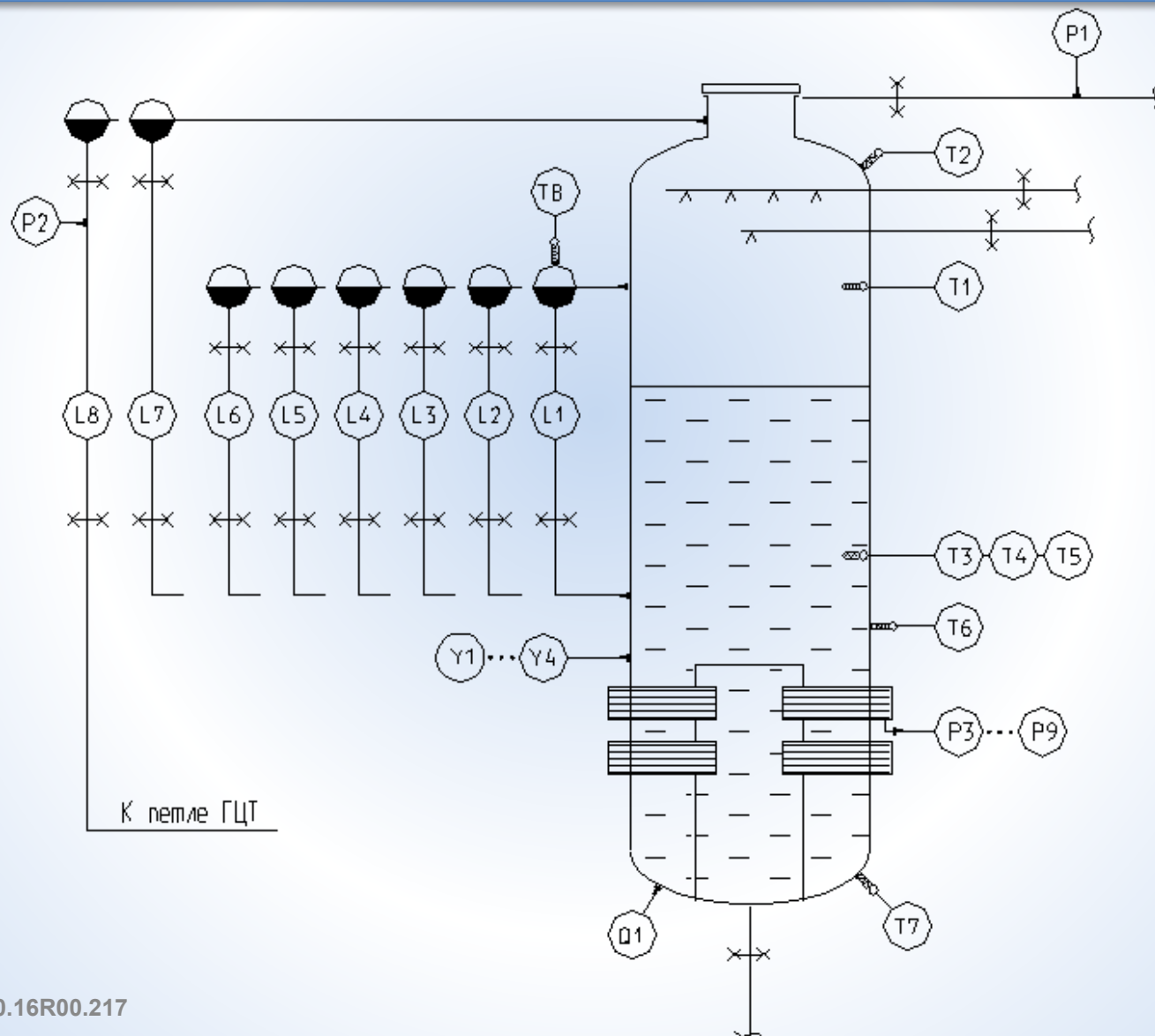
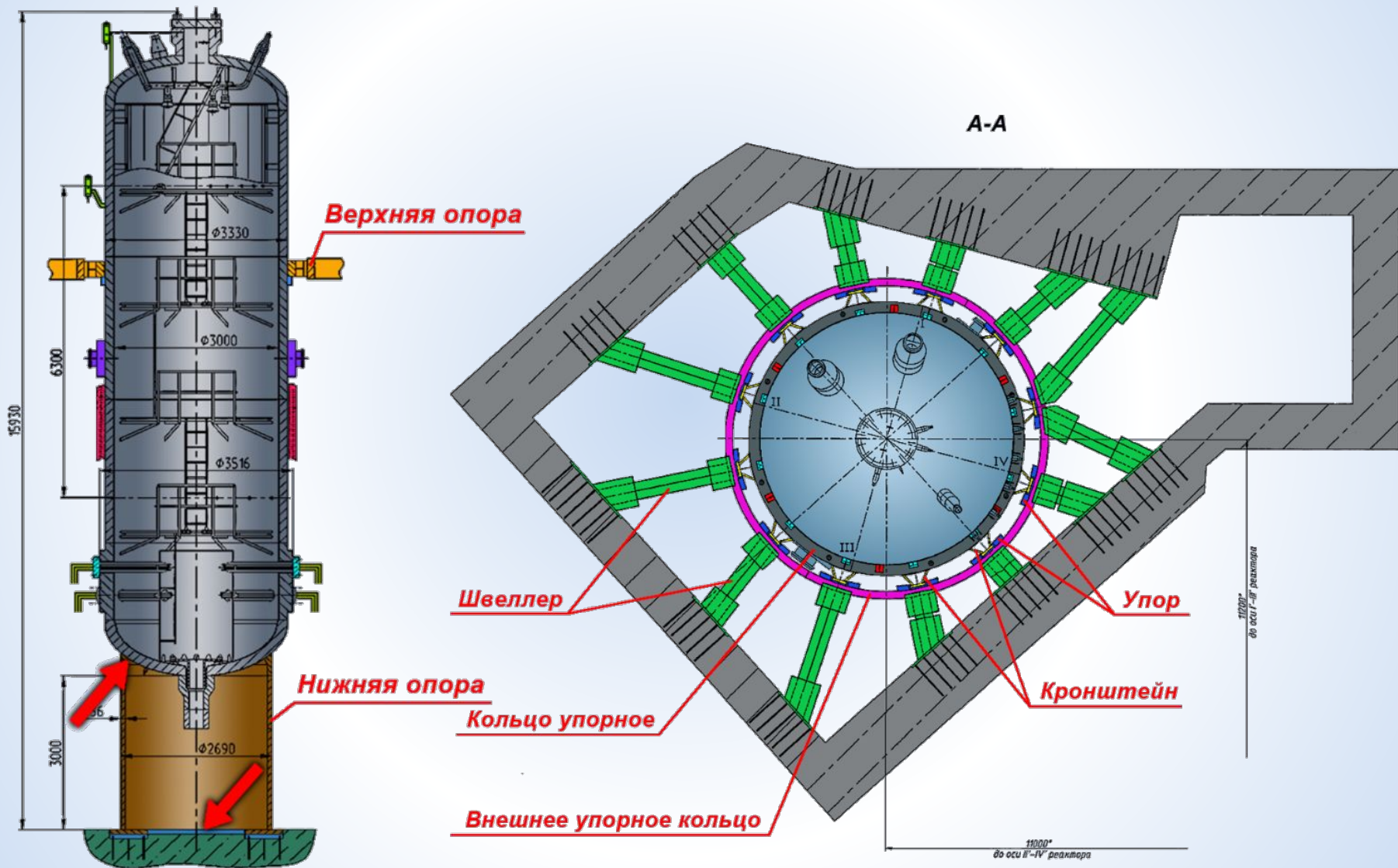


СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК  
КОНТРОЛЯ КД

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК КОНТРОЛЯ КД



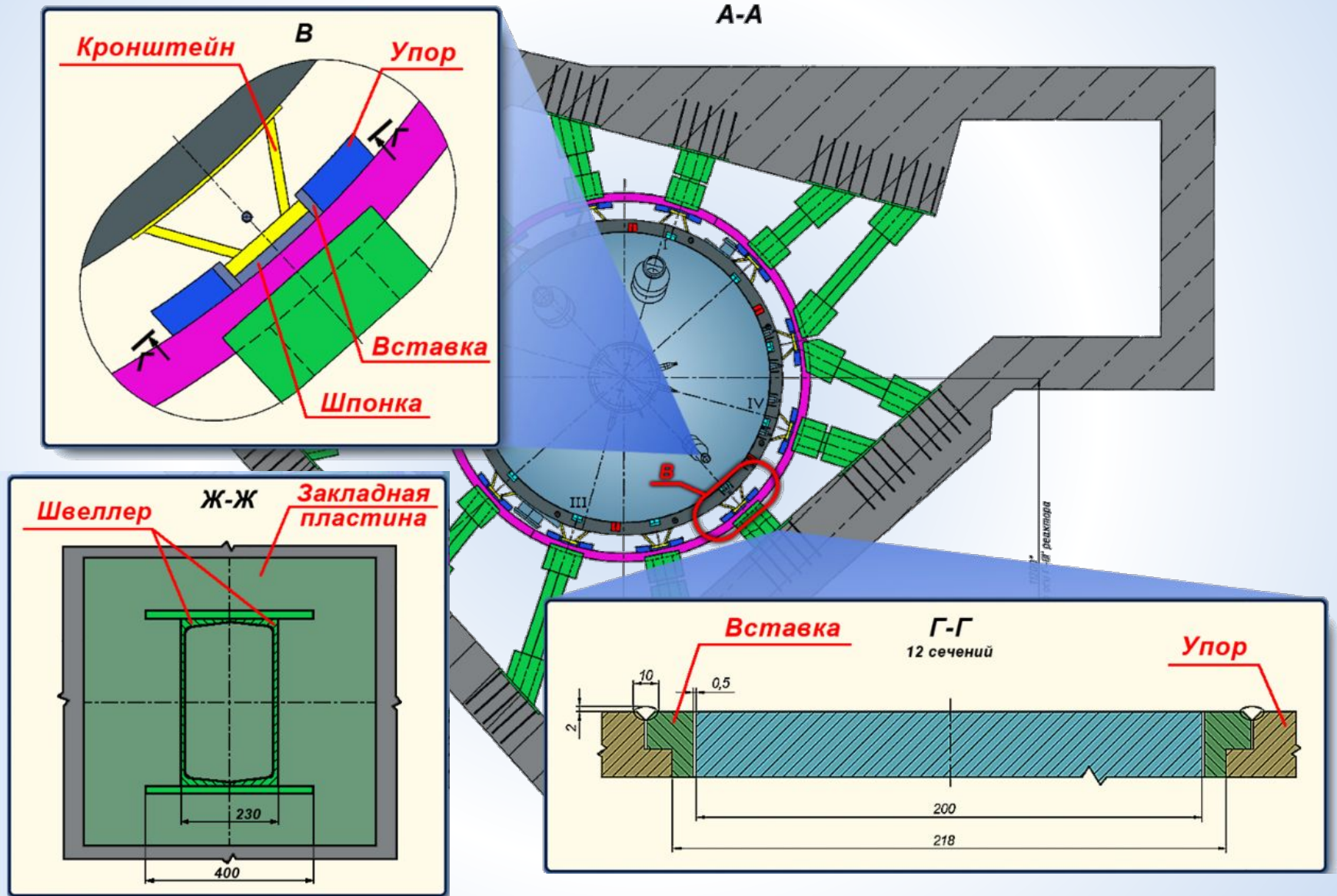
# ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ







# ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ



# НАЗНАЧЕНИЕ ББ

Барботер является составной частью системы компенсации давления и предназначен для приема и конденсации:

- протечек насыщенного пара через предохранительные клапаны импульсно-предохранительных устройств КД при их неплотности в стационарном режиме;
- парогазовой смеси, поступающей из КД в режиме разогрева;
- насыщенного пара, сбрасываемого из компенсатора давления через главные клапаны ИПУ при их срабатывании или проверке;
- насыщенного пара, сбрасываемого из импульсных клапанов ИПУ при их проверке;
- парогазовой смеси, сбрасываемой из оборудования первого контура при работе системы аварийного газоудаления.

# КОНСТРУКЦИЯ ББ

Устройство предохранительное с мембранами

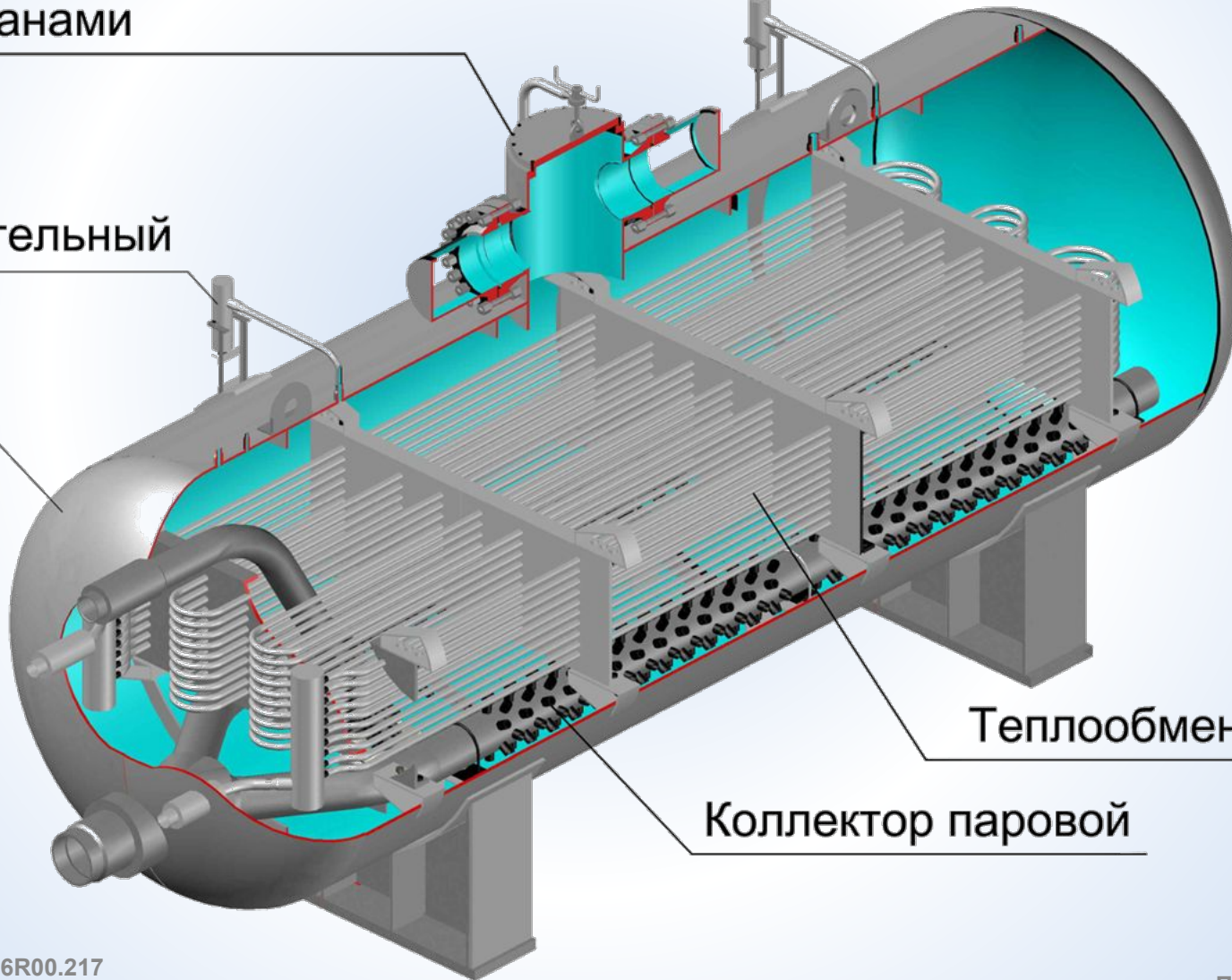
Сосуд уравнивательный

Корпус

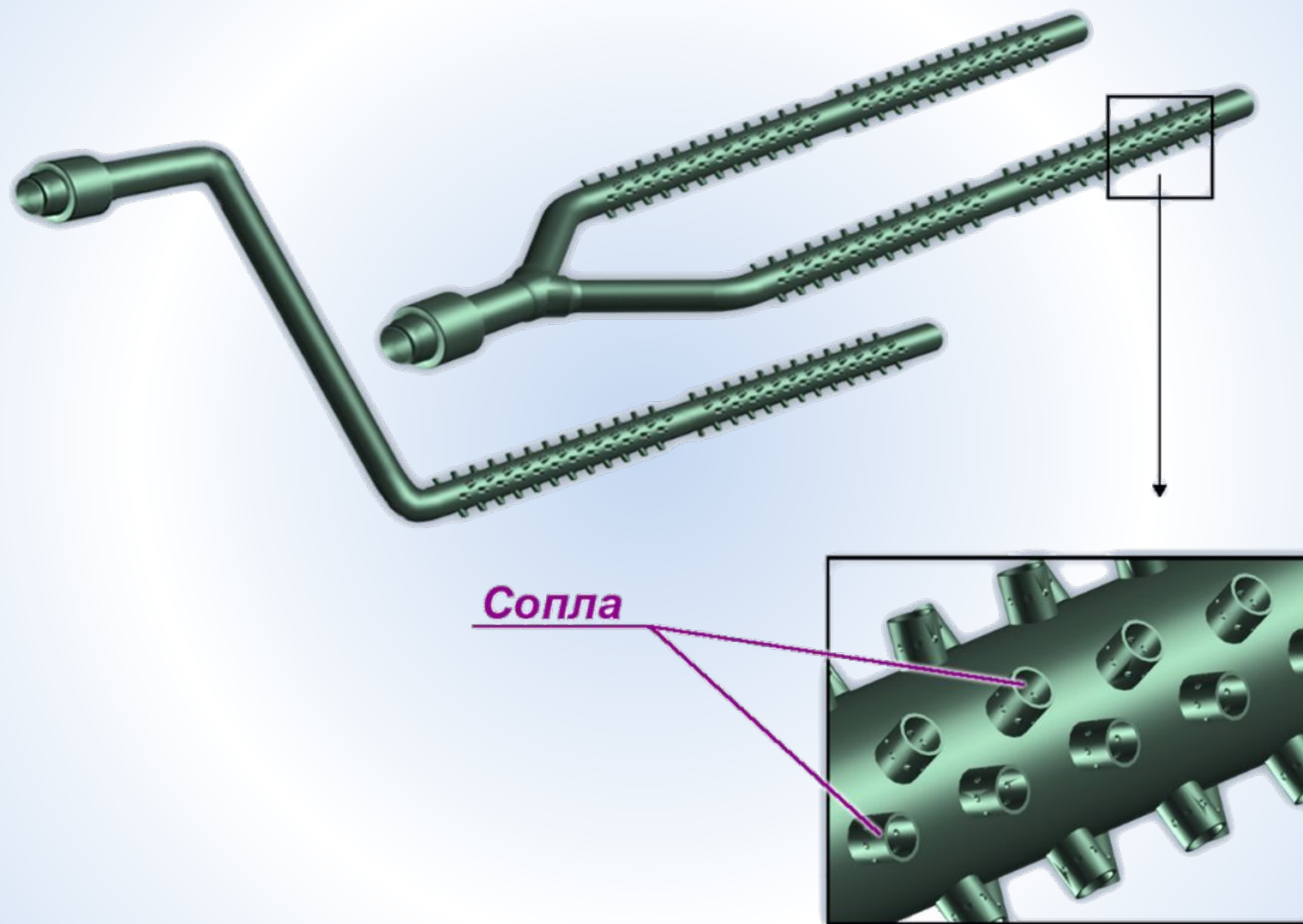
Сосуд уравнивательный

Теплообменник

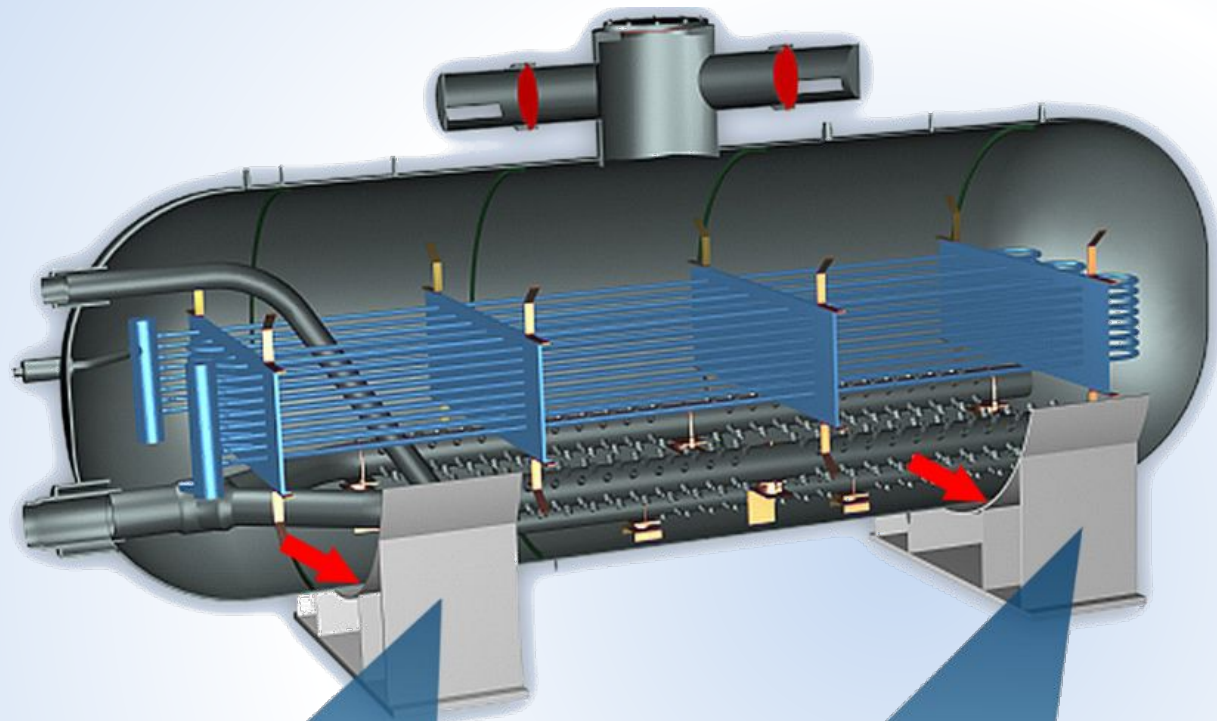
Коллектор паровой



# КОНСТРУКЦИЯ ББ

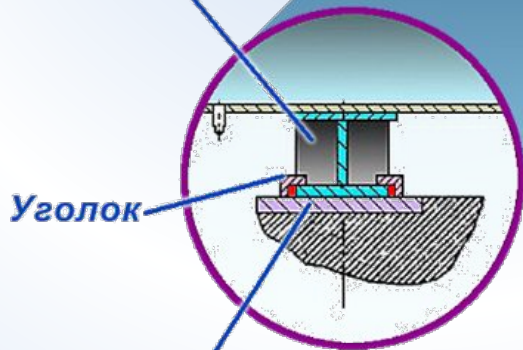
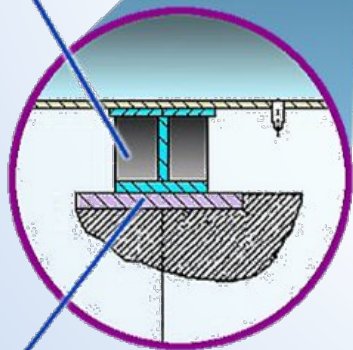


# ОПОРЫ

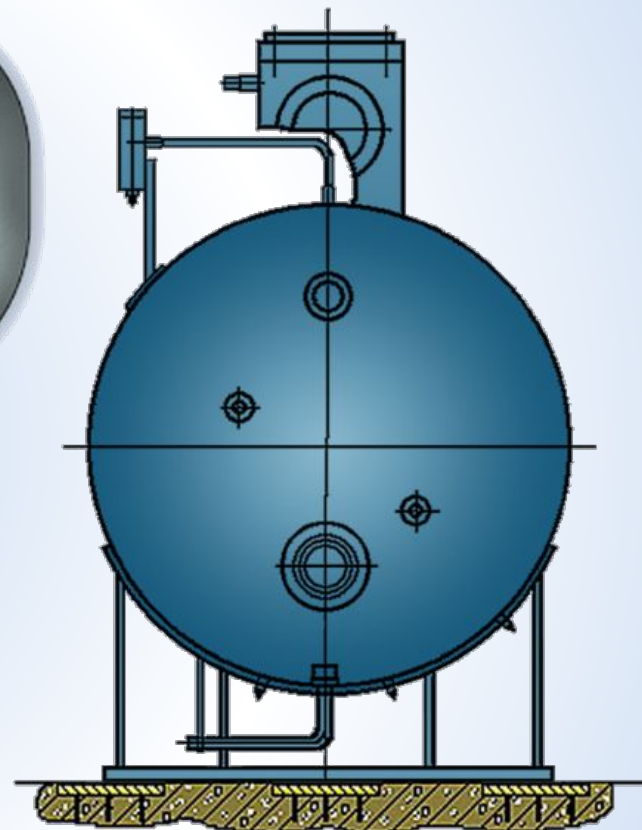


Неподвижная  
опора

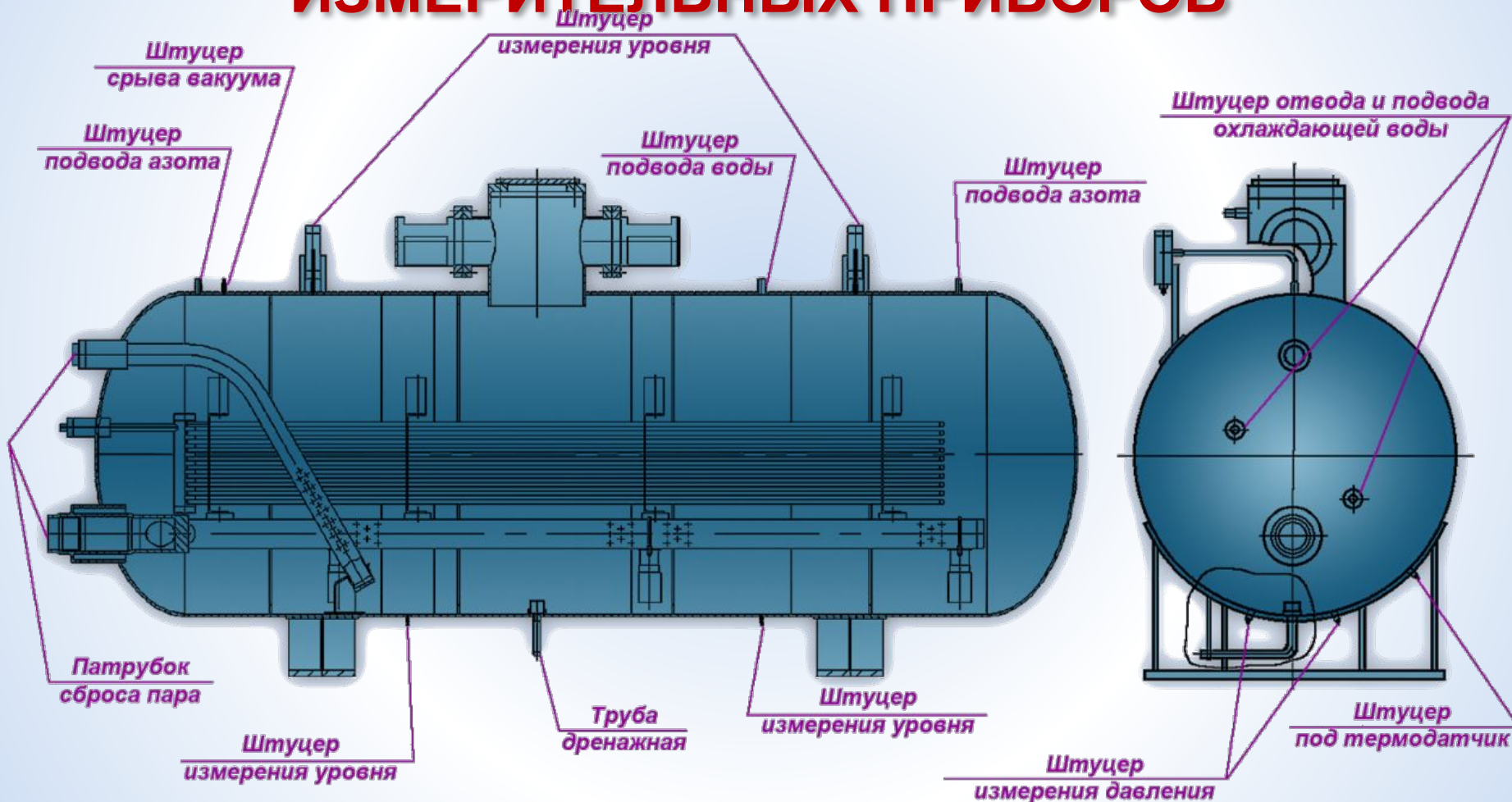
Подвижная  
опора



Уголок



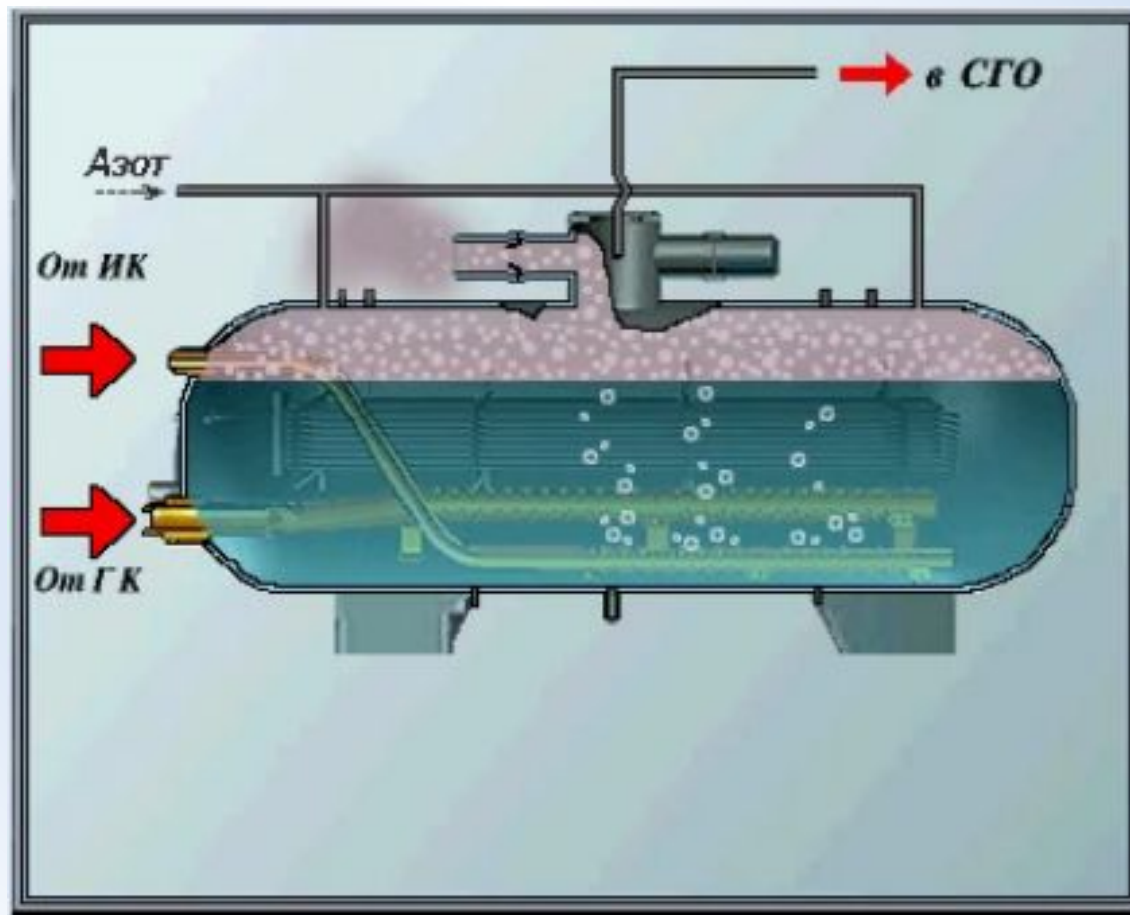
# СХЕМА ПРИСОЕДИНЕНИЯ ББ И РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ



# ПРИНЦИП РАБОТЫ ББ

При работе реакторной установки в барботер поступают следующие технологические среды:

- насыщенный водяной пар из компенсатора давления при разогреве первого контура;
- пар из ИПУ при срабатывании или проверке главных и импульсных клапанов;
- парогазовая смесь, сбрасываемая из парового объема компенсатора давления, коллекторов первого контура, парогенераторов и из-под крышки реактора при работе системы аварийного газоудаления.





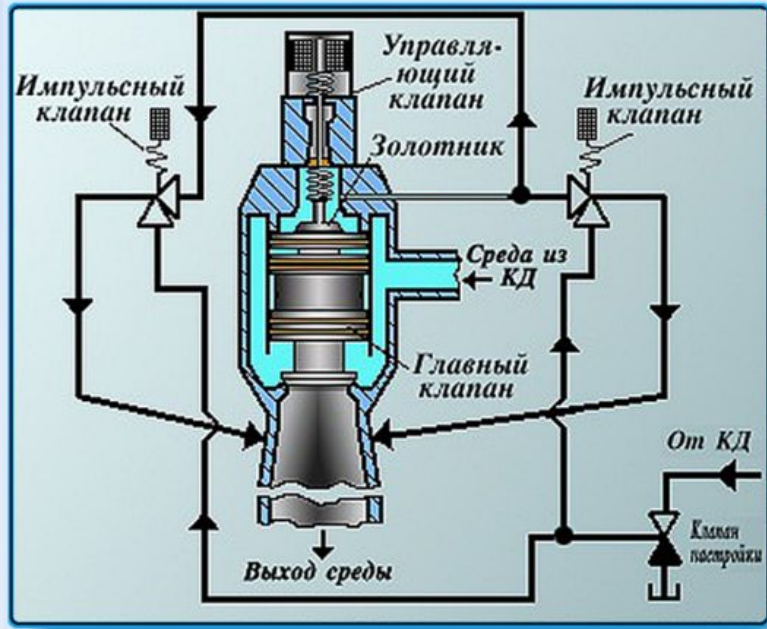


# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИПУ

Наименование	Значение
Условный диаметр входного патрубка главного клапана, мм	100
Условный диаметр выходного патрубка главного клапана, мм	200
Расчетное (рабочее) давление, РР, МПа	17,64
Расчетная температура, °С	350
Рабочая среда	насыщенный пар, пароводяная смесь, вода
Противодавление до срабатывания ИПУ, МПа	от 0,08 до 0,12
Противодавление за главным клапаном ИПУ при срабатывании, МПа, не более	6,40
Противодавление за импульсным клапаном ИПУ при срабатывании, МПа, не более	3,92
Расход среды:	
- насыщенный пар, кг/с	50+5
- вода (по расчету при Р=18,11 МПа), кг/с	222
Коэффициент расхода, не менее	0,65
Величина пропускания среды в затворе ИПУ при температуре от 15 до 30°С при Р=15,70 МПа при испытаниях на воздухе, см <sup>3</sup> /мин, не более:	
- главного клапана;	150
- импульсного клапана:	
1) при включенном электромагните;	24
2) при обесточенном электромагните;	90
- КЭМЗ;	15
- КЗЭП.	9
Давление начала открытия от пружины, не менее:	
- контрольного ИПУ, МПа	18,10
- первого и второго рабочих ИПУ, МПа	18,60
Давление полного открытия от пружины, не более:	
- контрольного ИПУ, МПа	18,60
- первого и второго рабочих ИПУ, МПа	19,20
Давление открытия от электромагнита:	
- контрольного ИПУ, МПа	18,11±0,13
- первого и второго рабочих ИПУ, МПа	18,60±0,13
Давление закрытия от пружины:	
- контрольного ИПУ, МПа	16,70-0,70
- первого и второго рабочих ИПУ, МПа	17,10-0,70
Давление закрытия от электромагнита:	
- контрольного ИПУ, МПа	17,20±0,13
- первого и второго рабочих ИПУ, МПа	17,70±0,13
Время полного открытия/закрытия, не более, с	1,0/5,0

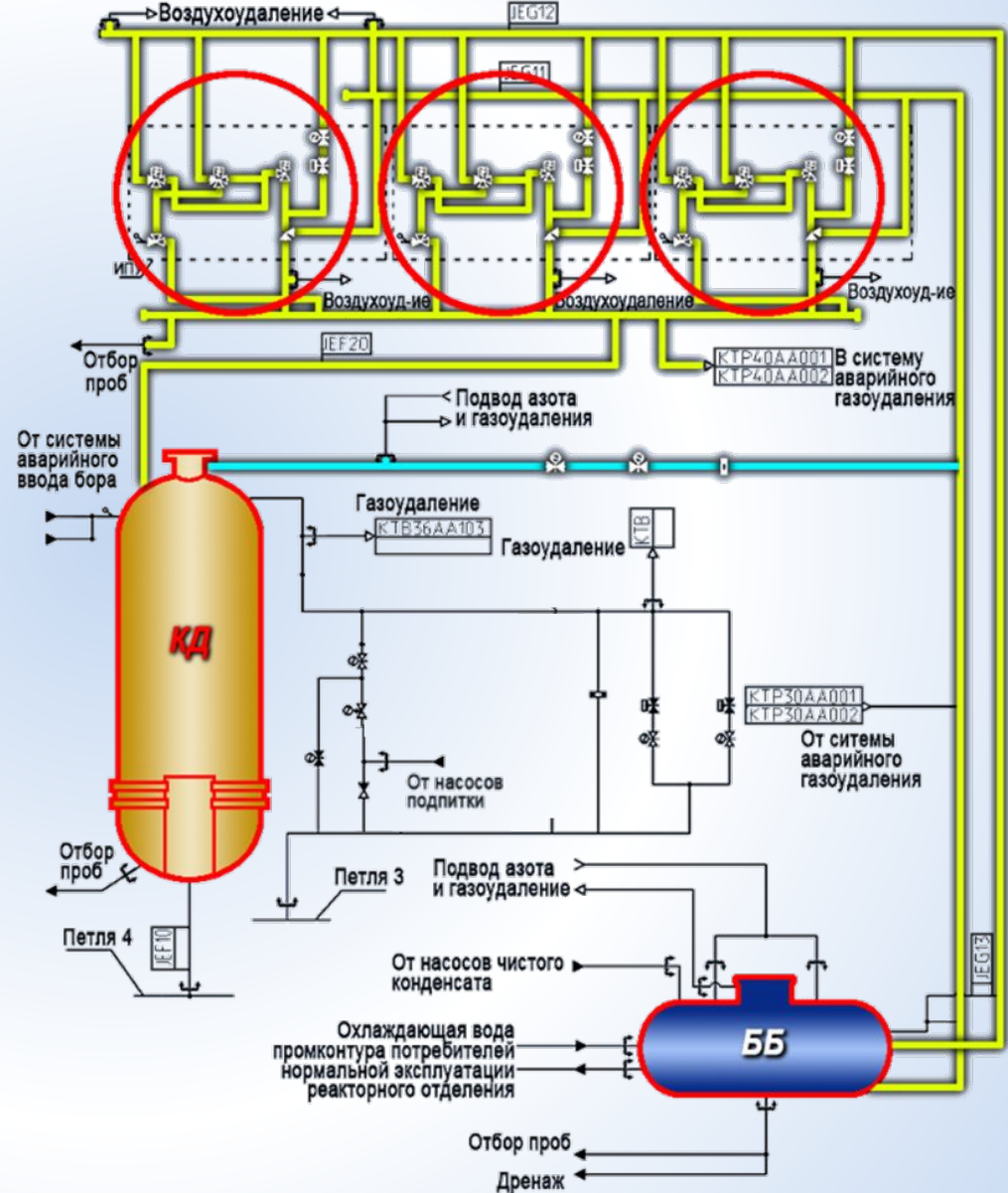


# НАЗНАЧЕНИЕ ИПУ

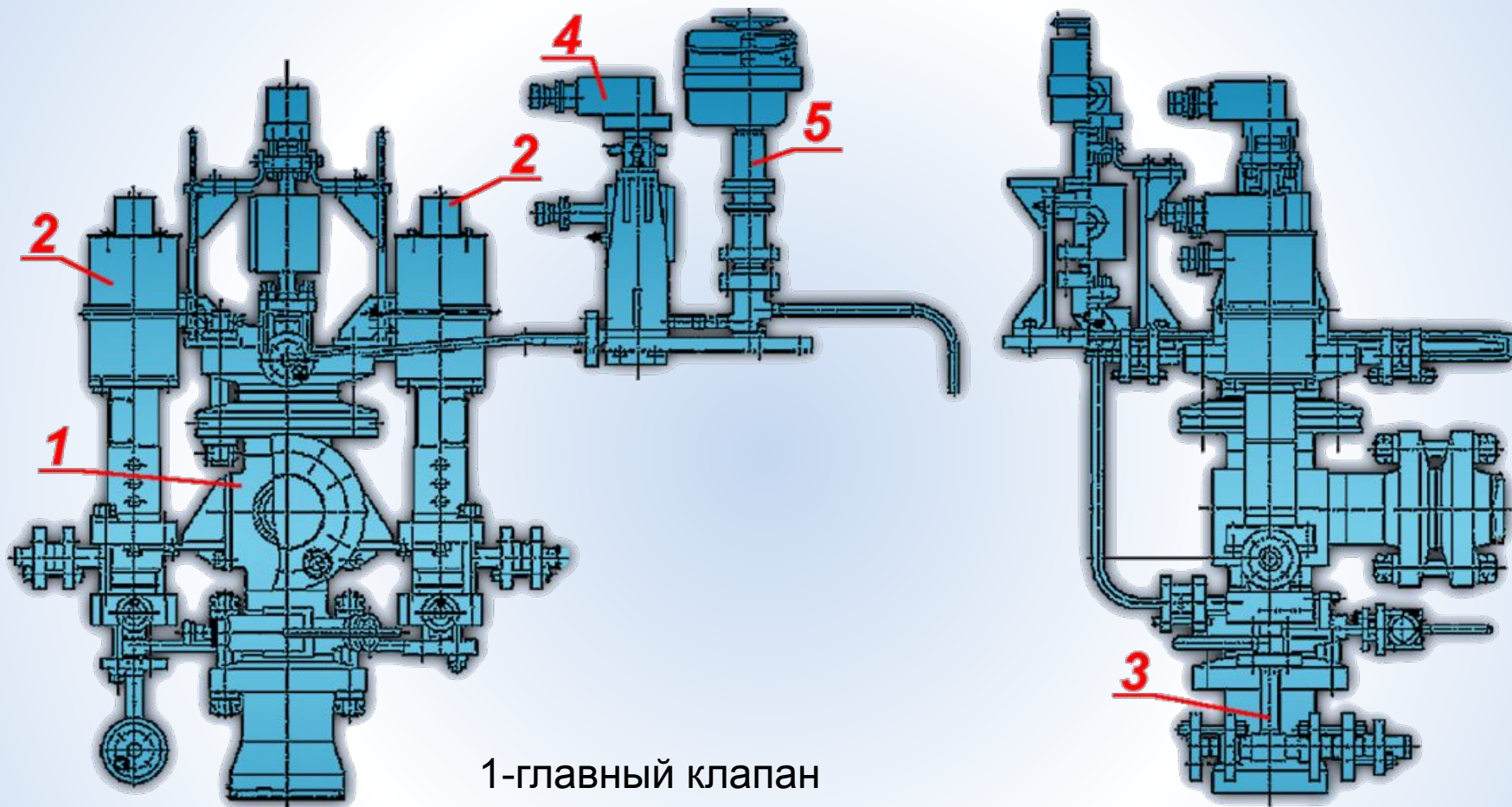


Одно из ИПУ является контрольным и обеспечивает сброс рабочей избыточного давления рабочей среды из первого контура при достижении давления 18,10 МПа.

Остальные два ИПУ – рабочие, срабатывающие при достижении давления 18,60 МПа.

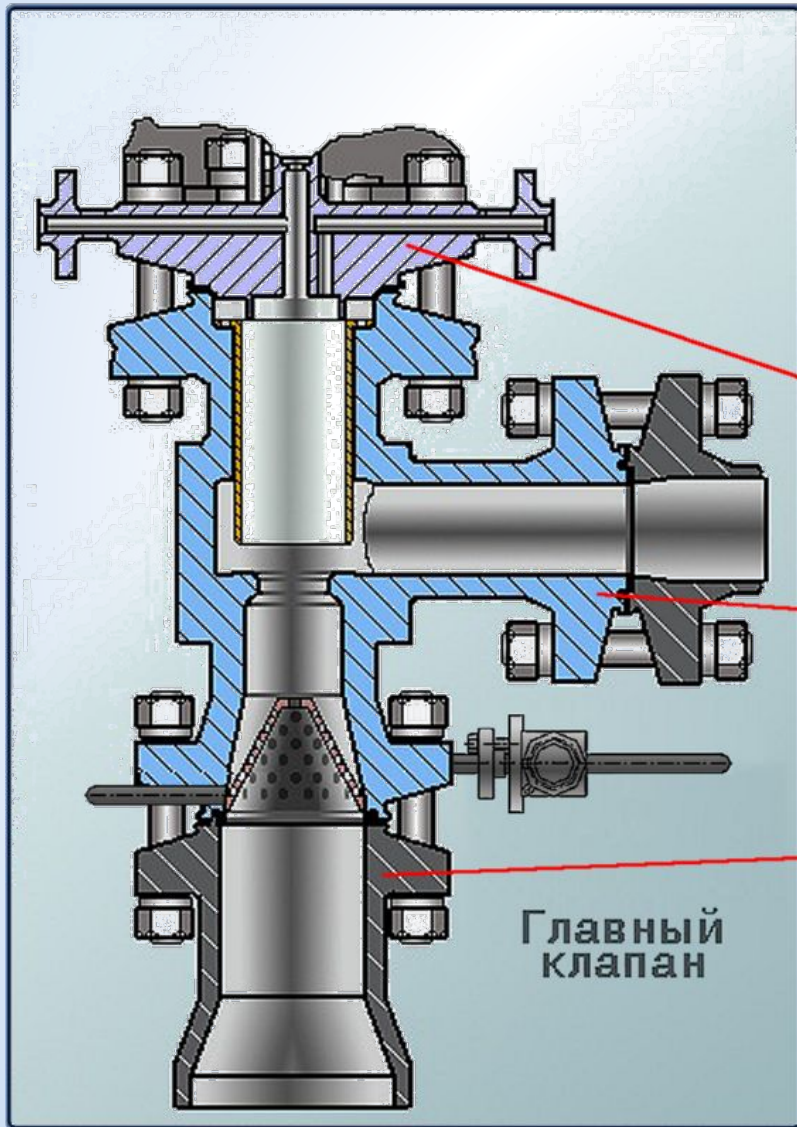


# СОСТАВ ИПУ



- 1-главный клапан
- 2-импульсный клапан
- 3-клапан настройки
- 4-клапан электромагнитный запорный ДЛУ
- 5-клапан запорный с электроприводом

# ГЛАВНЫЙ КЛАПАН



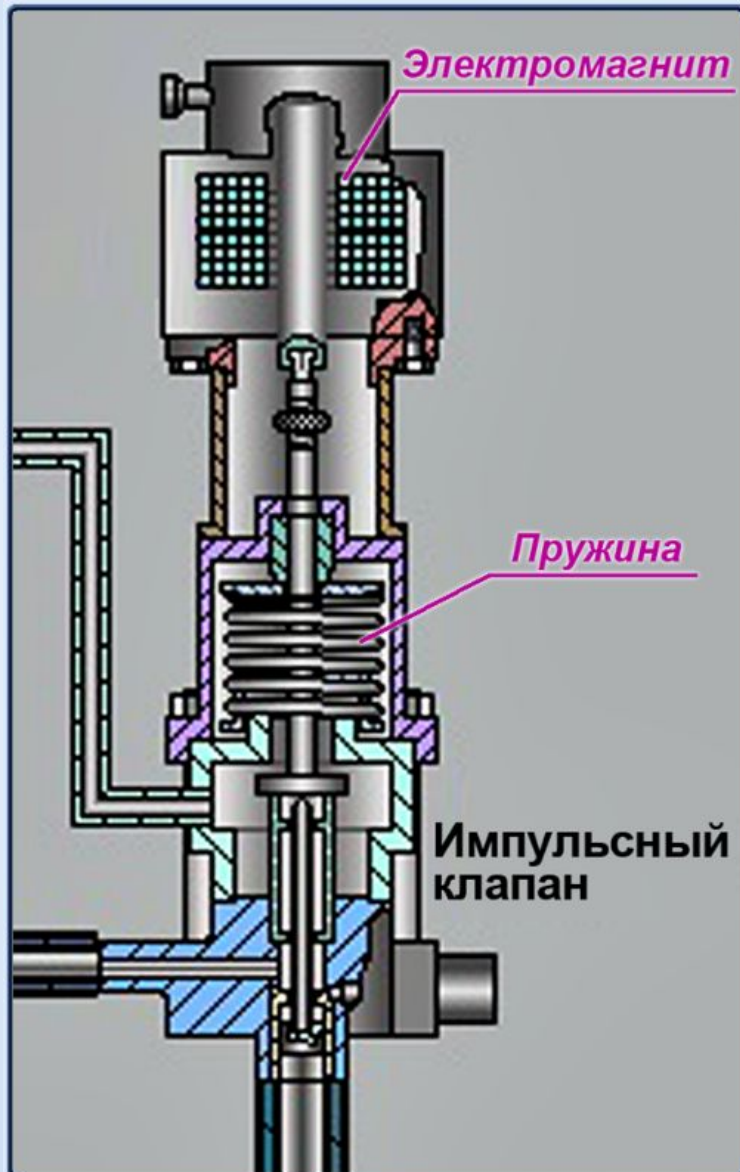
*Крышка*

*Подводящий  
патрубок*

*Отводящий  
патрубок*

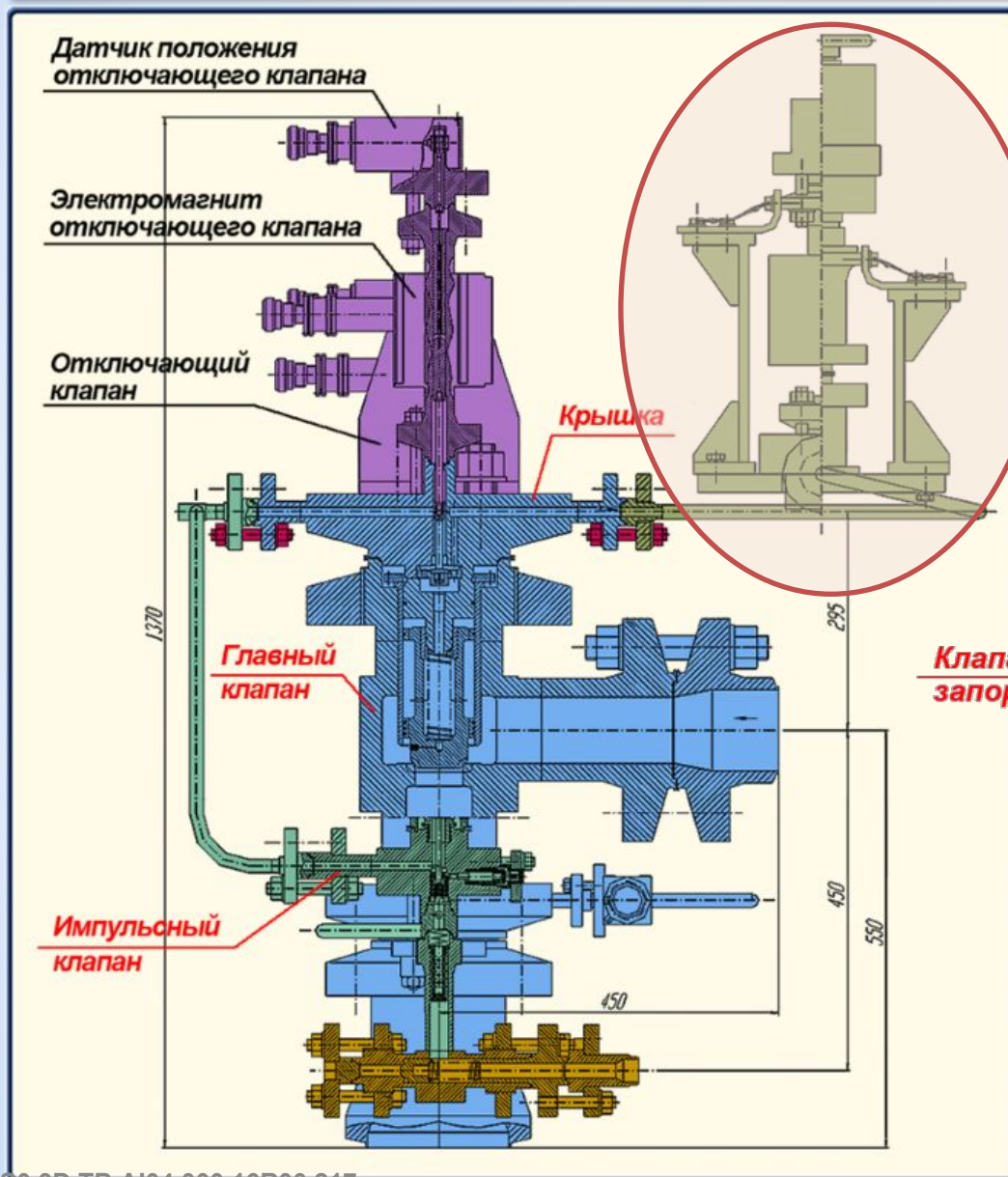
Главный клапан является основным составляющим элементом ИПУ и предназначен для сброса рабочей среды из защищаемой системы. Корпус главного клапана - угловой с боковым подводящим патрубком и вертикальным, направленным вниз, отводящим патрубком. Корпус сверху закрыт съемной крышкой.

# ИМПУЛЬСНЫЙ КЛАПАН



Импульсный клапан предназначен для управления открытием главного клапана, путем сброса рабочей среды из привода главного клапана и перекрытия этого сброса для закрытия главного клапана. Импульсный клапан - пружинный клапан, снабженный электромагнитным приводом на открытие и закрытие. Нормально импульсный клапан управляется электромагнитным приводом по сигналам от датчиков давления над активной зоной. Сигналы формируются по принципу «два из трех». При отказе электромагнитного привода на открытие или закрытие импульсный клапан выполняют свою функцию по защите первого контура от превышения давления, как пружинные предохранительные клапаны прямого действия, в том числе при включенном электромагнитном приводе на закрытие.

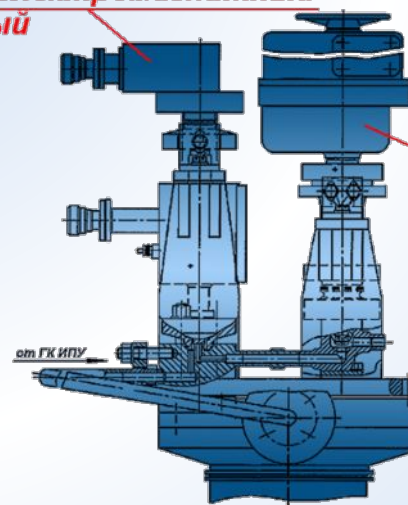
# ОТКЛЮЧАЮЩИЙ КЛАПАН



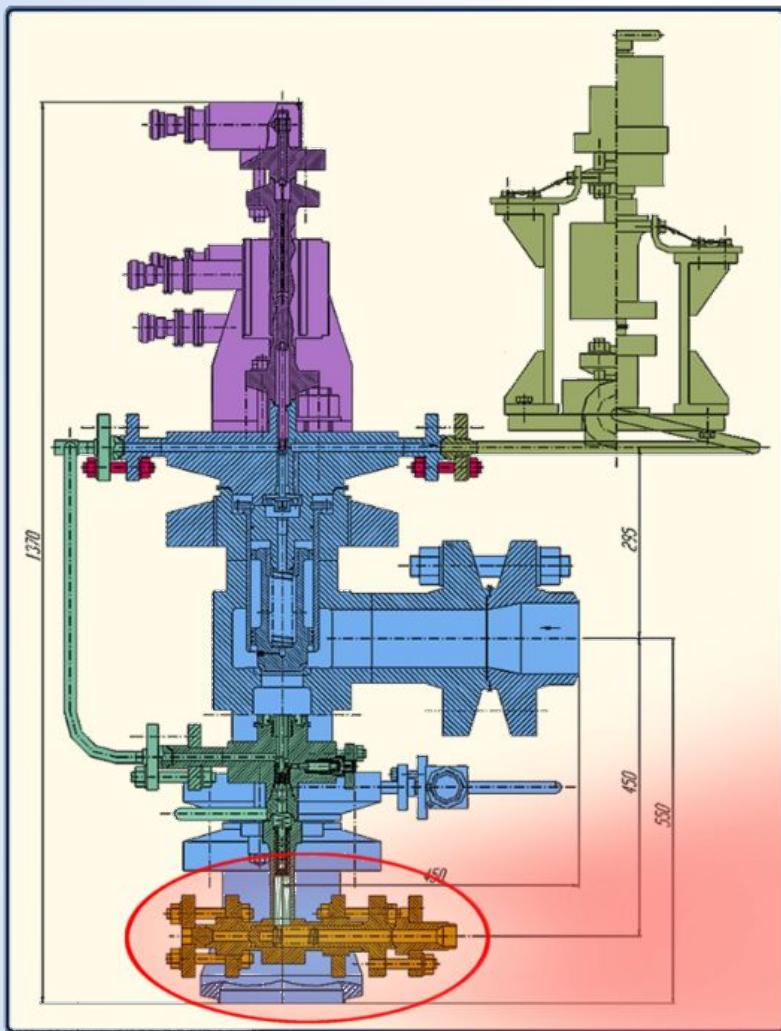
Отключающий клапан предназначен для автоматического или дистанционного отключения главного клапана от импульсного при не посадке или ложном открытии последнего, а также при проверках ИПУ. Отключающий клапан конструктивно встроен в крышку ГК, нормально открыт и имеет электромагнитный привод, работающий только на закрытие.

Клапан электромагнитный  
запорный

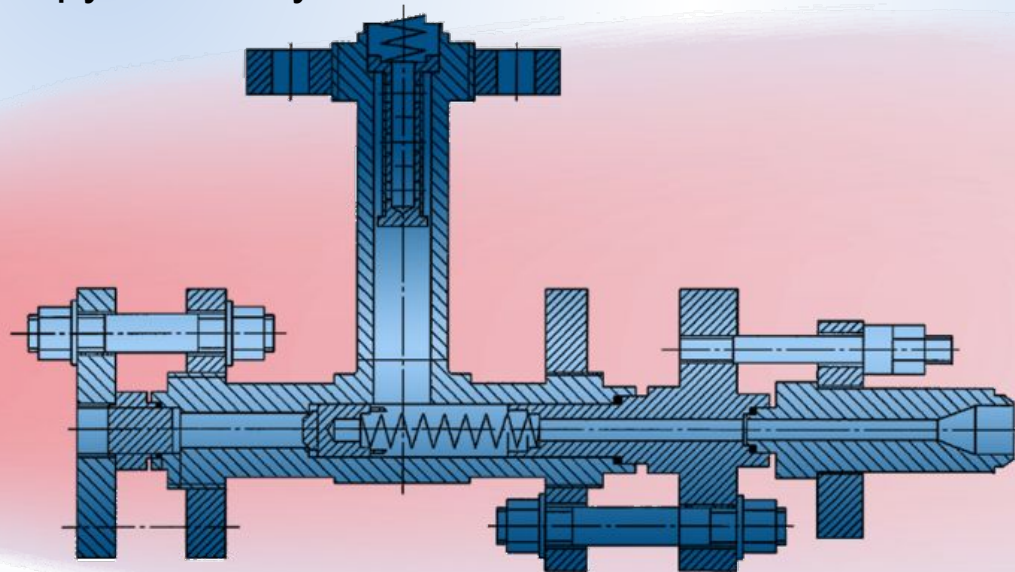
Клапан запорный с  
электроприводом



# КЛАПАН НАСТРОЙКИ ПРУЖИН

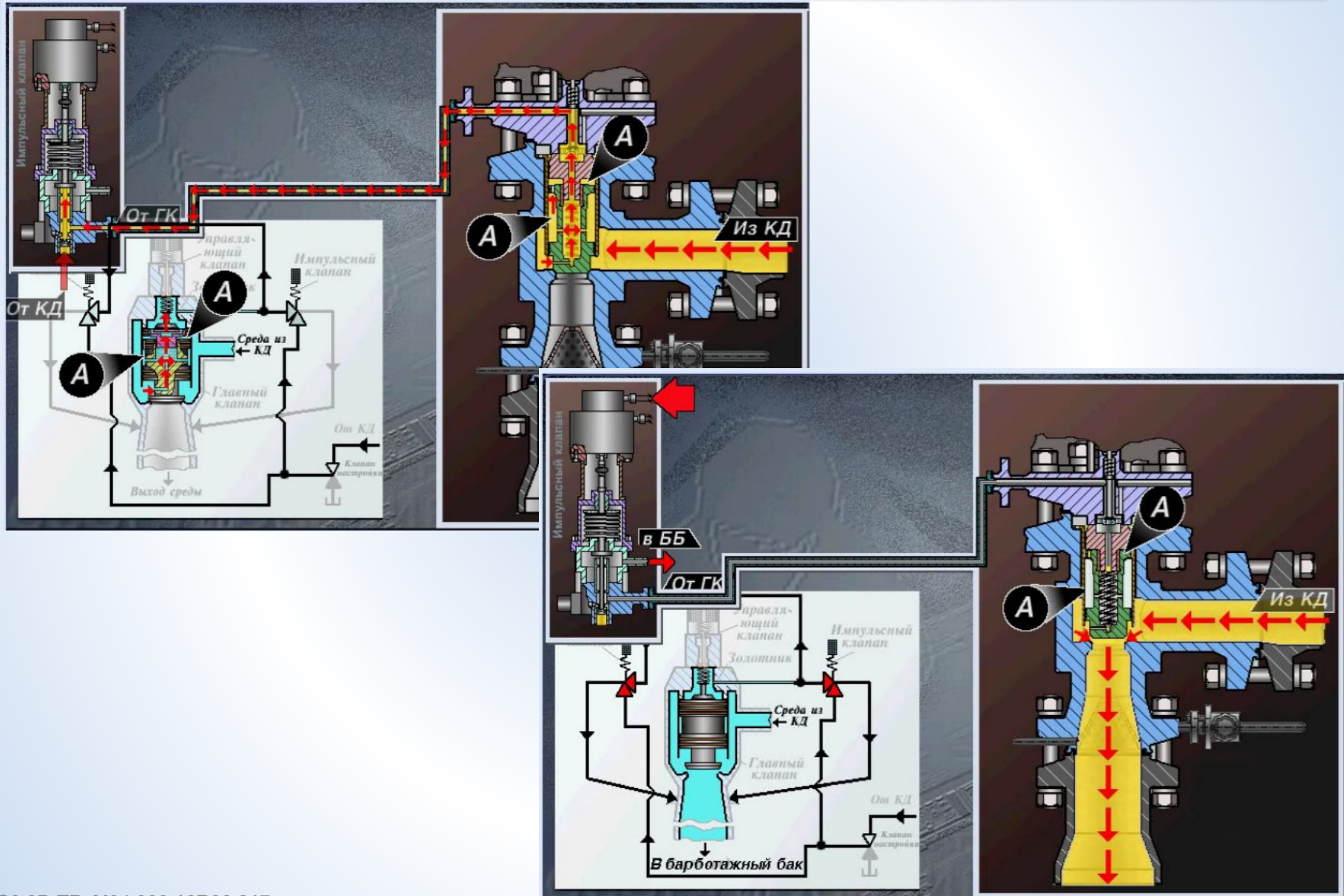


Клапан настройки пружин импульсного клапана от внешнего источника давления, входящий в комплект поставки ИПУ, позволяет проводить проверку и настройку пружин импульсного клапана при давлении в первом контуре не менее 0,7 рабочего давления. Кроме того в состав поставки ИПУ входит измерительный рычаг, который служит для настройки пружин импульсного клапана.



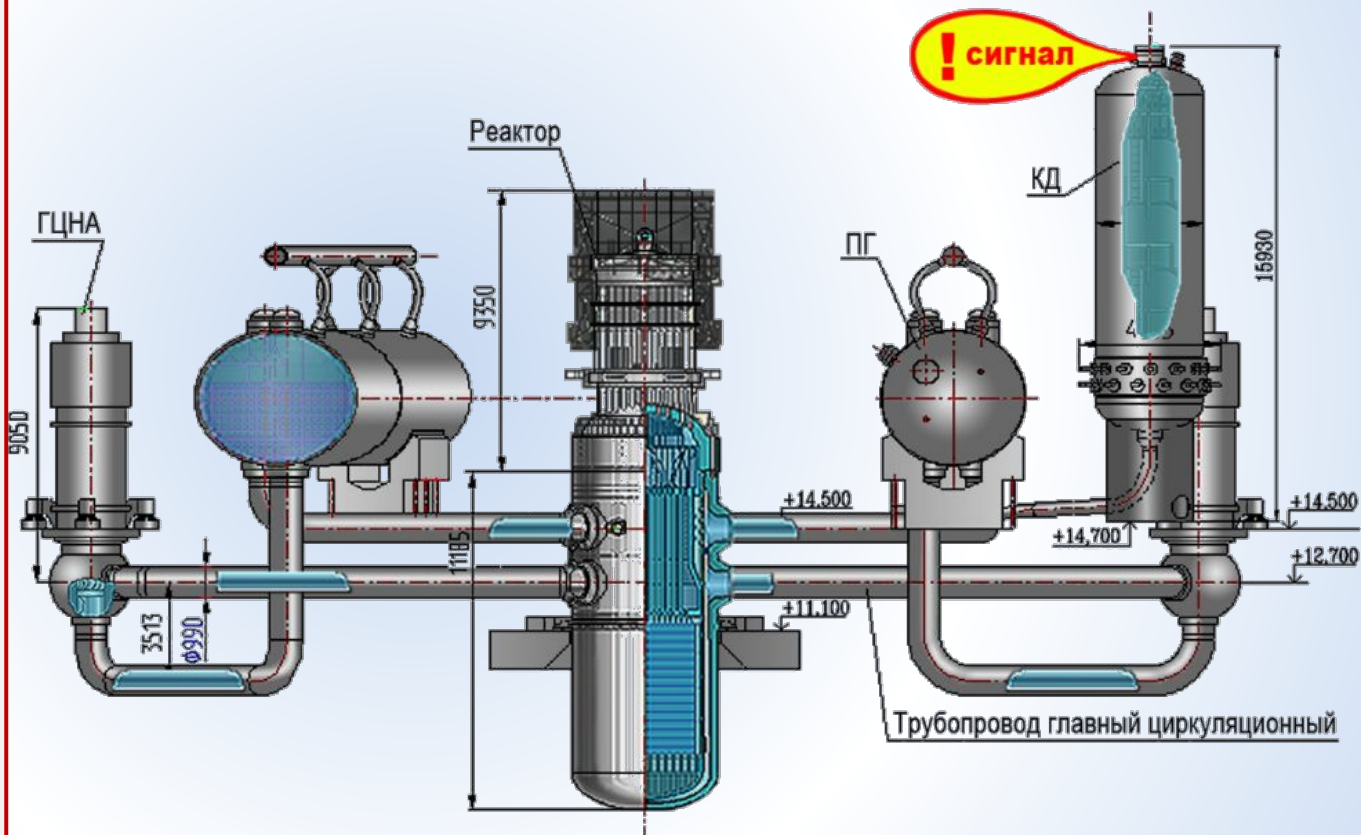


# ПРИНЦИП РАБОТЫ ИПУ

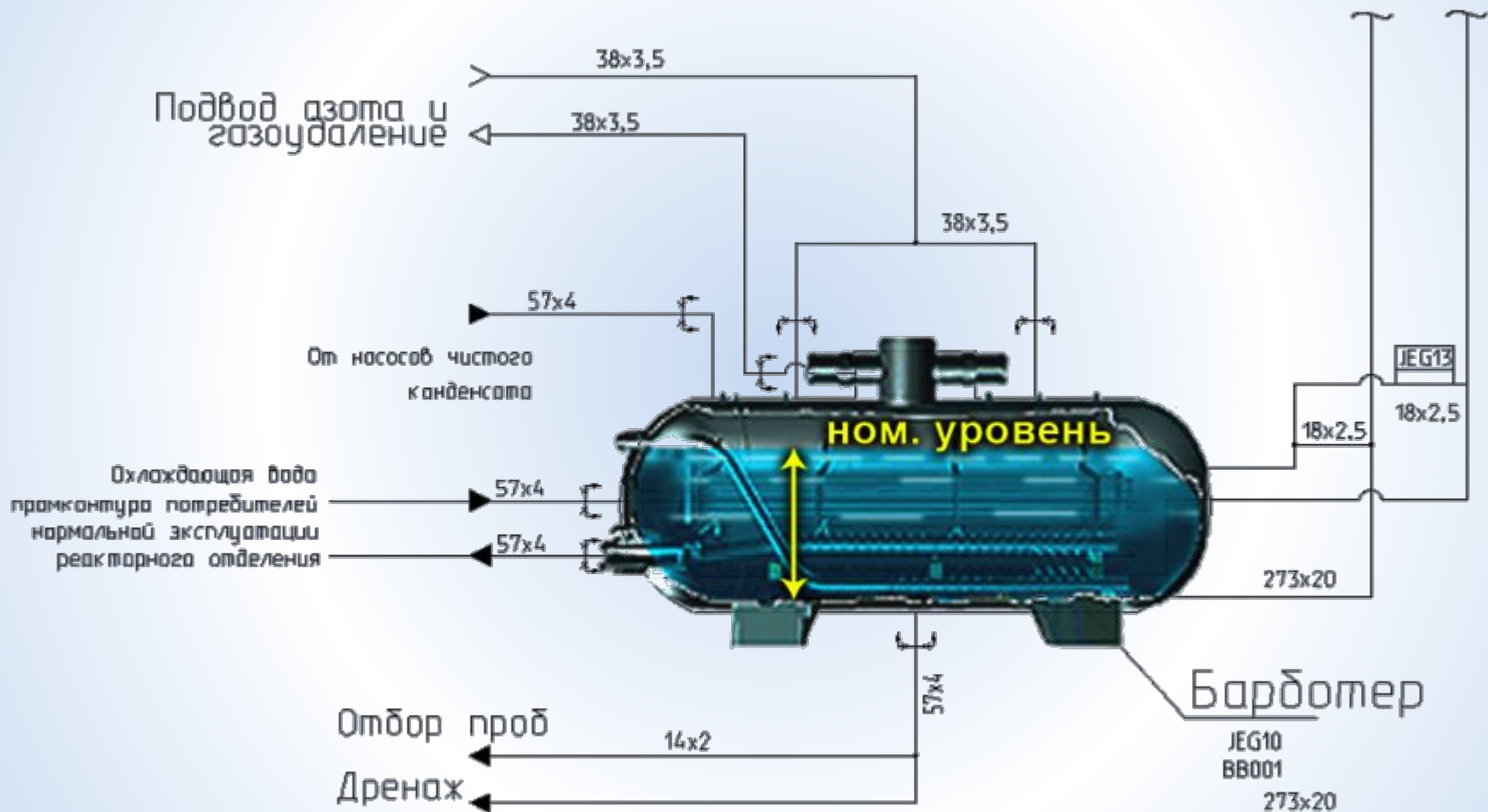


# ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ В СОСТАВЕ ПЕРВОГО КОНТУРА

Заполнение первого контура контролируется по уровню в КД и визуально через привод СУЗ (при снятых датчиках положения ОР СУЗ). При уровне в КД ~ 3м расход должен быть снижен до значения не более 20 м<sup>3</sup>/ч. При уровне в КД 10900 мм расход подпиточной воды снизить до минимального 10÷15 м<sup>3</sup>/ч. Заполнение прекращается после появления устойчивого сигнала от сигнализаторов влаги на воздушнике соответствующего оборудования. Воздушники закрываются.

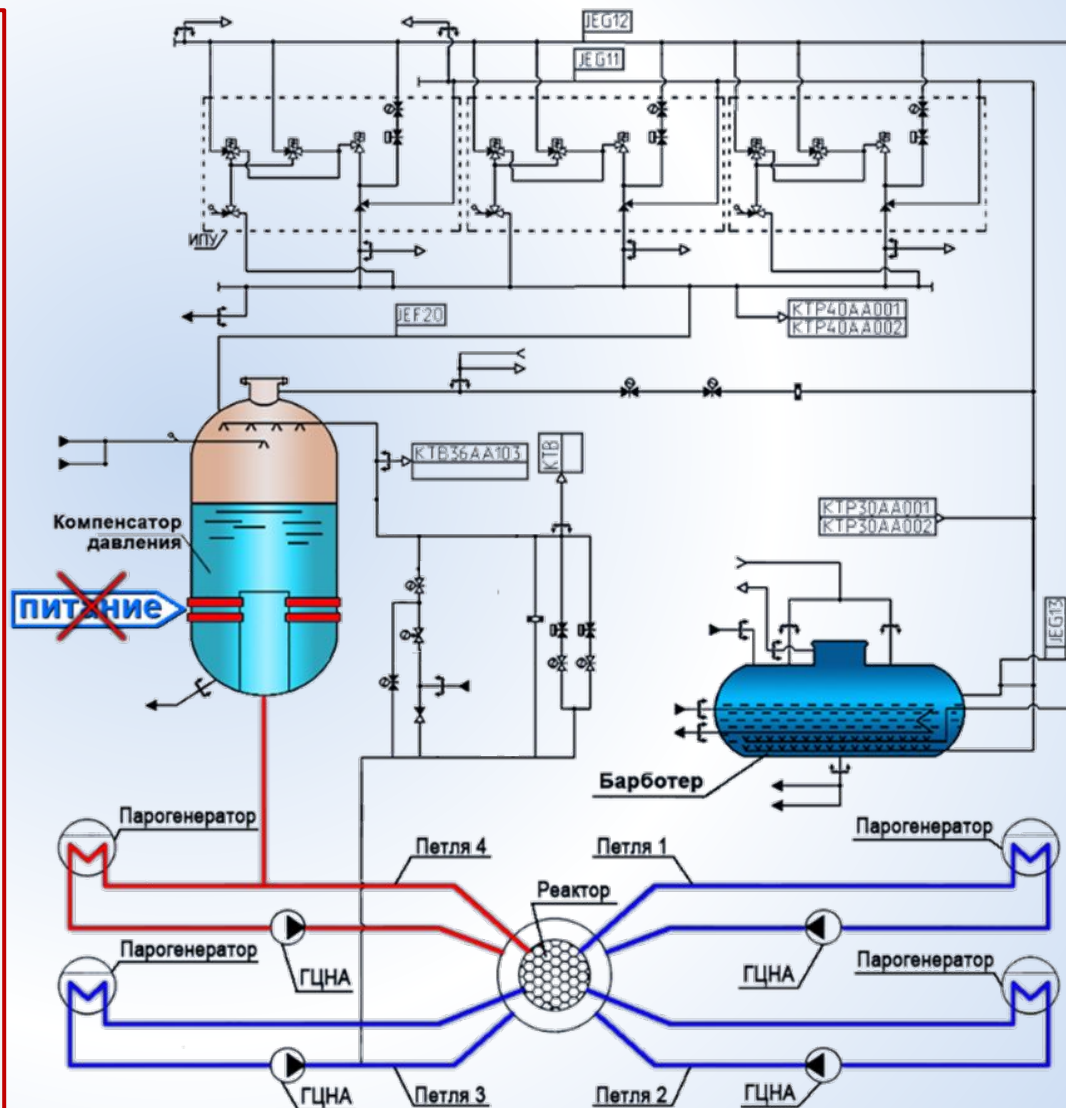


# ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ В СОСТАВЕ ПЕРВОГО КОНТУРА



# ПРОВЕРКА ПЛОТНОСТИ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ

Перед подъёмом давления в системе до 3,2 МПа проконтролировать, что надёжно отключены все участки трубопроводов низкого давления от трубопроводов высокого давления. Проконтролировать, что электросхемы питания ТЭН КД разобраны. Поднять давление в первом контуре до 3,2 МПа с помощью насоса системы КВА. Скорость подъема давления в первом контуре должна быть не более 0,98 МПа в минуту. При давлении 3,2 МПа выполнить осмотр оборудования системы на предмет отсутствия течей. Проконтролировать отсутствие давления в МПП фланцевых разъёмов КД. При наличии течей снизить давление в первом контуре до атмосферного. При необходимости поддренировать первый контур и устранить неплотности. Повторить испытания первого контура на плотность давлением 3,2 МПа.



# ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ В СОСТАВЕ ПЕРВОГО КОНТУРА

Гидравлические испытания системы компенсации давления проводятся:

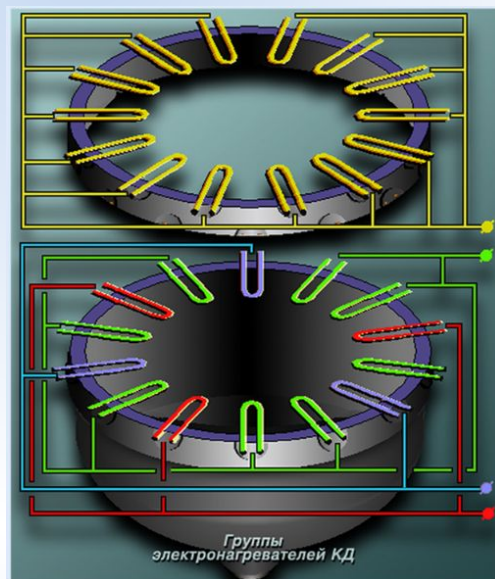
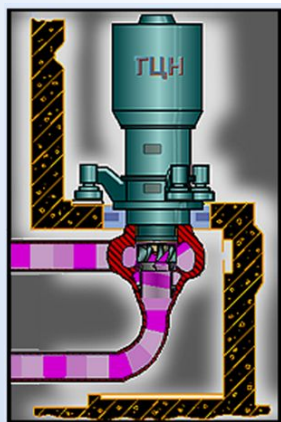
- в составе первого контура не реже одного раза в четыре года перед пуском РУ после ППР
- после каждого ремонта или реконструкции на оборудовании с применением нагрева, сварки
- после землетрясения, равного или превышающего по балльности значение проектного землетрясения

Подъем давления в системе теплоносителя первого контура выше 3,4 МПа разрешается при температуре выше критической температуры хрупкости металла оборудования и трубопроводов. Температура окружающей среды при гидравлических испытаниях не ниже 20 °С.

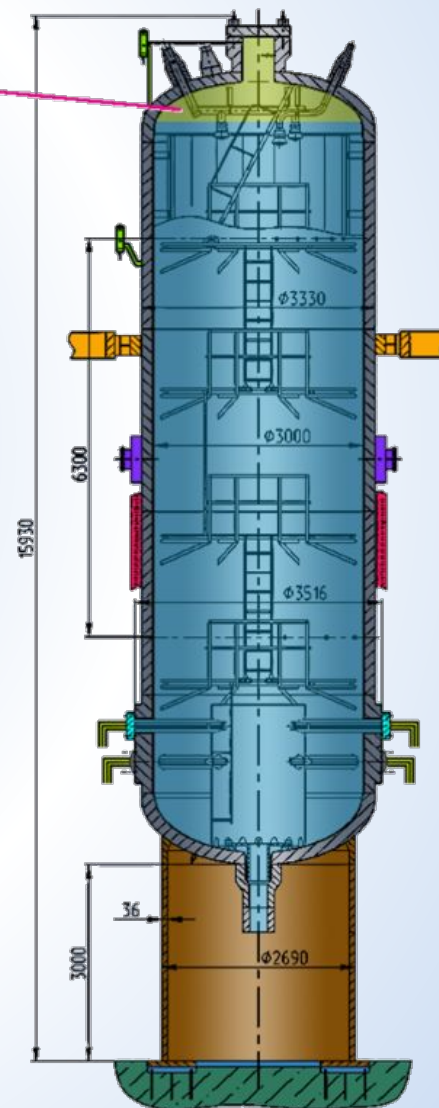
# ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ В СОСТАВЕ ПЕРВОГО КОНТУРА

Разогрев теплоносителя первого контура до температуры гидравлических испытаний осуществляется за счет остаточных тепловыделений, мощности работающих ГЦНА и работы ТЭН КД в следующей последовательности:

- включаются в работу поочередно ГЦНА, в работе должно быть не более трех ГЦНА;
- включаются ТЭН КД;
- по линии впрыска в КД осуществляется постоянная протечка расходом не более  $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ .



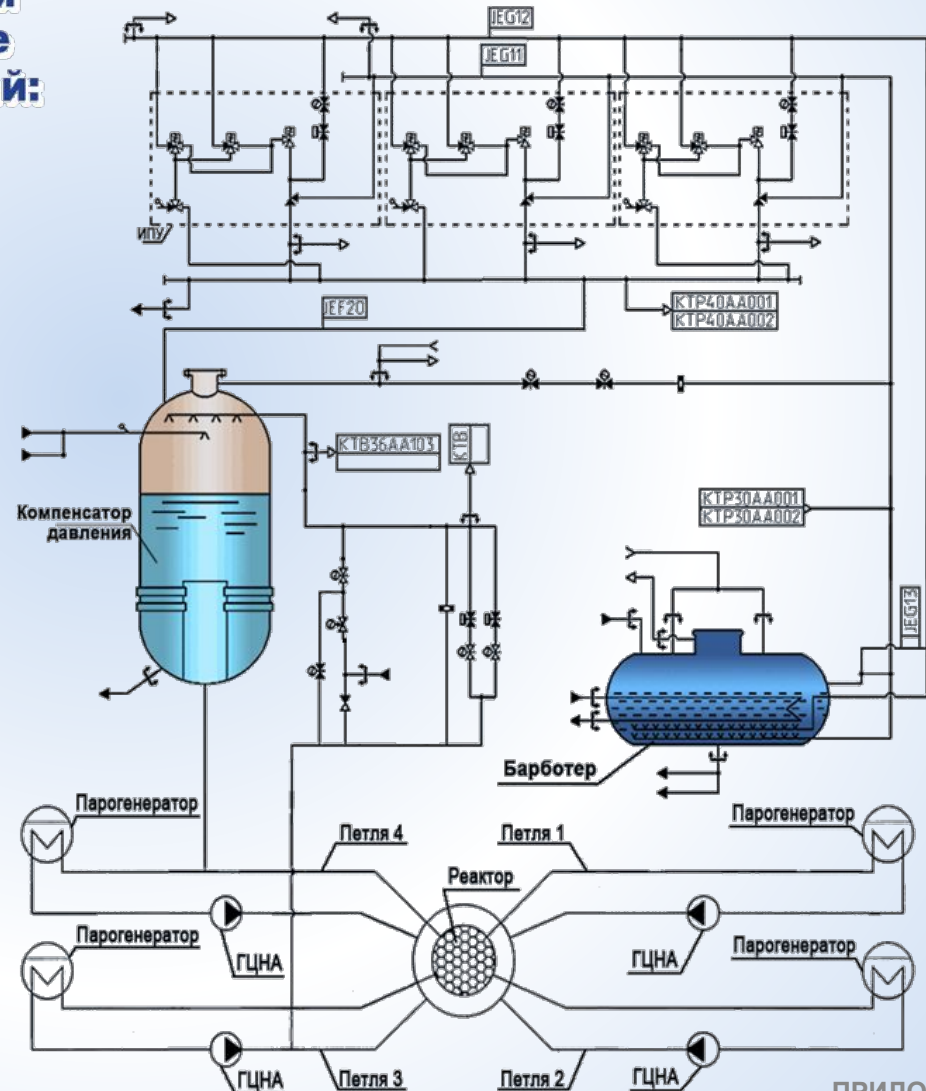
Азотная подушка  
- давление – 2,0 МПа  
- объем воды – 4м<sup>3</sup>



# ПУСК ИЗ «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ ДО НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

**Система компенсации давления обеспечивает в данном режиме выполнение следующих функций:**

- компенсацию температурных изменений объема теплоносителя I контура;
- регулирование давления в первом контуре реакторной установки;
- локализацию протечек пара через ИПУ КД и сдувок из КД в период пуска;
- снижение концентрации борной кислоты в КД.



# ПУСК ИЗ «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ ДО НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

Исходное состояние – «горячее». Уровень в КД – 5,1 м.

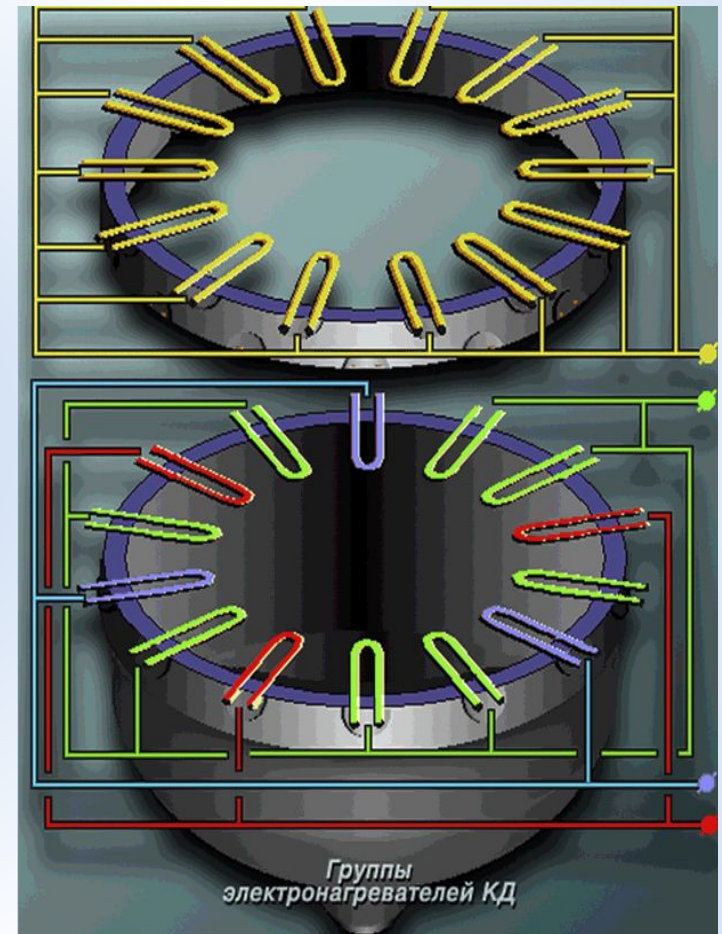
После проведения, требуемых перед выводом реактора на МКУ операций, начинается снижение концентрации борной кислоты в первом контуре, включая КД. Для снижения концентрации борной кислоты в КД производятся следующие действия:

- включается регулятор давления первого контура;
- включаются все группы ТЭН КД;
- оператор контролирует компенсацию работы всех групп ТЭН КД работой впрыска в КД по линии Ду50.

После достижения пусковой концентрации борной кислоты в теплоносителе первого контура, включая КД, ТЭН КД переводятся в автоматический режим работы по алгоритму регулятора давления первого контура. Производится перевод реактора на МКУ мощности (до  $1\%N_{ном}$ )..

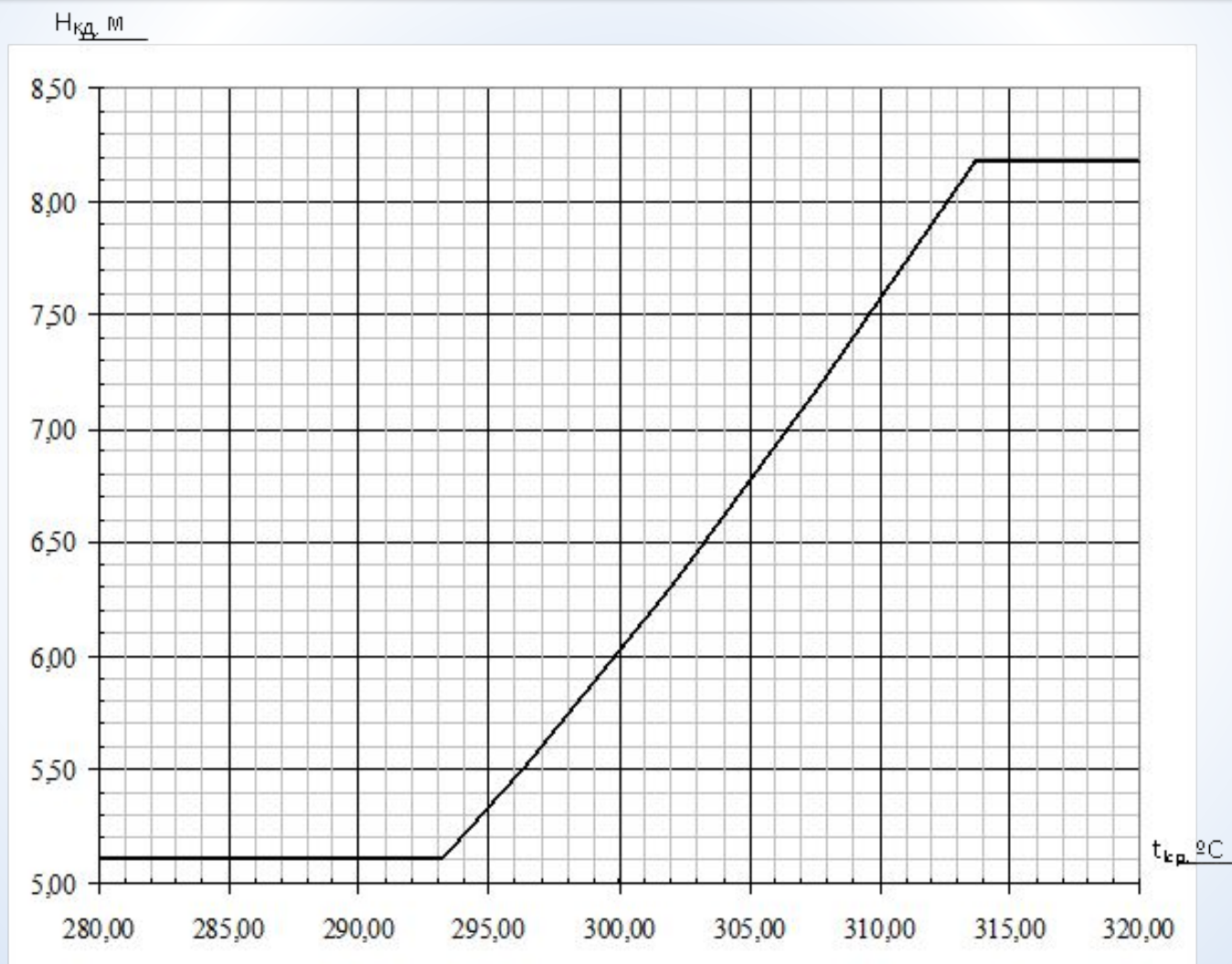
ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (Н) В КД ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПЕРВОГО КОНТУРА

Программа работы регулятора давления





# График зависимости уровня теплоносителя (Н) в КД от средней температуры теплоносителя первого контура ( $t_{\text{ср}}$ )



# ПРОГРАММА РАБОТЫ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ

Срабатывание впрыска в КД при увеличении давления, МПа

Регулирующий клапан	16,6 – начало открытие	16,8 – полное открытие
Номер задвижки	Открытие	Закрытие
1	Выше 16,9	Ниже 16,8
2	Выше 17,1	Ниже 17,0

Срабатывание групп электронагревателей при уменьшении давления,  
МПа

Номер группы ТЭН	Включение	Отключение
1, регулирующая подгруппа (90 кВт)	Ниже 16,0	Выше 16,2
1, рабочая подгруппа (270 кВт)	Ниже 16,0	Выше 16,3
2 (270 кВт)	Ниже 15,9	Выше 16,1
3 (720 кВт)	Ниже 15,8	Выше 16,0
4 (1170 кВт)	Ниже 15,8	Выше 16,0

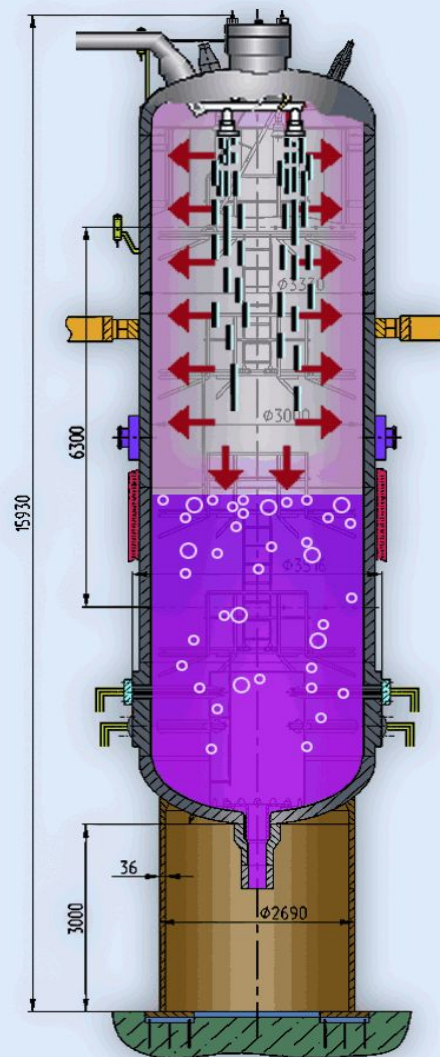


# РАБОТА СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ РУ НА МОЩНОСТИ, НЭ

Система компенсации давления обеспечивает ограничение давления в первом контуре во время работы реакторной установки в переходных режимах нормальной эксплуатации значением 16,9 МПа.

Ограничение роста давления теплоносителя первого контура обеспечивается:

- демпфирующими свойствами паровой подушки КД;
- впрыском в КД теплоносителя с напора ГЦНА по линиям постоянной протечки;
- впрыском в КД теплоносителя с напора ГЦНА по линии впрыска с регулирующим клапаном Ду50.



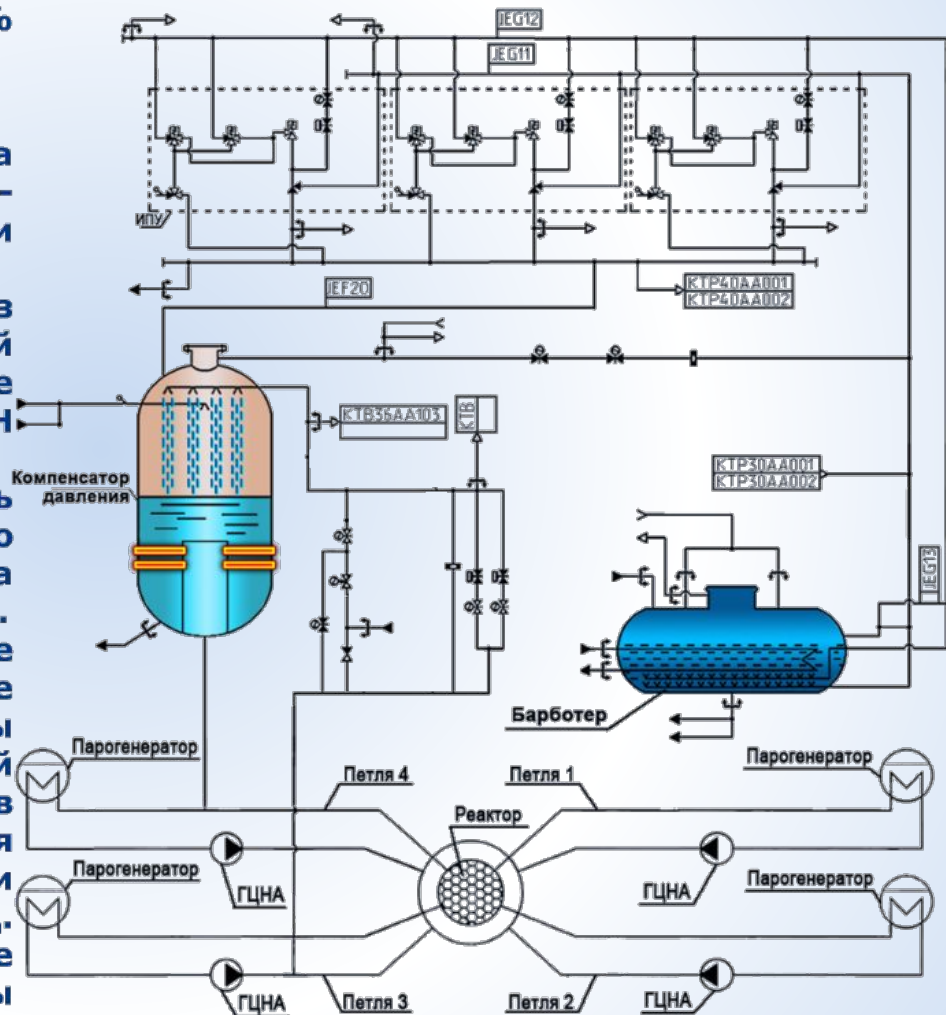
# ПЛАНОВЫЙ ОСТАНОВ ДО «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ

Исходное состояние – работа на 100 % от номинальной мощности.  
Уровень в КД – 8,17 м.

При снижении мощности реактора уменьшается температура теплоносителя и, как следствие, уровень в КД и давление в первом контуре.

При изменении давления на выходе из реактора в соответствии с программой регулирования давления в работе находятся соответствующие группы ТЭН КД.

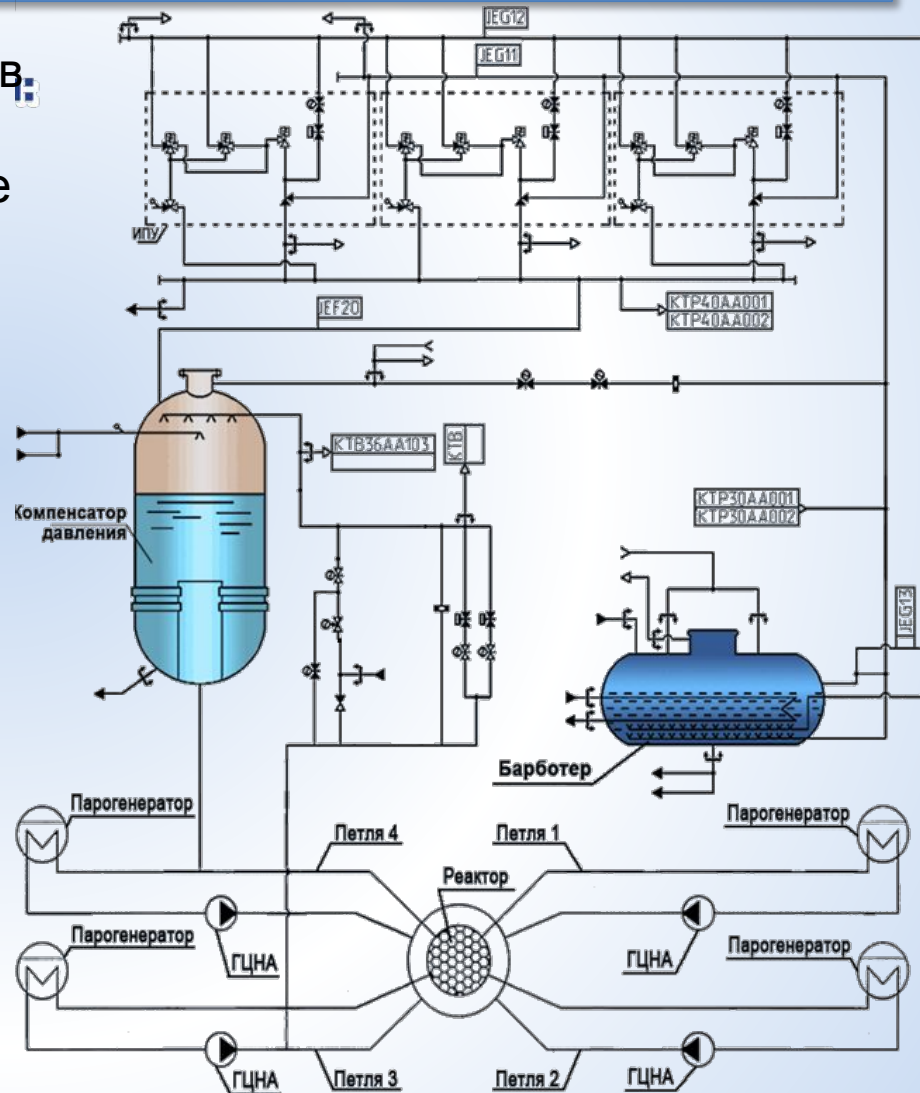
В процессе снижения мощности уровень в КД поддерживается в соответствии со средней температурой первого контура работой штатного регулятора уровня КД. При уровне мощности реактора менее МКУ перевод РУ в «горячее» состояние осуществляется вводом борной кислоты в первый контур. Создание требуемой концентрации борной кислоты в теплоносителе КД обеспечивается впрыском с напора ГЦНА при включенных всех группах ТЭН КД. Перед расхолаживанием РУ отличие массовой концентрации борной кислоты в КД от массовой концентрации в теплоносителе ГЦК должно быть не более 1 г/дм<sup>3</sup>



# РАСХОЛАЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ «ХОЛОДНОГО» СОСТОЯНИЯ

Расхолаживание СКД осуществляется в составе первого контура. В данном режиме СКД обеспечивает выполнение следующих требований:

- скорость расхолаживания КД не должна превышать  $40\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ ;
- давление теплоносителя первого контура должно быть выше минимального допустимого давления на всасе ГЦНА;
- разность между температурой насыщения, как функции давления на выходе из реактора, и температурой в любой из «горячих ниток» петель должна быть не менее  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



# РАСХОЛАЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ «ХОЛОДНОГО» СОСТОЯНИЯ

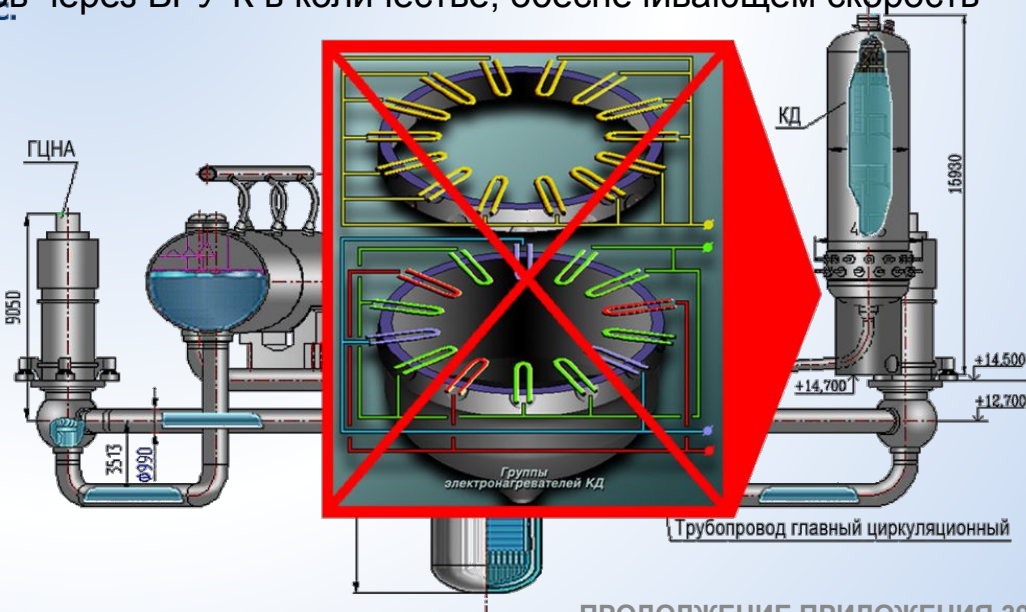
В процессе подготовки к расхолаживанию уровень в КД повышается с 5,1 до 10,0 м. ПГ заполняются до максимально возможного контролируемого уровня - 3,7 м. Указанные уровни в КД и ПГ поддерживаются в течение всего режима расхолаживания. ТЭН КД отключены.

Расхолаживание РУ производится в следующей последовательности: отключается регулятор давления первого контура и включается в работу регулятор расхолаживания КД, который посредством впрыска с напора ГЦНА или от системы подпитки и борного регулирования обеспечивает скорость расхолаживания КД не более 40 °С/ч, разность между температурой воды в КД и максимальной температурой в ГЦК не более 80 и не менее 40 °С.

Расхолаживание производится при работе двух ГЦНА. При расхолаживании постоянно осуществляется подпитка-продувка первого контура.

При достижении разности температуры воды в КД и температуры теплоносителя первого контура 55 °С начинается сброс пара из парогенераторов через БРУ-К в количестве, обеспечивающем скорость расхолаживания РУ 30 °С/ч.

При температуре воды в КД от 200 до 210 °С и давлении в первом контуре менее 2,0 МПа начинается замена паровой подушки на азотную, для этого к КД подключается система подачи азота давлением не менее 2,0 МПа. Уровень в КД повышается до 10,9 м, и дальнейшее расхолаживание теплоносителя первого контура осуществляется со скоростью 30 °С/ч без поддержания разности температур теплоносителя в КД и ГЦК.

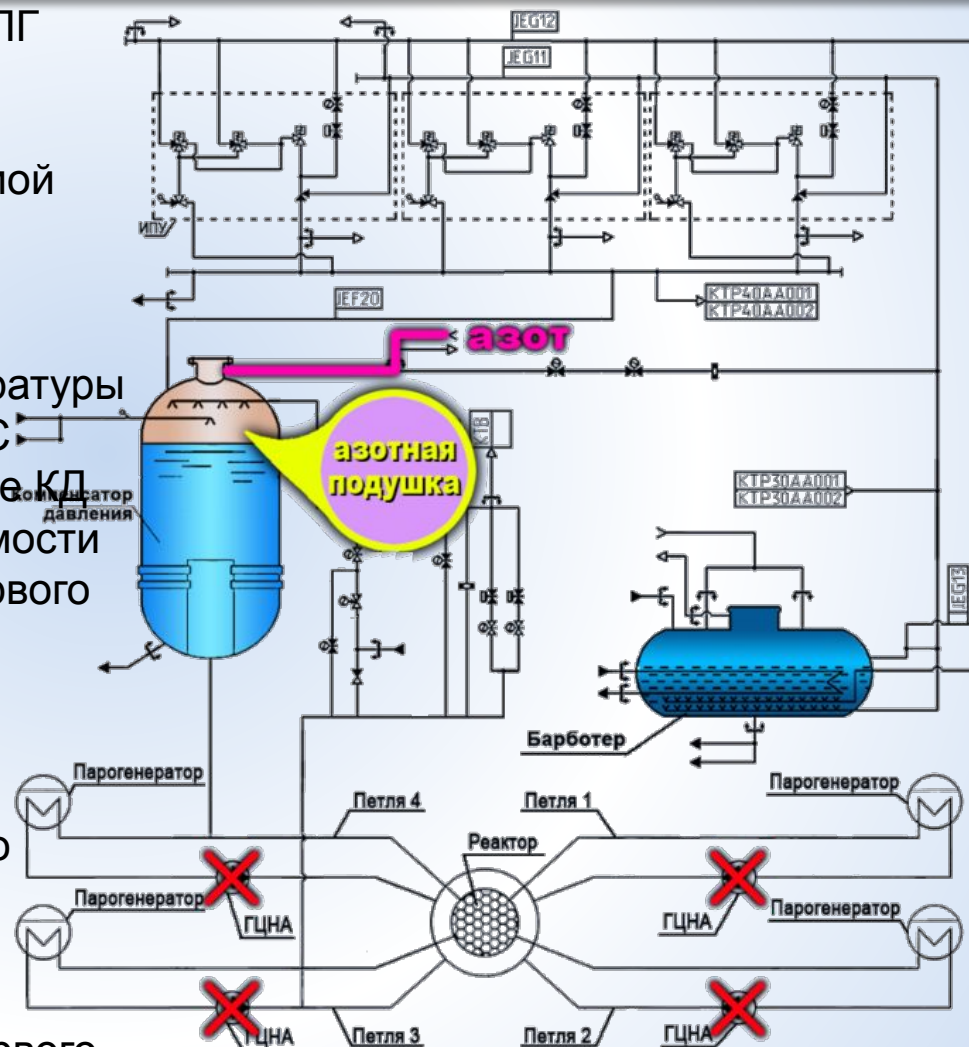


# РАСХОЛАЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ «ГОРЯЧЕГО» СОСТОЯНИЯ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ «ХОЛОДНОГО» СОСТОЯНИЯ

Расхолаживание сбросом пара из ПГ производится до температуры в первом контуре ~ 130 °С, далее отвод тепла от первого контура осуществляется системой отвода остаточного тепла (сброс пара становится малоэффективным для поддержания заданной скорости расхолаживания). При снижении температуры теплоносителя первого контура до 60 °С отключаются все ГЦНА. Расхолаживание КД до 60 °С осуществляется при необходимости впрыском с напора насоса подпитки первого контура в КД. Расхолаживание ПГ осуществляется за счет многократного водообмена.

Расхолаживание первого контура прекращается, когда параметры первого контура соответствуют «холодному» состоянию РУ.

Снижение уровня в КД и ПГ разрешается после расхолаживания первого и второго контуров до 60 °С.



# НАРУШЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В режимах нарушения нормальной эксплуатации, не связанных с течами теплоносителя первого контура, при сохранении работоспособности элементов системы и наличии электропитания, система может работать так же, как и в режимах нормальной эксплуатации, компенсируя изменения давления в первом контуре до определенных пределов работой впрыска в КД.

В авариях, связанных с течами теплоносителя первого контура, но не связанных с течью из первого контура во второй, ее функционирование не требуется. В авариях, связанных с течью из первого контура во второй, для исключения открытия сбросных устройств среды из ПГ в атмосферу Компенсатор давления

давление в КД снижается путем впрыска борированной воды в паровое пространство КД от системы аварийного ввода бора.

В запроектных авариях с расплавлением активной зоны снижение давления (при необходимости) в первом контуре до 1,0 МПа осуществляется совместной работой ИПУ КД и САГ, а так же, при наличии электропитания арматуры впрыска, насосов системы КВА и (или) ГЦНА, система может работать аналогично работе в режимах нормальной эксплуатации, являясь средством управления этими авариями.

