

ственный Р.-р. мощностью 800 МВт (БН-800); его характеристики см. в табл.

Характеристики БН-800

Мощность электрическая, МВт	800
Клд цикла, %	40
Температура Na на выходе из реактора, °C	550
Температура пара, °C	490
Давление пара, МПа	14
Размер бака первичного контура (диаметр/высота), м	13/13
Размер активной зоны (диаметр/высота), м	2,5/1
Топливо	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
Критическая масса Pu, т	2,5
K	1,3

Топливный цикл. Глубина выгорания топлива (отношение кол-ва выгоревшего топлива к нач. кол-ву Pu и U в ТВЭЛах) и соответственно длительность работы ТВС (тепловыделяющей системы) на номинальной мощности ограничены неск. факторами: опасностью выхода из строя ТВЭЛов в результате корроз. воздействия на оболочку накапливающихся продуктов деления; угрозой недопустимой деформации ТВС при длит. воздействии интенсивных потоков быстрых нейтронов (т. н. вакусионное распухание стали); повышением давления внутри ТВЭЛа из-за накопления газообразных осколков.

Достигнутая ср. глубина выгорания в БН-600 порядка 4%. Это соответствует длительности (кампании) ~ 1,5 лет. Отработавшие ТВС извлекаются для регенерации и последующего возвращения топлива в реактор. Схема круговорота топлива (топливного цикла) представлена на рис. 2. Выдержка отработавшего топлива (в спец. хранилищах) требуется для спада радиоактивности (и соответственно тепловыделения) до уровня, при к-ром не возникает особых затруднений при регенерации. Время выдержки ≥ 3 лет.

Регенерация состоит из хим. переработки, при к-рой происходит очистка от осколков, и изготовления ТВС. Несмотря на предварит. выдержку, радиоактивность топлива остаётся высокой, что требует дистанц. произ-



Рис. 2. Топливный цикл.

водства в хорошо защищённых (тяжёлых) боксах или каньонах. Изготовление ТВС также дистанционно из-за токсичности Pu, заметной γ-активности <sup>241</sup>Pu и др. высших изотопов и частично из-за нейтронной активности. Образующийся избыток горючего направляется в новые Р.-р.

Темп воспроизводства ядерного горючего λ приближённо равен отношению кол-ва наработанного за 1 год в реакторе излишка горючего к его общему кол-ву, заложенному во всём топливном цикле. Он определяется ф-лой

$$\lambda = 384(K^* - 1) / M_a \left( \frac{1}{\phi} + \frac{t_b}{t_a} \right) (1 + \varepsilon).$$

Здесь K\* — техн. коэф. воспроизводства, учитывающий технол. потери горючего, а также потери нейтронов, связанные с захватом осколками; M<sub>a</sub> — уд. критич. нагрузка горючего (кг), отнесённая к тепловой мощности реактора 1000 МВт; φ — коэф. нагрузки реактора; t<sub>a</sub> и t<sub>b</sub> — длительности работы ТВС и внешнего цикла. Иногда вместо λ для характеристики роста мощности употребляется т. н. время удвоения, равное 0,7/λ; для оксидов λ ≈ 2,5%, для металлов λ ≈ 5,0%.

Значение и перспективы. Р.-р. позволяют использовать в качестве ядерного горючего (путём превращения U в Pu) практически весь добываемый уран. Тем самым сырьевая база ядерной энергетики увеличивается, по крайней мере, в неск. десятков раз. В Р.-р. может

быть полностью использован и Th, превращённый в <sup>233</sup>U. В техн. и технол. плане Р.-р. разработаны достаточно хорошо. В экономич. отношении они пока уступают тепловым реакторам. Топливная составляющая стоимости электроэнергетики для Р.-р. зависит от затрат на регенерацию топлива. Для тепловых реакторов эта стоимость определяется затратами на добычу природного урана. Однако в дальнейшем, в связи с увеличением затрат на добычу урана (по мере истощения осн. месторождений), совершенствованием и упрощением конструкции Р.-р. станут более предпочтительными.

Лит.: Лейпунский А. И., Состояние и перспективы развития быстрых реакторов, «Атом. энергия», 1970, т. 28, в. 4, с. 297; Усынин Г. Б., Кусмарцев Е. В., Реакторы на быстрых нейтронах, М., 1985; Казачковский О. Д., Реакторы на быстрых нейтронах — взгляд в будущее, «Атом. энергия», 1987, т. 63, в. 5, с. 289.

РЕАКЦИИ СВЯЗЕЙ — для связей, реализуемых с помощью к.-н. тел (см. Связи механические), — силы, с к-рыми эти связи действуют на тела механич. системы, препятствуя тем или иным их перемещениям в пространстве. В отличие от активных сил, Р. с. являются величинами заранее неизвестными; они зависят от вида связей, от значений действующих на систему активных сил, а при движении системы ещё и от закона её движения и определяются в результате решения соответствующих задач механики. Направление Р. с. может в нек-рых случаях зависеть не от действующих активных сил, а только от вида связи. Напр., если для тела P связью является гладкая (лишённая трения) поверхность, то Р. с. направлена по нормали к этой поверхности. На рис. 1 показано, как направлены Р. с. в случаях, когда связями являются гладкая поверхность (а), гладкая опора (б), гибкая нить (в). В других случаях направление Р. с. заранее неизвестно. На рис. 2 показаны гладкий цилиндр, шарнир (подшипник, а) и гладкий сферич. шарнир (б), для к-рых Р. с. представлены соответственно двумя (R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>) и тремя (R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>, R<sub>z</sub>) составляющими. Для шероховатой связи Р. с. имеет две составляющие: нормальную и касательную, наз. силой трения.

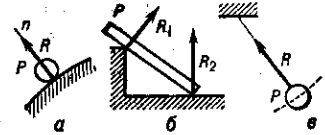


Рис. 1.

При решении задач Р. с. определяются из ур-ний равновесия или движения рассматриваемой механич. системы. В задачах динамики в общем случае, когда о направлениях Р. с. заранее ничего неизвестно, механич. систему рассматривают как свободную, а к её телам прилагают нек-рые силы, подбираемые так, чтобы во всё время движения выполнялись условия, налагаемые на систему связями; эти силы и наз. Р. с.

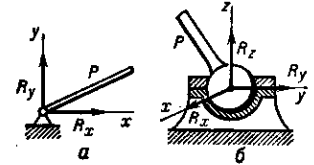


Рис. 2.

РЕАКЦИИ ФУНКЦИЯ (отклика функция) в статистической физике — ф-ция, представляющая реакцию статистич. системы на зависящее от времени внеш. возмущение. Если на систему действуют зависящие от времени внеш. силы F<sub>j</sub>(t) (напр., электрич. или магн. поля), то вызываемое ими возмущение можно представить в виде добавки к гамильтониану члена

$$H'_t = - \sum_{j=1}^n F_j(t) \alpha_j. \quad (1)$$

Предполагается, что F<sub>j</sub>(t) включается адиабатически, т.е. при t → ∞ F<sub>j</sub>(t) ведёт себя как exp(εt), где ε > 0. Здесь F<sub>j</sub>(t) имеет смысл «силы», с к-рой внеш. поле действует на сопряжённую ему величину α<sub>j</sub>, характеризующую статистич. систему [напр., если F<sub>j</sub>(t) —