

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045312**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.15

(51) Int. Cl. **G21C 9/016** (2006.01)

(21) Номер заявки
202391518

(22) Дата подачи заявки
2021.12.15

(54) **СИСТЕМА ЛОКАЛИЗАЦИИ И ОХЛАЖДЕНИЯ РАСПЛАВА АКТИВНОЙ ЗОНЫ
ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

(31) **2020143777**

(72) Изобретатель:

(32) **2020.12.29**

Сидоров Александр Стальевич,

(33) **RU**

Сидорова Надежда Васильевна,

(43) **2023.08.24**

Чикан Кристин Александрович,

(86) **PCT/RU2021/000575**

Бадешко Ксения Константиновна

(87) **WO 2022/146184 2022.07.07**

(RU)

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ";
ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
НАУЧНОГО РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ "НАУКА
И ИННОВАЦИИ" (ЧАСТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "НАУКА И
ИННОВАЦИИ") (RU)**

(74) Представитель:

Снегов К.Г. (RU)

(56) **RU-C1-2736545
WO-A1-2020067919
RU-C1-2736544
RU-C1-2576517
RU-C1-2575878
RU-C1-2734734
RU-C1-2576516
CN-B-105551538
KR-A-1020170126361**

(57) Изобретение относится к системам, обеспечивающим безопасность атомных электростанций, и может быть использовано при авариях, приводящих к разрушению корпуса реактора и его герметичной оболочки. Система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора содержит направляющее устройство, ферму-консоль, наполнитель для приема и распределения расплава, размещенный в корпусе, по периметру которого установлены клапаны подачи воды и на фланце установлена тепловая защита, барабан, установленный на фланце корпуса, выполненный в форме обечайки с установленными с внутренней стороны по ее периметру усиливающими ребрами, опирающимися на крышку, и днище, имеющее элементы натяжения, соединяющие барабан через приваренный к нему опорный фланец с фланцем корпуса, дистанционирующие элементы. В барабане выполнены патрубки, в которых установлены клапаны подачи воды с герметичными крышками, установленными в патрубках барабана, гидравлические демпферы, соединенные с внешними источниками воды и клапанами подачи воды барабана посредством подводящих, напорных, компенсирующих и уравнильных трубопроводов для повышения надежности системы локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора.

045312 B1

045312 B1

Область техники

Изобретение относится к области атомной энергетики, в частности к системам, обеспечивающим безопасность атомных электростанций (АЭС), и может быть использовано при тяжёлых авариях, приводящих к разрушению корпуса реактора и его герметичной оболочки.

Наибольшую радиационную опасность представляют аварии с расплавлением активной зоны, которые могут происходить при множественном отказе систем охлаждения активной зоны.

При таких авариях расплав активной зоны - кориум, расплавляя внутриреакторные конструкции и корпус реактора, вытекает за его пределы и вследствие сохраняющегося в нем остаточного тепловыделения, может нарушить целостность герметичной оболочки АЭС - последнего барьера на пути выхода радиоактивных продуктов в окружающую среду.

Для исключения этого необходимо локализовать вытекший из корпуса реактора расплав активной зоны (кориум) и обеспечить его непрерывное охлаждение, вплоть до полной кристаллизации. Эту функцию выполняет система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора, которая предотвращает повреждение герметичной оболочки АЭС и тем самым защищает население и окружающую среду от радиационного воздействия при тяжелых авариях ядерных реакторов.

Одним из самых важных факторов обеспечения надежного процесса охлаждения и локализации расплава активной зоны ядерного реактора в случае возникновения тяжелых аварий является своевременное, гарантированное обеспечение подачи воды внутрь многослойного корпуса для охлаждения расплава, который реализуется за счет установки в верхней части корпуса, предназначенного для приема и распределения расплава, клапанов подачи воды. Ключевым аспектом в данном случае является то, что подача воды через установленные клапаны должна быть осуществлена в определенный момент времени при достижении определенных (специфических) условий, а именно: преждевременная подача воды может привести к паровому взрыву, а невозможность подачи воды может привести к перегреву оборудования внутри корпуса под действием лучистых тепловых потоков со стороны зеркала расплава, что, в конечном итоге, может привести к обрушению оборудования внутрь корпуса, попаданию воды из шахты реактора в расплав, смешиванию воды с расплавом, результатом чего станут паровые взрывы, разрушающие систему локализации и охлаждения расплава и гермозону с выходом радиоактивных веществ в окружающую среду.

Предшествующий уровень техники

Известна система [1-3] локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора, содержащая направляющую плиту, установленную под корпусом ядерного реактора и опирающуюся на ферму-консоль, установленный на закладные детали в основании бетонной шахты многослойный корпус, фланец которого снабжен тепловой защитой, наполнитель, состоящий из набора кассет, установленных друг на друге, площадку обслуживания, установленную внутри корпуса между наполнителем и направляющей плитой.

Данная система имеет низкую надежность, обусловленную следующими недостатками:

при проплавлении (разрушении) корпуса реактора расплавом активной зоны в образовавшееся отверстие под действием остаточного давления, имеющегося в корпусе реактора, начинает истекать перегретый расплав, который распространяется несимметрично внутри объема многослойного корпуса и оказывает динамическое воздействие на периферийные конструкции: зону герметичного соединения многослойного корпуса с фермой-консолью, тепловую защиту фланца многослойного корпуса, клапаны подачи воды, расположенные в многослойном корпусе, что приводит к их разрушению, а также разрушению фланца многослойного корпуса, и внутренних поверхностей фермы-консоли, омываемых расплавом активной зоны, что в результате приводит к нарушению работы системы локализации и охлаждения расплава, ввиду разрушения её элементов;

при струйном поступлении большого объема (например, от 10 до 15 м³) перегретого расплава внутрь многослойного корпуса на наполнитель часть такого расплава, в результате отражающего эффекта со стороны наполнителя, перемещается в обратном направлении в сторону периферийных конструкций в сторону герметичного соединения многослойного корпуса с фермой-консолью, в сторону тепловой защиты фланца многослойного корпуса и в сторону многослойного корпуса, а именно в зону установки клапанов подачи воды, что приводит к их повреждению и разрушению (завариванию) и, следовательно, нарушению процесса подачи воды внутрь многослойного корпуса для охлаждения расплава, в результате чего может произойти разрушение системы локализации и охлаждения расплава и выход радиоактивных веществ в окружающую среду;

при истечении расплава внутрь многослойного корпуса в наполнитель объем расплава увеличивается за счёт плавления наполнителя и повышается его уровень внутри многослойного корпуса, при этом падение обломков активной зоны и днища корпуса реактора приводит к образованию выплесков (волн) расплава, которые динамически воздействуют на периферийное оборудование и установленные в многослойном корпусе клапаны подачи воды, что приводит к их разрушению (завариванию) и, следовательно, нарушению процесса подачи воды внутрь многослойного корпуса для охлаждения расплава, в результате чего может произойти разрушение системы локализации и охлаждения расплава и выход радиоактивных веществ во внешнюю среду;

в процессе истечения расплава из корпуса ядерного реактора и при взаимодействии расплава с наполнителем образуются аэрозоли, перемещающиеся вверх из горячих зон и оседающие в холодных зонах на периферийном оборудовании и на клапанах подачи воды, что приводит к их экранированию с последующим блокированием срабатывания от воздействия теплового излучения со стороны зеркала расплава и, следовательно, к нарушению процесса подачи воды внутрь многослойного корпуса для охлаждения расплава, в результате чего может произойти разрушение системы локализации и охлаждения расплава и выход радиоактивных веществ во внешнюю среду.

Раскрытие изобретения

Технический результат заявленного изобретения заключается в повышении надежности системы локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора.

Задачи, на решение которых направлено заявленное изобретение, заключаются в исключении разрушения периферийных конструкций, оборудования, установленного на фланец корпуса, и обеспечении гарантированной подачи охлаждающей воды на расплав.

Поставленные задачи решаются за счет того, что система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора, содержащая направляющее устройство, ферму-консоль, наполнитель для приема и распределения расплава, размещенный в корпусе, по периметру которого установлены клапаны подачи воды и на фланце установлена тепловая защита, согласно изобретению, дополнительно содержит барабан, установленный на фланце корпуса, выполненный в форме обечайки с установленными с внутренней стороны по её периметру усиливающими ребрами, опирающимися на крышку и днище, имеющий элементы натяжения, соединяющие барабан через приваренный к нему опорный фланец с фланцем корпуса, дистанционирующие элементы, обеспечивающие регулировочный зазор между барабаном и фланцем корпуса, в барабане выполнены патрубки, в которых установлены клапаны подачи воды с герметичными крышками, установленными в патрубках барабана, гидравлические демпферы, соединённые с внешними источниками воды и клапанами подачи воды барабана посредством подводящих, напорных, компенсирующих и уравнивающих трубопроводов.

Одним существенным признаком заявленного изобретения является наличие в системе локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора барабана, установленного на фланце корпуса, выполненного в форме обечайки с установленными с внутренней стороны по её периметру усиливающими ребрами, опирающимися на крышку и днище, имеющего элементы натяжения, соединяющие барабан через приваренный к нему опорный фланец с фланцем корпуса, дистанционирующие элементы, обеспечивающие регулировочный зазор между барабаном и фланцем корпуса, патрубки, в которых размещены клапаны подачи воды с герметичными крышками, что позволяет обеспечить поступление охлаждающей воды от внешних источников в пространство внутри корпуса в условиях недостатка воды в шахте реактора или отказа клапанов подачи воды, установленных по периметру корпуса и, следовательно, обеспечить парогазовое, пароводяное или водяное охлаждение зеркала расплава и оборудования, расположенного выше зеркала расплава (фермы-консоли и направляющей плиты) за счёт подачи охлаждающей воды от внешних источников внутрь корпуса, сверху на зеркало расплава.

Ещё одним существенным признаком заявленного изобретения является наличие в системе локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора гидравлических демпферов, соединённых с внешними источниками воды и клапанами подачи воды барабана посредством подводящих, напорных, компенсирующих и уравнивающих трубопроводов, что позволяет обеспечить защиту клапанов подачи воды барабана от длительного воздействия раствора борной кислоты и от гидроударов в условиях поступления самотёком охлаждающей воды от внешних источников, расположенных над указанными клапанами подачи воды.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 изображена система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора, выполненная в соответствии с заявленным изобретением.

На фиг. 2 изображён барабан, установленный на фланец многослойного корпуса.

На фиг. 3 изображён фрагмент барабана, установленного на фланец многослойного корпуса.

На фиг. 4 изображён клапан подачи воды с герметичной крышкой, установленный в барабане.

На фиг. 5 изображены элементы гидростатического оборудования.

Варианты осуществления изобретения

Как показано на фиг. 1-4, система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора содержит направляющее устройство 1, установленное под корпусом 2 ядерного реактора и опирающееся на ферму-консоль 3. Под фермой-консолью 3 установлен корпус 4, который монтируется в основании шахты реактора на закладных деталях. Корпус 4 с наполнителем 7 предназначен для приема и распределения расплава. В верхней части корпуса 4 выполнен фланец 5, снабженный тепловой защитой 6. Внутри корпуса 4 размещен наполнитель 7. В зоне между наполнителем 7 и фланцем 5 по периметру корпуса 4 расположены клапаны 8 подачи воды. На фланце 5 корпуса 4 установлен барабан 12.

Как показано на фиг. 2-5, в барабане 12 размещены патрубки 10, в которых установлены клапаны 9 подачи воды. Каждый клапан 9 подачи воды барабана 12 снабжен герметичной крышкой 28, при этом клапаны 9 подачи воды соединены с гидравлическими демпферами 25 с помощью напорных 22 и 23,

уравнительных 29 и подводящих 21 труб, труб-компенсаторов 26 температурных расширений, установленных на фланцевых соединениях 27, обеспечивающих поступление охлаждающей воды от внешних источников в пространство внутри корпуса 4 в условиях отказа клапанов 8 подачи воды, установленных по периметру корпуса 4, или при низком уровне охлаждающей воды в шахте реактора, при котором клапаны 8 подачи воды корпуса 4 не могут обеспечить перелив воды из шахты реактора внутрь корпуса 4.

Заявленная система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора работает следующим образом.

В момент разрушения корпуса 2 ядерного реактора расплав активной зоны под действием гидростатического и остаточного давлений начинает поступать на поверхность направляющего устройства 1, удерживаемого фермой-консолью 3. Расплав, стекая по направляющему устройству 1, попадает в корпус 4 и входит в контакт с наполнителем 7. При секторном неосесимметричном стекании расплава происходит частичное плавление тепловых защит фермы-консоли 3, тепловой защиты 6 фланца 5 корпуса 4. Разрушаясь, эти тепловые защиты, с одной стороны, снижают тепловое воздействие расплава активной зоны на защищаемое оборудование, а с другой - уменьшают температуру и химическую активность самого расплава.

Тепловая защита 6 фланца 5 корпуса 4 обеспечивает защиту его верхней толстостенной внутренней части от теплового воздействия со стороны зеркала расплава активной зоны с момента поступления расплава в наполнитель 7 и до окончания взаимодействия расплава с наполнителем 7, т.е. до момента начала охлаждения водой корки, расположенной на поверхности расплава активной зоны. Тепловая защита 6 фланца 5 корпуса 4 устанавливается таким образом, что позволяет обеспечить защиту внутренней поверхности корпуса 4 выше уровня расплава активной зоны, образующегося в корпусе 4 в процессе взаимодействия с наполнителем 7, именно, той верхней части корпуса 4, которая имеет большую толщину по сравнению с цилиндрической частью корпуса 4, обеспечивающей нормальную без кризиса теплообмена в режиме кипения в большом объеме передачу тепла от расплава активной зоны к воде, находящейся с внешней стороны корпуса 4.

В процессе взаимодействия расплава активной зоны с наполнителем 7 тепловая защита 6 фланца 5 корпуса 4 подвергается разогреву и частичному разрушению, экранируя тепловое излучение со стороны зеркала расплава. Геометрические и теплофизические характеристики тепловой защиты 6 фланца 5 корпуса 4 выбираются таким образом, что при любых условиях обеспечивают экранирование фланца 5 корпуса 4 со стороны зеркала расплава, благодаря чему, в свою очередь, обеспечивается независимость защитных функций от времени завершения процессов физико-химического взаимодействия расплава активной зоны с наполнителем 7. Таким образом, наличие тепловой защиты 6 фланца 5 корпуса 4 позволяет обеспечить выполнение защитных функций до начала подачи воды на корку, расположенную на поверхности расплава активной зоны.

Защита клапанов 8 подачи воды корпуса 4 осуществляется пассивным способом: тепловая защита 6 фланца 5 корпуса 4 обеспечивает защиту от летящих предметов при разрушении днища корпуса реактора 2, обеспечивает защиту от разрушения стекающим расплавом и защиту от падения обломков тепловых защит, расположенных выше зеркала расплава.

Поступление металлических и оксидных компонентов расплава в наполнитель 7, размещенный в корпусе 4, приводит к постепенному расплавлению наполнителя 7 и образованию свободной поверхности расплава - зеркала расплава - внутри корпуса 4. По мере завершения физико-химических реакций между металлическими и оксидными компонентами расплава и наполнителем 7 температура зеркала расплава начинает расти за счёт перераспределения остаточных энерговыделений в расплаве между физико-химическими реакциями, теплопередачей через корпус 4, тепловым излучением на оборудование и конвективным нагревом газовой смеси со стороны зеркала расплава.

Тепловое излучение на клапаны 8 подачи воды корпуса 4 и клапаны 9 подачи воды барабана 12 со стороны зеркала расплава действует существенно неравномерно: на клапаны 8 подачи воды корпуса 4 это излучение действует значительно сильнее, чем на клапаны 9 подачи воды барабана 12, что связано с различным расположением указанных клапанов 8 и 9 по высоте относительно положения зеркала расплава. Клапаны 8 подачи воды корпуса 4 нагреваются быстрее клапанов 9 подачи воды барабана 12 и срабатывают на открытие значительно раньше по времени.

Если клапаны 8 подачи воды корпуса 4 не срабатывают на открытие, что возможно, например, при падении одного или нескольких обломков днища корпуса реактора 2 в ванну расплава с образованием волн выплесков расплава, заваривающих указанные клапаны 8 подачи воды, то тепловое излучение со стороны зеркала расплава продолжает нагревать клапаны 9 подачи воды барабана 12 до срабатывания первых одного-двух из них.

Как показано на фиг. 1-4, на фланце 5 корпуса 4 установлен барабан 12. Конструктивно барабан 12 выполнен в форме обечайки 13 с установленными с внутренней стороны по её периметру усиливающими ребрами 14, опирающимися на крышку 15 и днище 16. Барабан 12 имеет элементы 17 натяжения, соединяющие барабан 12 через приваренный к нему опорный фланец 18 с фланцем 5 корпуса 4. В барабане 12 установлены дистанционирующие элементы 20, обеспечивающие регулировочный зазор 19 между барабаном 12 и фланцем 5 корпуса 4. В барабане 12 установлены патрубки 10, в которых размещены

клапаны 9 подачи воды, обеспечивающие поступление охлаждающей воды от внешних источников в пространство внутри корпуса 4 в условиях отказа клапанов 8 подачи воды, установленных по периметру корпуса 4.

Регулировочный зазор 19 позволяет обеспечить точную установку барабана 12 на фланец 5 корпуса 4.

Как показано на фиг. 5, клапаны 9 подачи воды снабжены герметичными крышками 28, которые установлены в патрубках 10 барабана 12. Клапаны 9 подачи воды барабана 12 соединены с гидравлическими демпферами 25 и внешними источниками воды посредством подводящих 21, напорных 22, 23, компенсирующих 26 и уравнильных трубопроводов, которые обеспечивает подачу охлаждающей воды от внешних источников внутрь корпуса 4 сверху на зеркало расплава.

В процессе локализации расплава активной зоны в наполнителе 7 возможны нарушения целостности некоторых элементов оборудования системы локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора:

тепловые защиты фермы-консоли 3 могут быть секторно повреждены, разрушены или расплавлены в результате неосесимметричного поступления расплава;

тепловая защита 6 фланца 5 корпуса 4 может быть локально разрушена в нижней части выплесками расплава, а в верхней части может быть секторно разрушена в результате неосесимметричного поступления расплава.

Эти разрушения возможны как на начальной стадии локализации расплава активной зоны, так и на длительной стадии локализации. При таких разрушениях лучистые и конвективные тепловые потоки со стороны зеркала расплава начинают оказывать значительное воздействие на оборудование, расположенное выше корпуса 4: на направляющее устройство 1, на ферму-консоль 3, на барабан 12. В этих условиях интенсивность разогрева барабана 12, расположенного между фермой-консолью 3 и корпусом 4, будет существенно зависеть от интенсивности теплового излучения со стороны зеркала расплава и состояния клапанов 8 подачи воды корпуса 4: если при падении обломков днища корпуса 2 ядерного реактора в расплав, находящийся в корпусе 4, произойдет выброс выплеск жидкого расплава или его волнообразный подъём, то возможно заваривание клапанов 8 подачи воды корпуса 4 жидким расплавом и полная блокировка их проходного сечения. В этих условиях возможен полный отказ клапанов 8 подачи воды корпуса 4 на подачу охлаждающей воды на зеркало расплава. Разогрев тепловой защиты 6 фланца 5 корпуса 4, тепловых защит в ферме-консоли 3 и барабана 12 будет продолжаться.

Клапаны 9 подачи воды барабана 12 отделены от среды, находящейся в шахте реактора, герметичными крышками 28, которые соединены через трубы-компенсаторы 26 температурных расширений, через подводящие трубы 21 и трубы-уровнители 29 с гидравлическими демпферами 25. Борированная вода, поступающая от внешнего источника по напорной трубе 22 и по напорным патрубкам 23, поступает в гидравлические демпферы 25, в которых до поступления воды находился воздух. Воздух, под действием гидростатического напора воды, начинает сжиматься. Объём гидравлических демпферов 25 выбирается таким образом, чтобы находящийся в гидравлических демпферах 25 воздух, выдавливаясь водой в трубу-уровнитель 29, в подводящую трубу 21, в трубу-компенсатор 26 и в герметичную крышку 28, смешиваясь с воздухом в указанных трубах 29, 21, 26 и 28, обеспечивал противодействие, устанавливающее положение уровня борированной воды 24 в гидравлических демпферах 25 ниже уровня расположения трубы-уровнителя 29. Такое положение уровня борированной воды обеспечивает защиту клапанов 9 подачи воды барабана 12 от прямого воздействия борированной воды, исключая осаждение борной кислоты в указанных клапанах 9 подачи воды и сопутствующие коррозионные процессы. В процессе заполнения водой гидравлических демпферов 25 в них возникают колебательные процессы, связанные с различным гидравлическим сопротивлением как трактов подачи воды, так и трактов сжатия воздуха. Например, напорная труба 22, подводящая борированную воду к гидравлическому демпферу 25, может иметь подключения гидравлических демпферов 25 в различных местах, что приводит к отличиям гидравлического сопротивления тракта подачи воды по длине. И если на одной напорной трубе 22 на разном расстоянии установлено по одному гидравлическому демпферу 25, связанному трубопроводами 29, 21, 26 и 28 со своими клапанами 9 подачи воды, то при поступлении воды по напорной трубе 22 в гидравлических демпферах 25 возникают колебания уровня воды 24, способные обеспечить перелив борированной воды и заполнить герметичную крышку 28 клапана 9 подачи воды, вытеснив оттуда воздух. Для исключения этого явления на один клапан 9 подачи воды барабана 12 устанавливается несколько гидравлических демпферов 25, например два, имеющих врезки напорных патрубков 23 в разных местах напорной трубы 22, показанные на фиг. 5, и соединённых в верхней части трубой-уровнителем 29, обеспечивающей перетоки сжимаемого воздуха между гидравлическими демпферами 25, что в совокупности с меньшими диаметрами напорных патрубков 23 и трубой-уровнителем 29 по отношению к диаметру гидравлических демпферов 25 обеспечивает в них торможение колебательных процессов при поступлении воды, чем достигается защита герметичных крышек 28 от попадания борированной воды в процессе начального заполнения гидравлических демпферов 25.

Разогрев барабана 12 сопровождается разогревом клапанов 9 подачи воды, которые срабатывают на открытие при достижении заданной температуры. Срабатывание на открытие клапанов 9 подачи воды

барабана 12 сопровождается в начальный момент сбросом давления воздуха и только затем начинается поступление охлаждающей воды от внешних источников в пространство внутри корпуса 4 выше положения зеркала расплава, т.е. выше расположения наполнителя 7. При открытии клапанов 9 подачи воды барабана 12 вода от внешних источников, находящаяся, например, в баках запаса воды или в шахтах ревизии внутри герметичной оболочки, начинает самотёком поступать во внутреннее пространство корпуса 4 сверху на шлаковую шапку, образованную растворёнными элементами наполнителя 7. Начинается процесс пароводяного охлаждения поверхности расплава.

В условиях, при которых уровень охлаждающей воды, находящейся со стороны наружной поверхности корпуса 4, будет располагаться существенно ниже отметки установки клапанов 8 подачи воды корпуса 4, невозможно гидростатическое поступление охлаждающей воды внутрь корпуса 4 при срабатывании на открытие указанных клапанов 8 подачи воды. В этих условиях разогрев барабана 12 и установленных в нём клапанов 9 подачи воды будет продолжаться до срабатывания одного или нескольких клапанов 9 подачи воды. Подача воды через клапаны 9 подачи воды барабана 12 приводит к постепенному снижению температуры зеркала расплава. По мере охлаждения шлаковой шапки и самого зеркала расплава всё меньшее количество воды, поступающей через клапаны 9 подачи воды барабана 12, будет испаряться и всё большее количество воды будет накапливаться на поверхности шлаковой шапки, захламляющая всё пространство вокруг. Постепенно уровень воды над шлаковой шапкой будет подниматься, и, достигнув сечения клапанов 8 подачи воды корпуса 4, начнётся перелив воды в шахту реактора через один или несколько клапанов 8 подачи воды корпуса 4, сработавших на открытие. Поступление воды в шахту реактора через клапаны 9 подачи воды барабана 12, соединённые с гидростатическим оборудованием, обеспечивает улучшение теплообмена корпуса 4 и ускоряет процесс охлаждения расплава. Процесс поступления воды в шахту реактора будет длиться до выравнивания уровней воды в шахте реактора и внутри корпуса 4, а достигнув единого уровня, по мере поступления воды внутрь корпуса 4, общий уровень воды будет повышаться, обеспечивая эффективное захламление и стабилизацию расплава.

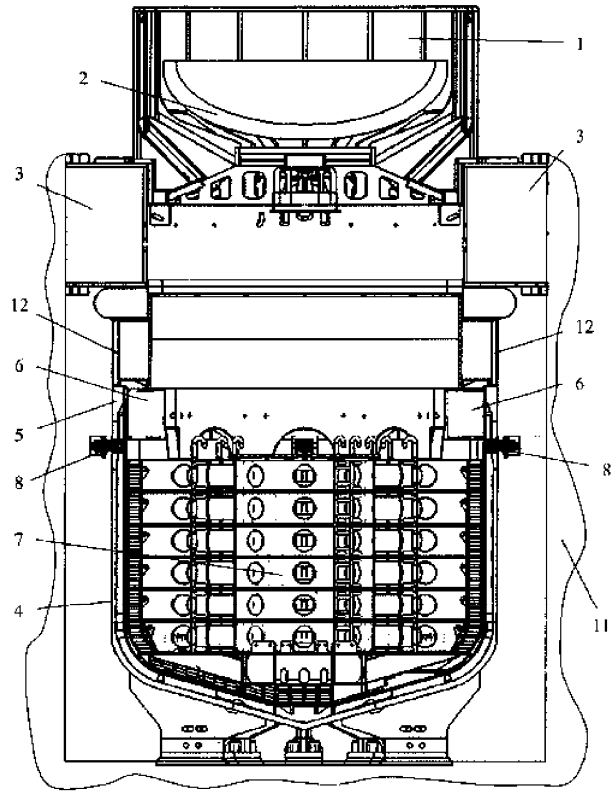
Таким образом, применение в составе системы локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора барабана с клапанами подачи воды, снабженными герметичными крышками, соединёнными посредством трубопроводов с гидростатическим оборудованием, позволило повысить её надёжность за счёт размещения на разных уровнях клапанов подачи воды, обеспечить охлаждение зеркала расплава при недостаточном уровне охлаждающей воды в шахте реактора, исключить одновременный выход из строя клапанов подачи воды, расположенных на разных уровнях при непроектных воздействиях от паровых взрывов, от выплесков расплава, от лучистых тепловых потоков, от механических воздействий на оборудование системы локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора.

Источники информации:

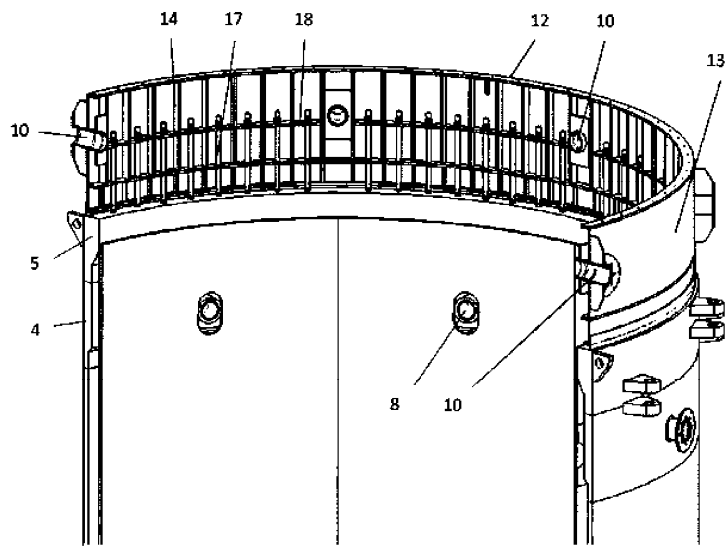
1. Патент РФ № 2576517, МПК G21C 9/016, приоритет от 16.12.2014;
2. Патент РФ № 2576516, МПК G21C 9/016, приоритет от 16.12.2014;
3. Патент РФ № 2575878, МПК G21C 9/016, приоритет от 16.12.2014.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

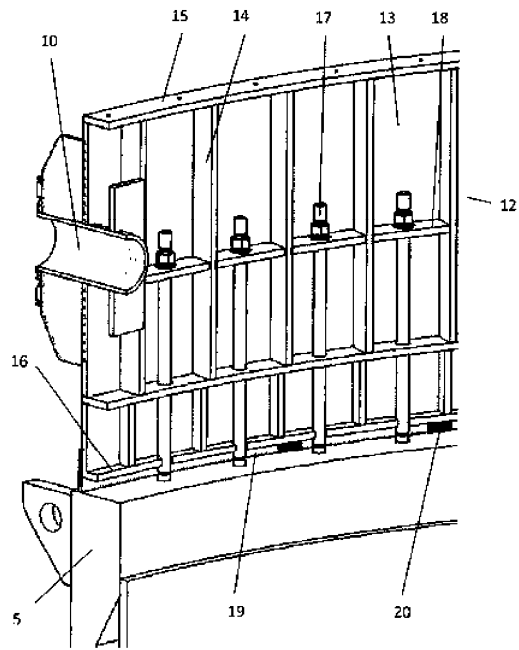
Система локализации и охлаждения расплава активной зоны ядерного реактора, содержащая направляющее устройство, ферму-консоль, наполнитель для приема и распределения расплава, размещенный в корпусе, по периметру которого установлены клапаны подачи воды и на фланце установлена тепловая защита, отличающаяся тем, что дополнительно содержит барабан, установленный на фланце корпуса, выполненный в форме обечайки с установленными с внутренней стороны по её периметру усиливающими ребрами, опирающимися на крышку и днище, имеющий элементы натяжения, соединяющие барабан через приваренный к нему опорный фланец с фланцем корпуса, дистанционирующие элементы, обеспечивающие регулировочный зазор между барабаном и фланцем корпуса, в барабане выполнены патрубки, в которых установлены клапаны подачи воды с герметичными крышками, установленными в патрубках барабана, гидравлические демпферы, соединённые с внешними источниками воды и клапанами подачи воды барабана посредством подводящих, напорных, компенсирующих и уравнивающих трубопроводов.



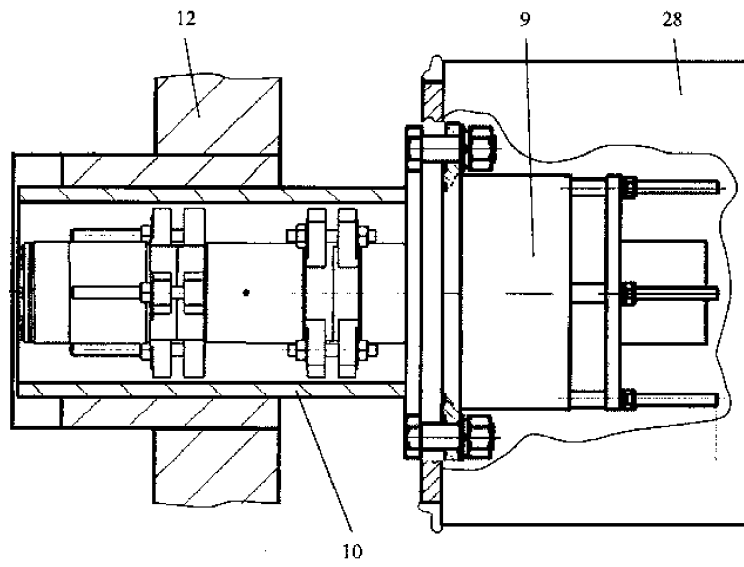
Фиг. 1



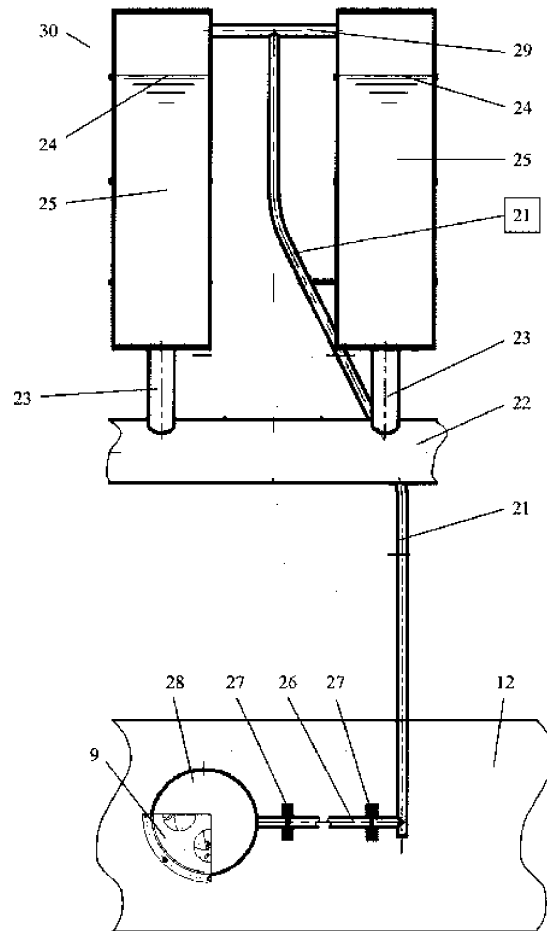
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5