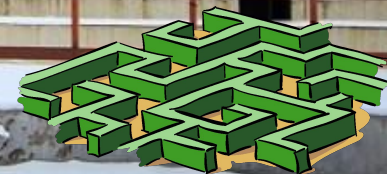


Терминология устройства и работы АСЭ на примере ВВЭР-1200

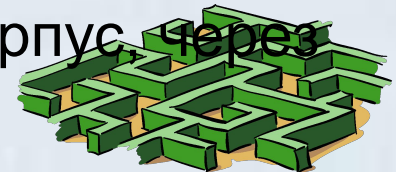
Уроки настоящего МАОУ СОШ №6 г-к Анапа



Реакторы ВВЭР

➤ ВВЭР (Водо-Водяной Энергетический Реактор) — водо-водяной корпусной энергетический ядерный реактор с водой под давлением, представитель одной из наиболее удачных ветвей развития ядерных энергетических установок, получивших широкое распространение в мире. В энергетических реакторах корпусного типа

- ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор) в качестве замедлителя нейтронов и теплоносителя используется обычная вода (гетерогенный реактор).
- Активная зона помещается в один общий корпус, через
- который прокачивается вода.



ТВЭЛЫ

- Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) — главный конструктивный элемент активной зоны гетерогенного ядерного реактора, содержащий ядерное топливо. В ТВЭЛах происходит деление тяжелых ядер ^{235}U или ^{239}Pu , сопровождающееся выделением тепловой энергии, которая затем передаётся теплоносителю. ТВЭЛ должен обеспечить отвод тепла от топлива к теплоносителю и препятствовать распространению радиоактивных продуктов из топлива в теплоноситель.
- ТВЭЛ состоит из топливного сердечника, оболочки и установочных деталей. Несколько ТВЭЛов и крепёжно-установочные элементы объединяются в единую конструкцию, которая называется тепловыделяющая сборка (ТВС). Конструкция и материалы ТВЭЛа определяются конструкцией реактора: гидродинамикой и химическим составом теплоносителя, температурными режимами, требованиями к нейтронному потоку. В большинстве реакторов ТВЭЛ представляет собой герметичную трубку из стали или циркониевых сплавов внешним диаметром около сантиметра и длиной десятки — сотни сантиметров, заполненную таблетками ядерного топлива.

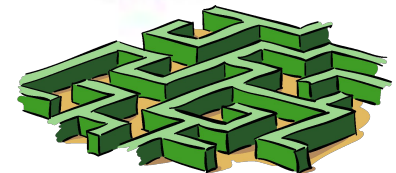


Радионуклиды

Альфа

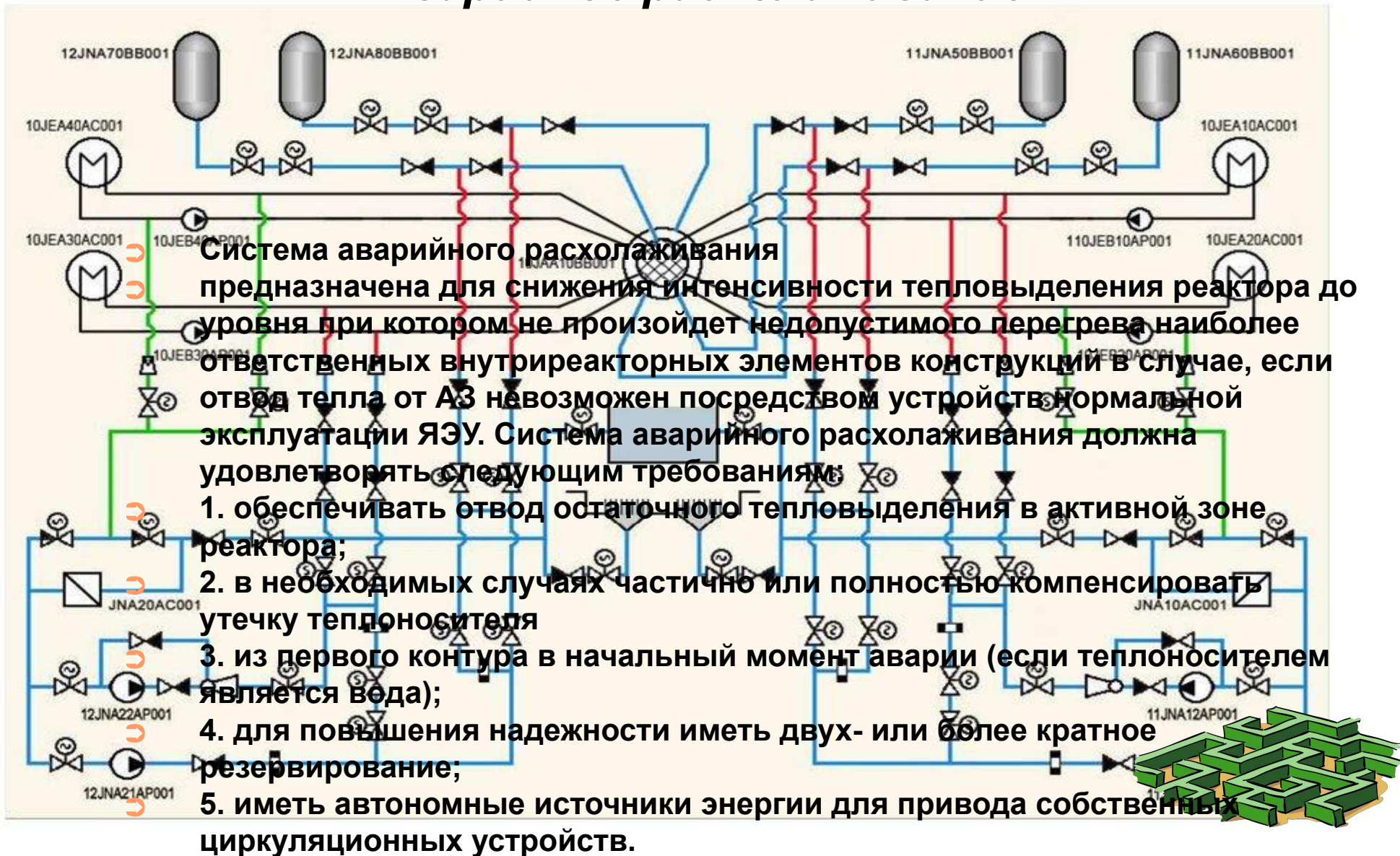
Бета

Ядро



СИСТЕМА АВАРИЙНОГО И ПЛАНОВОГО РАСХОЛАЖИВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ БАСЕЙНА ВЫДЕРЖКИ

Аварийное расхолаживание



Бассейн выдержки

- Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ, также облучённое ядерное топливо) — извлечённые из активной зоны тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) или их группы, тепловыделяющие сборки ядерных реакторов атомных электростанций и других установок (исследовательских, транспортных и прочих). Топливо относят к отработанному, если оно более неспособно эффективно поддерживать цепную реакцию.
- В большинстве современных реакторов ТВЭЛ представляет собой тонкостенную трубку из различных сплавов циркония, в которой находятся «таблетки» из соединений урана (чаще всего диоксида урана) различной степени обогащения, длиной 3 м (для ВВЭР) и около 1—3 сантиметров диаметром, снабжённую на концах заглушками, обеспечивающими герметичность ТВЭЛа и его крепление в ТВС.
- Отработанное ядерное топливо в отличие от свежего имеет значительную радиоактивность за счёт содержания большого количества продуктов деления (для реакторов ВВЭР примерно 300 000 Ки в каждом ТВЭЛе) и имеет свойство саморазогреваться на воздухе до больших температур (только что извлечённое примерно до 300 °С) и после извлечения из активной зоны реактора выдерживается 2—5 лет в бассейне выдержки (ВВЭР) или на периферии активной зоны реактора (реактор БН-600). После уменьшения остаточного энерговыделения топлива его отправляют на хранение, захоронение или переработку ОЯТ.

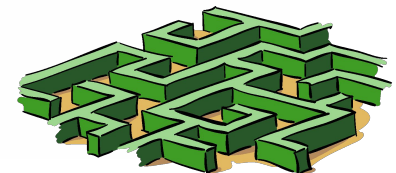


СПРИНКЛЕРНАЯ СИСТЕМА

- ➔ Сеть водопровода с разбрызгивающими спринклерными головками на трубах, открывающимися автоматически при повышении температуры в помещении выше установленного предела и создающими водяной душ.



Рисунок 1. Конструкция СПОТ ВЕ



Пассивная система отвода тепла

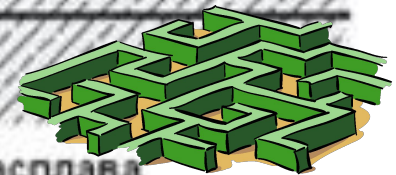
Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (СПОТ ПГ), предназначенная для длительного отвода остаточного тепла активной зоны к конечному поглотителю через второй контур при запроектных авариях. Система дублирует соответствующую активную систему отвода тепла к конечному поглотителю в случае невозможности выполнения ею проектных функций.

Ловушка расплава

- Ловушка расплава (Устройство локализации расплава) — опциональная часть гермооболочки ядерных реакторов, конструкция, служащая для локализации расплава активной зоны ядерного реактора, в тяжелых авариях с расплавлением активной зоны реакторов и проплавлением корпуса реактора. Является одной из систем пассивной атомной безопасности. Обеспечивает изоляцию фундамента от расплава, подкритичность расплава и охлаждение расплава. В российских гермооболочках ловушка расплава сооружается непосредственно под реактором (на дне шахты реактора) и представляет собой конусообразную металлическую конструкцию общим весом около 750 тонн. Ловушка заполняется специальным, так называемым жертвенным материалом (наполнителем), состоящим в основном из оксидов железа и алюминия. Наполнитель растворяется в расплаве топлива для уменьшения его объемного энерговыделения и увеличения поверхности теплообмена, а вода по специальным трубопроводам в корпусе ловушки заливает эту массу.

охлаждение основания

канал для выхода корпуса защитный слой пробка для расплава



Пароцирконева реакция

Пароцирконева реакция — экзотермическая химическая реакция между цирконием и водяным паром, которая идёт при высоких температурах. В частности, реакция может происходить в активной зоне ядерного реактора с водяным теплоносителем и/или замедлителем при её перегреве в условиях контакта циркониевых конструктивных элементов с водой.

Сплавы циркония являются наиболее распространённым конструктивным материалом тепловыделяющих сборок, в виде которых используется ядерное топливо в реакторах. В случае тяжёлой аварии с нарушением отвода теплоты топливо может разогреться до больших температур за счёт остаточного тепловыделения остановленного реактора. В активной зоне даже некипящих реакторов при этом образуется пар, который по достижении $861\text{ }^{\circ}\text{C}$ вступает в реакцию с цирконием. В результате образуется водород в количестве около 0,491 литра на грамм прореагировавшего циркония и выделяется большое количество тепла



Пассивные рекомбинаторы водорода .

- В нормальных режимах эксплуатации, включая проектные аварии со сравнительно медленными процессами генерации водорода в результате радиолиза воды в активной зоне реактора и в прямке контайнмента, обеспечение водородной безопасности АЭС решается проектными средствами – системами поддержания водно-химического режима, газовых сдувок, спецгазоочистки и т.д.
- Однако в случае запроектных аварий со значительными повреждениями активной зоны реактора вплоть до ее расплавления и взаимодействия расплава с бетонными конструкциями, когда скорость выделения водорода может достигать несколько сотен грамм в секунду, требуются принципиально новые методы и технические решения, обеспечивающие пожаро-взрывобезопасность и целостность защитной оболочки АЭС.

