(19) **RU** (11) **2 017 242** (13) **C1**

(51) МПК[5] **G 21 C 1/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4889930/25, 20.11.1990

(46) Дата публикации: 30.07.1994

(56) Ссылки: **Пояснительная записка технических предложений по созданию АЭУ на быстрых нейтронах с жидкокристаллическим теплоносителем свинцом. Разработано по техническому заданию НИКИЭТ Минатомэнергопрома СССР, 1990. /АЭУ типа РБЕЦ/.**

(71) Заявитель:
Дубовский Б.Г.,
Карих К.И.,
Дубовский П.Б.,
Карих А.К.

(72) Изобретатель: **Дубовский Б.Г., Карих К.И., Дубовский П.Б., Карих А.К.**

(73) Патентообладатель:
Карих Константин Иванович

(54) ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

(57) Реферат:

Сущность изобретения: выполнение топлива и оболочек твэл из материалов, температура плавления которых ниже температуры кипения теплоносителя обеспечивает сохранение теплоносителя в расплавленном состоянии в случае запроектной аварии с расплавлением активной зоны. 1 ил.

RU 2017242 C1

RU 2017242 C1

(19) **RU** (11) **2 017 242** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[5] **G 21 C 1/02**



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 4889930/25, 20.11.1990

(46) Date of publication: 30.07.1994

(71) Applicant:
DUBOVSKIJ B.G.,
KARIKH K.I.,
DUBOVSKIJ P.B.,
KARIKH A.K.

(72) Inventor: DUBOVSKIJ B.G.,
KARIKH K.I., DUBOVSKIJ P.B., KARIKH A.K.

(73) Proprietor:
KARIKH KONSTANTIN IVANOVICH

(54) NUCLEAR REACTOR

(57) Abstract:

FIELD: nuclear engineering. SUBSTANCE: fuel and envelopes are made of material, which have melting point to be lower than boiling point of heat-transfer agent. Heat-transfer agent is kept in melted condition in case if trouble takes place, when active zone may be melted. EFFECT: improved reliability. 1 dwg

RU 2017242 C1

RU 2017242 C1

Изобретение касается эксплуатации атомных энергетических установок (АЭУ).

В настоящее время существует ориентация на дальнейшее совершенствование эксплуатируемых АЭС, которая, должна исключить трагические последствия даже при ошибочных действиях персонала, но не может исключить ряда других опасных обстоятельств, например диверсии, мощные землетрясения. Остаются вне рассмотрения так называемые запроектные аварийные ситуации. Они могут быть отражены в расчетных исследованиях, но как весьма маловероятные не учитываются в технических решениях разрабатываемых проектов.

Нельзя исключить вариант вскипания натрия при нарушении теплосъема, разрушения твэлов и попадания ядерного топлива в кипящий натрий. Такого же характера могут быть аварийные ситуации на водяных реакторах, работающих при большом давлении и малом запасе до вскипания.

Следовательно, главным недостатком проектов всех атомных энергетических установок является отсутствие технических решений, повышающих ядерную безопасность при запроектных авариях, связанных, например, с расплавлением активной зоны.

Известен ядерный реактор на промежуточных нейтронах, для которых в перспективе рассматривается использование жидкометаллического теплоносителя на основе свинца.

В качестве прототипа изобретения следует принять проект АЭУ типа РБЕЦ.

В нем в качестве теплоносителя реакторного и промежуточного контуров принят жидкий свинец, а ядерное топливо основано на композиции оксидных соединений плутония заданной концентрации. Известно, что ядерное топливо на основе оксидных соединений плутония и урана имеет высокую температуру плавления (выше 2000 °С), а жидкометаллический теплоноситель свинец имеет температуру кипения 1680°С.

Целью изобретения является повышение безопасности в аварийных условиях за счет исключения кипения жидкометаллического теплоносителя.

Это достигается тем, что в ядерном реакторе включающем активную зону, систему СУЗ и реакторный контур с жидкометаллическим теплоносителем на основе свинца, топливная композиция и оболочки твэлов выполнены из материала, температура плавления которых ниже температуры кипения теплоносителя.

В качестве примера осуществления изобретения могут быть приняты следующие исходные данные по комплексу используемых решений:

жидкометаллический теплоноситель, например, на основе свинца, температура кипения которого порядка 1700 °С;

ядерное топливо, например, на основе уранбериллиевой композиции, температура плавления которой порядка 1200 °С, или плутониевые сплавы температурой плавления порядка 1000°С;

оболочки твэлов, например, из аустенитной стали ЭИ-211 или ферритной стали ЭИ-952, температура плавления которых порядка 1400°С.

Следует иметь в виду, что расплавление уранбериллиевой топливной композиции приводит к разрушению материала оболочек твэлов при температуре порядка 1200 °С.

Процесс расплавления твэлов активной зоны первоначально возникнет на участках с наибольшим энерговыделением или местным нарушением теплосъема.

В практических условиях эксплуатации, включая ошибочные действия персонала, использование указанных исходных технических данных вызовет местное нарушение заданной геометрии загрузки ядерного топлива в активной зоне и приведет к снижению критичности, а в конечном итоге - к полному прекращению ядерной реакции.

Таким образом, местное нарушение заданной геометрии загрузки ядерного топлива в активной зоне при дальнейшем развитии такого характера аварии приведет к самопроизвольному прекращению ядерной реакции, т.е. создаются внутренние свойства самозащищенноости реактора при тяжелой аварии запроектного характера.

Для надежного обеспечения самозащищенности активной зоны оболочки стержней-поглотителей нейтронов в системе СУЗ должны быть выполнены из материала, температура плавления которого выше температуры плавления топливной композиции и оболочек твэлов на заданную величину.

На чертеже изображен ядерный реактор.

Он включает активную зону 1, систему СУЗ со стержнями-поглотителями 2 нейтронов, корпус 3 реактора из жаростойких сталей с термостойким покрытием, встроенную в нижнюю часть корпуса реактора аварийную камеру 4 с внутренним термостойким покрытием, устройство 5 для сбора расплава ядерного топлива из материала, поглощающего нейтроны, каналы 6 для прохода и равномерного распределения расплава ядерного топлива, "жертвенный" барьер 7 из материалов с температурой плавления на заданное значение ниже температуры плавления нижней части корпуса реактора, устройство 8 снятия остаточных тепловыделений с аварийной камеры при естественной циркуляции внешнего хладагента, бетонной шахты 9 для размещения конструкций ядерного реактора.

Ядерный реактор в условиях запроектной аварии, вызывающей расплавление активной зоны, работает следующим образом.

Рассматривается наихудший случай запроектной аварии, когда прекращена циркуляция теплоносителя реакторного контура, а также возникли неисправности в системе аварийной защиты.

Процесс расплавления активной зоны (топливной композиции и оболочек твэлов) первоначально возникнет на участках активной зоны с наибольшим энергетическим или местным нарушением теплосъема.

Поскольку принятый вид жидкометаллического теплоносителя на основе свинца имеет температуру кипения порядка 1700 °С, то при применении топливной композиции и оболочек твэлов из материала с температурой плавления ниже температуры кипения свинца создаются условия сохранения жидкометаллического

RU 2017242 C1

RU 2017242 C1

теплоносителя в жидком состоянии.

Нижняя часть корпуса 3 реактора выполнена из жаростойких материалов с термостойким покрытием, а "жертвенный" барьер 7 - из материалов с температурой плавления на заданное значение ниже температуры плавления нижней части корпуса 3 реактора. Расплав топливной композиции, материала оболочек твэлов и теплоносителя будет поступать в цилиндрические каналы 6 устройства 5 для сбора расплава ядерного топлива, выполненного из материала, поглощающего нейтроны, которое размещено в аварийной камере 4.

Картограмма расположения каналов 6 в устройстве 5 из карбидбора и их диаметры обеспечивают надежную степень подкритичности поступающей в объем аварийной камеры 4 расплава топливной композиции.

При этом возникшие в объеме активной зоны 1 нарушения заданной геометрии загрузки ядерного топлива, связанные с частичным уходом топливной композиции твэлов, приведут к самопроизвольному гашению ядерной реакции.

Таким образом, будет реализован принципиально важный дополнительный барьер ядерной безопасности.

Поскольку штатная система расхолаживания реактора может быть неработоспособной, то снятие остаточных тепловыделений с активной зоны 1 и с расплава в аварийной камере 4 может осуществляться устройством 8 снятия остаточных тепловыделений.

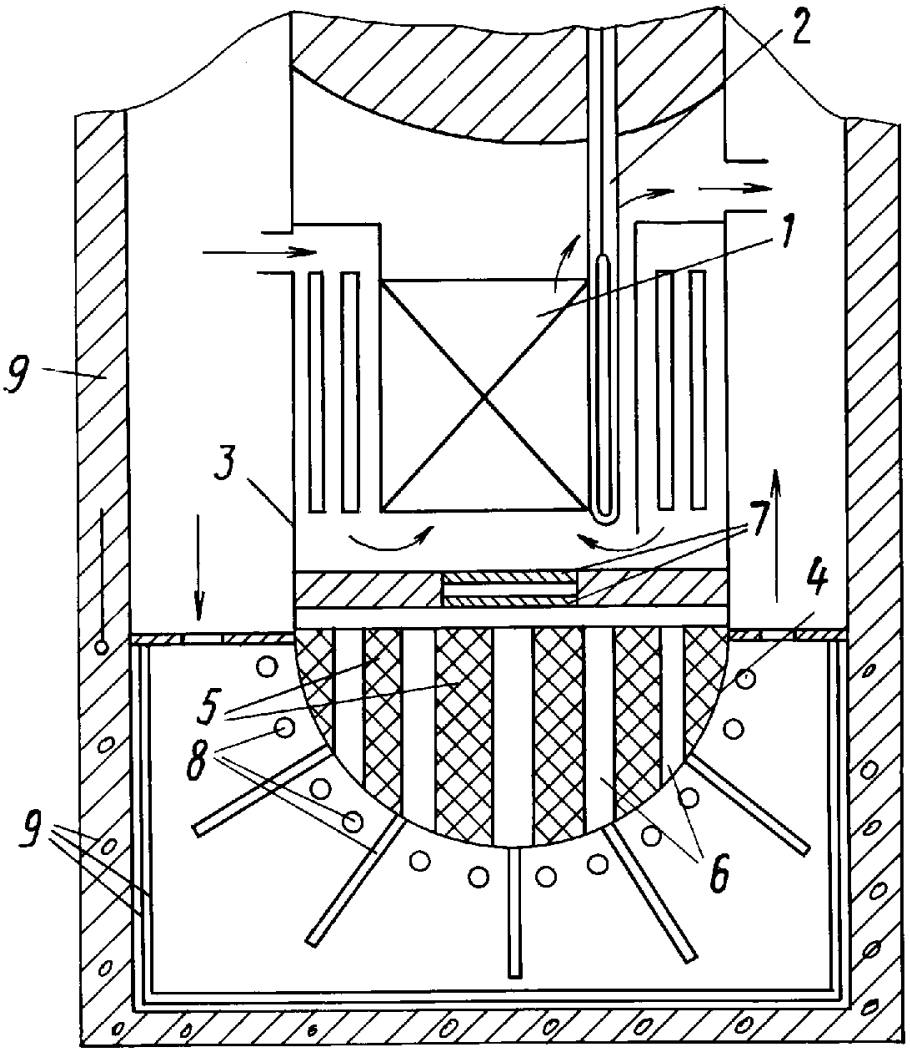
В целях дополнительного барьера локализации последствий тяжелой аварии все конструкции ядерного реактора размещены в бетонной шахте 9.

Формула изобретения:

ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР, включающий активную зону, систему СУЗ и реакторный контур с жидкометаллическим теплоносителем на основе свинца, отличающийся тем, что, с целью повышения безопасности в аварийных условиях за счет исключения кипения жидкометаллического теплоносителя, топливная композиция и оболочки твэлов выполнены из материалов, температура плавления которых ниже температуры кипения теплоносителя.

RU 2017242 C1

RU 2017242 C1



RU 2017242 C1

RU 2017242 C1