



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 031 456** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **G 21 C 13/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 4786157/25, 29.01.1990

(46) Дата публикации: 20.03.1995

(56) Ссылки: 1. Дубровский В.Б. Строительство атомных электростанций. М.: Энергия, 1979, с.55-57.2. Заявка ФРГ N 2921944, кл. G 21C 13/00, 1980.

(71) Заявитель:

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им.Б.Е.Веденева

(72) Изобретатель: Равкин А.А.,
Архипов А.М., Храпков А.А.

(73) Патентообладатель:

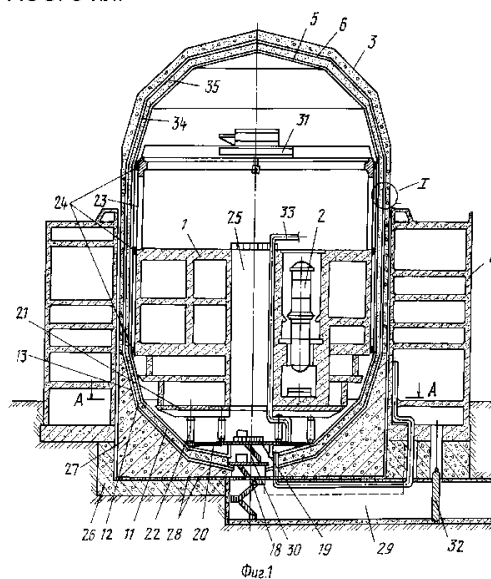
Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им.Б.Е.Веденева

(54) **РЕАКТОРНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АЭС**

(57) Реферат:

Сущность изобретения: реакторная оболочка АЭС включает в себя защитную оболочку 3, состоящую из двух соосно расположенных слоев 5 и 6. Внутренние помещения 1 с технологическим оборудованием смонтированы на грузовой платформе 21, которая опирается на опорную плиту 20 через систему сейсмоизоляции, выполненную, например, в виде качающихся стоек 22. Система сейсмоизоляции дополнена демпферами 24. Защитная оболочка покоится на опорах 27, выполненных с возможностью их перемещения по фундаментной плите в радиальном направлении. Внутренний объем оболочки соединяется через люки с транспортным туннелем 29. Люки в слоях защитной оболочки 3 выполнены по оси их дна и снабжены подъемными крышками 18 и 19. Между крышками размещен герметичный шлюз. Выполнение защитной оболочки из двух слоев и расположение шлюза в днище в зоне наименьших напряжений позволяют повысить надежность реакторного отделения

АЭС. 3 ил.



RU 2 031 456 C1

RU 2 031 456 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 031 456** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **G 21 C 13/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4786157/25, 29.01.1990

(46) Date of publication: 20.03.1995

(71) Applicant:
 Vsesojuznyj nauchno-issledovatel'skij
 institut gidrotekhniki im.B.E.Vedeneeva

(72) Inventor: Ravkin A.A.,
 Arkhipov A.M., Khrapkov A.A.

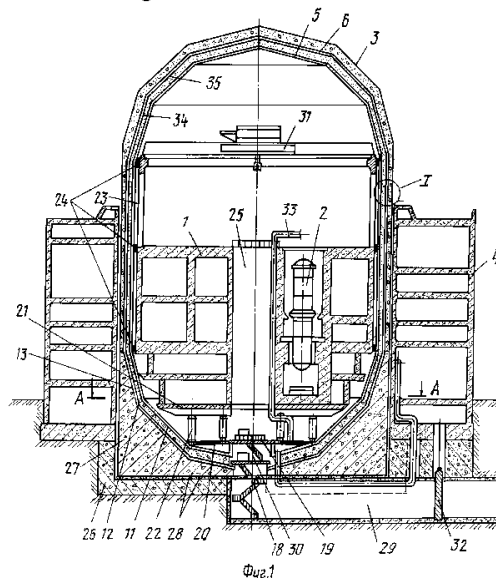
(73) Proprietor:
 Vsesojuznyj nauchno-issledovatel'skij
 institut gidrotekhniki im.B.E.Vedeneeva

(54) REACTOR COMPARTMENT OF ATOMIC POWER STATION

(57) Abstract:

FIELD: atomic power engineering.
 SUBSTANCE: reactor jacket of atomic power station includes protective shell 3 composed of two layers 5 and 6 placed coaxially. Internal rooms 1 with technological equipment are mounted on platform 21 which rests against baseplate 20 through system of seismic insulation manufactured in the form of rocking supports 22, for instance. System of seismic insulation is supplemented with dampers 24. Protective shell lies on supports 27 mounted for movement over baseplate in radial direction. Internal space of shell communicates with transportation tunnel 29 through hatches. Hatches in layers of protective shell 3 are made along axis of their bottoms and are provided with lifting covers 18 and 19. Hermetic lock is located between covers. Manufacture of protective shell from two layers and positioning of lock in zone of least stresses makes it possible to increase reliability of reactor compartment of atomic power station. EFFECT: increased reliability

of reactor compartment of atomic power station. 3 dwg



RU 2 031 456 C1

RU 2 031 456 C1

Изобретение относится к атомной энергетике и может быть использовано при строительстве атомных электростанций (АЭС).

Известно реакторное отделение АЭС с реакторами ВВЭР-1000, состоящее из герметичного и негерметичного объемов [1]. В герметичном объеме, ограниченном защитной оболочкой, размещены реакторная установка, технологическое оборудование и трубопроводы с высокопотенциальным радиоактивным теплоносителем первого контура. Негерметичный объем реакторного отделения представляет собой обстройку.

Герметичный объем состоит из внутренних помещений и защитной оболочки. Во внутренних помещениях размещается технологическое оборудование первого контура. Защитная оболочка представляет собой монолитную предварительно напряженную железобетонную конструкцию, имеющую форму цилиндра, перекрытого куполом и жестко соединенного с плоским днищем. Изнутри защитная оболочка облицована металлическим листом. Защитная оболочка предназначена для того, чтобы воспринять внутреннее давление, возникающее при выходе теплоносителя во время разрыва какого-либо элемента первого контура, например, от сейсмического воздействия, а также для защиты оборудования первого контура от внешних воздействий (ударная волна, падение самолета и т.п.).

Железобетонные предварительно напряженные защитные оболочки имеют недостатки, которые заставляют усомниться в их надежности. Эти недостатки следующие: недостаточная надежность основных несущих элементов оболочки - напрягаемой арматуры (возможен разрыв или потеря напряжения в некоторой части этих элементов), причем вследствие возможной потери напряжения приходится предусматривать возможность контроля напряженности арматуры в эксплуатационный период и возможность подтяжки пучков в случае необходимости; сочетание нагрузок от воздействия усилий предварительного обжатия, внутреннего давления, температуры и динамических нагрузок, использование для стенки оболочки материалов с различными физико-механическими свойствами, применение разных конструктивных решений в виде отверстий, элементов жесткости, вызывающих концентрацию напряжений, учет действительной работы материалов, претерпевших наряду с упругими и пластическими деформациями и испытывающих силовые воздействия по трем осям - все это превращает расчет напряженного состояния оболочки в чрезвычайно сложную задачу. При расчете защитной оболочки на внутреннее давление самым напряженным является сечение в зоне сопряжения ее с днищем, где действуют значительные краевые усилия. Надежность работы герметизирующей металлической облицовки недостаточная, так как практически трудно обеспечить совместное деформирование облицовки и железобетонной части конструкции и исключить возможность ее выпучивания вследствие потери устойчивости при действии сил предварительного обжатия. Отсутствует защита оборудования первого

контура от сейсмического воздействия. Технологичность изготовления купольной части оболочки недостаточная вследствие достаточно сложного раскроя металлической облицовки и значительного количества сварочных работ на месте монтажа. Кроме того, для защиты от сейсмического воздействия в случае строительства АЭС в районах с повышенной сейсмической активностью приходится предусматривать и индивидуальную, местную сейсмоизоляцию оборудования первого контура, что усложняет монтаж и обслуживание, удорожает АЭС и в целом не устраняет опасность аварии.

Известно реакторное отделение АЭС, содержащее фундаментную плиту, помещение с технологическим оборудованием первого контура и паропроводы, смонтированные внутри защитной оболочки, состоящей из двух слоев, имеющей цилиндрическую часть, купол и выпуклое днище, оборудованной проходным и герметичным шлюзами и снабженной опорами [2].

Недостатком известного решения является расположение шлюзов в боковой части оболочки, подверженной значительным напряжениям, что приводит к снижению надежности оболочки в целом.

Цель изобретения состоит в повышении надежности реакторного отделения.

Цель достигается тем, что опоры выполнены с возможностью перемещения по фундаментной плите в радиальном направлении, например, на катках, проходки в слоях защитной оболочки выполнены по оси их днищ и снабжены съемными крышками, герметичный шлюз размещен между крышками, а технологические помещения снабжены вертикальной транспортной шахтой, расположенной по оси проходки и сообщаемой с туннелем, проложенным под фундаментной плитой и снабженным герметичным затвором, т.е. шлюзы расположены в нижней части оболочки в зоне наименьших напряжений.

На фиг. 1 показано реакторное отделение в разрезе с помещением обстройки и помещением для оборудования первого контура без "начинки"; на фиг. 2 показан разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - узел I на фиг. 1.

Реакторное отделение АЭС содержит помещения 1 герметичного объема, в которых размещено оборудование первого контура, включая реактор 2, защитную оболочку 3 и обстройку 4. Защитная оболочка 3 выполнена составной из двух соосно расположенных один в другом слоев 5 и 6. Слои 5 и 6 выполнены в виде сталежелезобетонных с выпуклыми днищами корпусов высокого давления, и каждый из них состоит из металлической облицовки 7 и 8, а также железобетонной обделки 9 и 10. В нижней части оболочки слой 5 опирается на слой 6 через монолитный бетон 11, а выше линии 12 зазор между ними заполнен теплоизоляционным бетоном 13. Защитная оболочка снабжена обделкой из монолитного бетона 14, который облицован угловыми железобетонными элементами 15, служащими ограждающими конструкциями при укладке бетона 14. Между бетоном 14 и угловыми элементами 15 установлены буферные плиты 16 из низкомарочного

бетона. Железобетонную обделку 9 слоя 5 от теплоизоляционного бетона 13 и железобетонную обделку 10 слоя 6 от бетона 14 отделяют слои 17 стеклоткани. Железобетонная обделка 9 выполнена путем нагнетания мелкозернистого бетона или раствора в армокаркас после укладки теплоизоляционного бетона 13. Железобетонная обделка 10 выполнена путем нагнетания раствора в армокаркас после укладки бетона 14. Назначение слоев 17 стеклоткани состоит в том, чтобы предотвратить проникновение бетона 13 в армокаркас железобетонной обделки 9 и бетона 14 в армокаркас обделки 10. Оба слоя 5 и 6 имеют в нижней части люки-горловины, обращенные внутрь, которые снабжены съемными крышками 18 и 19, герметично закрывающими люки изнутри. Защитная оболочка снабжена опорной плитой 20.

Внутренние помещения 1 смонтированы на грузовой платформе 21, при этом между ней и опорной плитой 20 смонтирована система сейсмоизоляции, выполненная, например, в виде качающихся стоек 22. Помещения 1 смонтированы на грузовой платформе 21 с зазором 23 между ними и стенкой защитной оболочки 3, в который установлены поглотители 24 энергии колебаний (демпферы). Помещения 1 с технологическим оборудованием снабжены центральной транспортной шахтой 25. Оболочка смонтирована на фундаментной плите 26 на опорных железобетонных опорах 27, которые ориентированы лучами к оси оболочки и выполнены с возможностью их перемещения по фундаментной плите в радиальном направлении, например, на катках 28.

Реакторное отделение снабжено также транспортным туннелем 29, герметичным шлюзом 30, который устроен в пространстве между съемными крышками, а также круговым краном 31. Туннель снабжен герметичным затвором 32, а съемные крышки снабжены проходами для обслуживающего персонала. Все технологические проходы, в том числе и главных паропроводов 33 сосредоточены в зоне люков, закрытых крышками 18 и 19. При этом главные паропроводы проложены по стенке шахты 25.

Металлическая облицовка 7 слоя 5 и металлическая облицовка 8 слоя 6 в купольной и днищевой частях выполнены составными из усеченных конусов 34 и 35, сочлененных так, что верхнее основание одного конуса служит нижним основанием другого, а их образующие являются сторонами части многоугольника, вписанного преимущественно в окружность.

Реакторное отделение АЭС в различных аварийных ситуациях работает следующим образом.

Авария в технологическом контуре внутри оболочки с истечением теплоносителя.

При аварии теплоноситель истекает в помещении 1, где резко повышаются и давление, и температура. При этой аварии газонепроницаемость защитной оболочки 3 обеспечивается слоем 5. При этом относительно тонкая металлическая герметичная облицовка 7 работает совместно с прилегающим к ней слоем железобетонной обделки 9, которая исключает возможность внезапного разрушения скорлупы вследствие

упругой работы арматурного каркаса железобетонной обделки 9.

Разгерметизация слоя 5 может произойти только в случае внутренних дефектов в металле или из-за дефектов в сварных швах. Но на пути возможных утечек стоит слой 6, который, как и слой 5, может выдержать давление газов при проектной аварии, равное 0,4-0,5 МПа. Таким образом, газонепроницаемость и взрывобезопасность оболочки обеспечиваются как конструкцией слоев, так и их дублированием.

Повышение давления внутри оболочки приводит к более плотному закрытию люков-горловин крышками 18 и 19. Вследствие повышения давления и разогрева оболочки (до 150°) происходит увеличение ее диаметра. Однако вследствие того, что опорные контрфорсы имеют подвижность, дополнительных напряжений в оболочке не возникает. При повышении давления в оболочке выше определенного уровня автоматически начинает опускаться затвор 32, герметично перекрывая транспортный туннель 29.

При мгновенном разрыве главного паропровода возникает ударная волна. На окружающие конструкции могут воздействовать разнофазные струи теплоносителя под давлением, могут появиться обломки труб, арматуры, другие летящие предметы.

Когда трубопровод проходит в транспортной шахте, его разрыв не может усугубить последствия аварии, так как он достаточно надежно изолирован от другого технологического оборудования. Благодаря этому в случае аварии в другом месте первого контура летящие предметы не повредят трубопровод.

Сейсмическое воздействие.

Сейсмическая опасность зависит главным образом от смещений основания при его колебательных движениях во время землетрясения. В первоначальный момент сейсмоздействия происходит подвижка защитной оболочки. Благодаря системе сейсмоизоляции и силам инерции помещения 1 внутри оболочки оказываются в покое. Однако затем они начинают раскачиваться на катках 28. При этом в действие вступают поглотители 24 энергии колебаний, которые встроены в зазор между помещениями 1 и стенкой оболочки 3. Они отрегулированы таким образом, что позволяют быстро погасить колебания. При относительных смещениях помещений 1 и оболочки 3 вероятно угроза разрушения коммуникаций, в частности главного паропровода 33. Однако эта угроза сведена к минимуму, так как угол изгиба паропровода при колебаниях благодаря его прокладке по стене шахты является минимальным.

Воздействие от падения на реакторное отделение АЭС самолета.

Воздействие от падающего самолета первоначально воспринимается железобетонными уголковыми элементами 15 и буферными плитами 16. Они позволяют резко уменьшить остроту ударного импульса, который затем воспринимается высокопрочным бетоном 14. Бетон 14 передает воздействие на сталежелезобетон слоя 6, распределяя его на большую площадь. В принципе слой 6 должен

воспринять и погасить это воздействие. Однако оно может оказаться выше расчетного, и тогда его остаток воспринимает через металлическую облицовку 7 слой 5. Возникшие от удара инерционные нагрузки воспринимаются системой сейсмозащиты.

Таким образом, благодаря сочетанию защитной оболочки, выполненной из двух слоев, и расположению шлюзов в зоне наименьших напряжений достигнуто повышение надежности реакторного отделения АЭС. Повышению надежности способствует также введение в конструкцию защитной оболочки системы сейсмоизоляции и поглотителей энергии колебаний.

Формула изобретения:

РЕАКТОРНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АЭС,
содержащее фундаментную плиту,
помещения с технологическим

оборудованием первого контура и паропроводы, смонтированные внутри защитной оболочки, состоящей из двух слоев, имеющей цилиндрическую часть, купол и выпуклое днище, оборудованной проходками и герметичным шлюзом и снабженной опорами, ориентированными лучами к оси оболочки, отличающееся тем, что опоры выполнены с возможностью перемещения по фундаментной плите в радиальном направлении, например, на катках, проходки в слоях защитной оболочки выполнены по оси их днищ и снабжены съемными крышками, герметичный шлюз размещен между крышками, а технологические помещения снабжены вертикальной транспортной шахтой, расположенной по оси проходок и сообщающейся с туннелем, проложенным под фундаментной плитой и снабженным герметичным затвором.

20

25

30

35

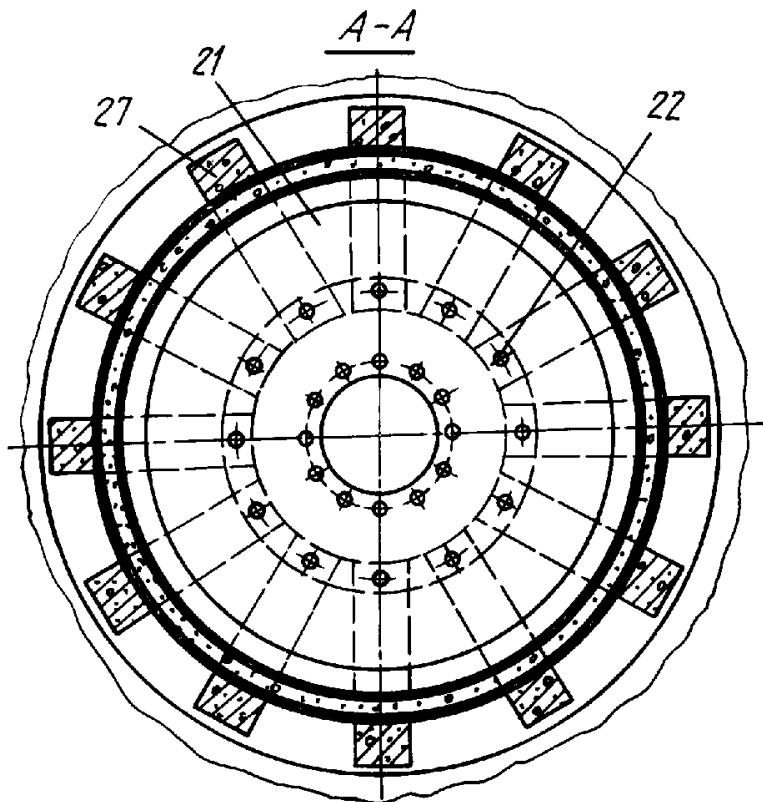
40

45

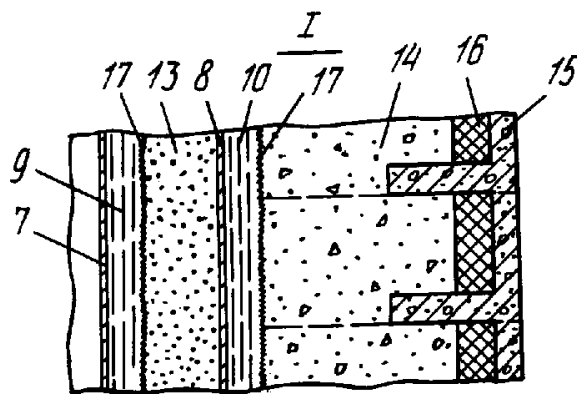
50

55

60



Фиг. 2



Фиг. 3