

# КИПЯЩИЙ РЕАКТОР

Авторы: М. А. Скачек

**КИПЯЩИЙ РЕАКТОР**, ядерный реактор, охлаждение активной зоны которого осуществляется кипящим теплоносителем (обычно водой); предназначен для генерации пара, подаваемого в турбину атомной электростанции.

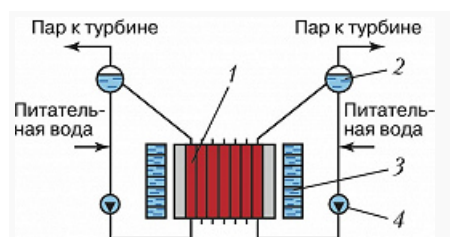


Рис. 1. Схема канального кипящего реактора: 1 – активная зона; 2 – барабан-сепаратор; 3 – бак биологической защиты; 4 – главный циркуляционный насос.

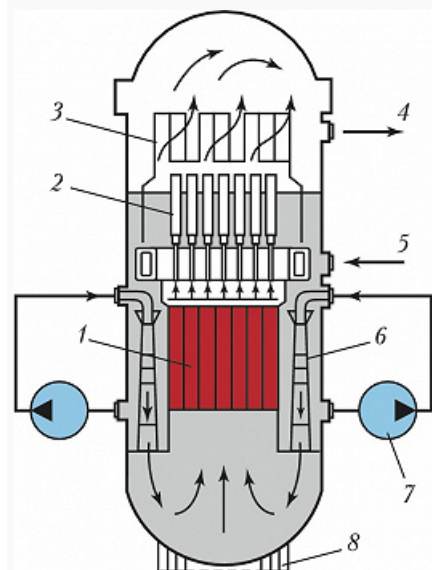


Рис. 2. Схема корпусного кипящего реактора: 1 – активная зона; 2 – блок турбосепараторов; 3 – блок жалюзийных сепараторов; 4 – выход пара; 5 – вход воды; 6 – струйный...

Кипение воды происходит непосредственно в активной зоне реактора. Различают К. р. канального и корпусного типа (рис. 1, 2). В [канальных реакторах](#) теплоноситель (вода), проходя через технологич. каналы, нагревается и частично испаряется. На АЭС РФ работают разл. модификации кипящих канальных уранграфитовых реакторов, напр. РБМК-1000. В данном типе реакторов замедлителем нейтронов является графит, теплоносителем – вода (она обеспечивает также до 15% замедления); давление теплоносителя воспринимается стенками каналов. Осн. конструктивная часть канального К. р. – графитовая кладка, через которую проходят вертикальные каналы из циркониевого сплава с размещёнными в них [тепловыделяющими сборками](#) (ТВС), содержащими [тепловыделяющие элементы](#) (ТВЭЛы). Топливная загрузка ТВЭЛ – диоксид урана с обогащением 2,4% по изотопу  $^{235}\text{U}$ . В ТВЭЛх протекает цепная ядерная реакция, что приводит к их нагреву. В технологич. каналы реактора циркуляционными насосами подаётся вода (под давлением 8 МПа), которая, омывая нагретые ТВЭЛы, постепенно догревается и закипает. На выходе из технологич. каналов объёмное паросодержание воды составляет ок. 70%. Пароводяная смесь поступает в барабаны-сепараторы, в которых пар отделяется от воды и под давлением 7 МПа направляется в паровую турбину. Вода возвращается в контур циркуляции, в котором она смешивается с питательной водой и вновь подаётся насосами на вход технологич. каналов. Паропроизводительность реактора РБМК-1000 составляет 5400 т/ч.

В [корпусных реакторах](#) кипящая вода является одновременно теплоносителем и замедлителем нейтронов. В данных реакторах пар также генерируется в активной зоне. Широкое распространение в мире получили водо-водяные корпусные К. р. (Boiling Water Reactor – BWR). Реактор представляет собой прочный толстостенный металлич. корпус

с размещённой в нём активной зоной. Давление теплоносителя воспринимают стенки корпуса. Активная зона BWR состоит из ТВС. В качестве топлива используется диоксид урана с обогащением по изотопу  $^{235}\text{U}$  от 2,4 до

3%. Приводы системы управления и защиты расположены ниже активной зоны, а выше активной зоны размещена система сепарации пара. Направленную принудительную циркуляцию воды через активную зону реактора BWR обеспечивают встроенные в объём корпуса струйные насосы, в которые под напором подаётся вода от внешних циркуляционных насосов. Темп-ра воды на входе в ТВС активной зоны составляет 216 °С при давлении 6,8 МПа. При подъёмном движении по ТВС вода нагревается и частично испаряется, темп-ра пароводяной смеси на выходе из активной зоны – 286 °С. Пароводяная смесь из активной зоны поступает в систему турбосепараторов, а далее – в блок жалюзийных сепараторов, где происходит разделение на воду и пар. Вода возвращается в водяной объём реактора, а пар направляется в турбину. При номинальном расходе теплоносителя в контуре циркуляции 47000 т/ч паропроизводительность BWR составляет 7200 т/ч.

Первые К. р. внедрены в кон. 1950 – нач. 1960-х гг. Первые уранграфитовые канальные К. р. мощностью 100 и 200 МВт эксплуатировались соответственно в 1964–83 и 1967–89 на Белоярской АЭС им. И. В. Курчатова; четыре энергоблока с водографитовыми канальными К. р. малой мощности (12 МВт) введены в строй в 1973–76 на атомной ТЭЦ в Билибино. Первый корпусной К. р. (BWR) мощностью 180 МВт введён в 1960 на АЭС «Дрезден» (США).

## **Литература**

Лит.: Стерман Л. С., Лавыгин В. М., Тишин С. Г. Тепловые и атомные электрические станции. 4-е изд. М., 2008.