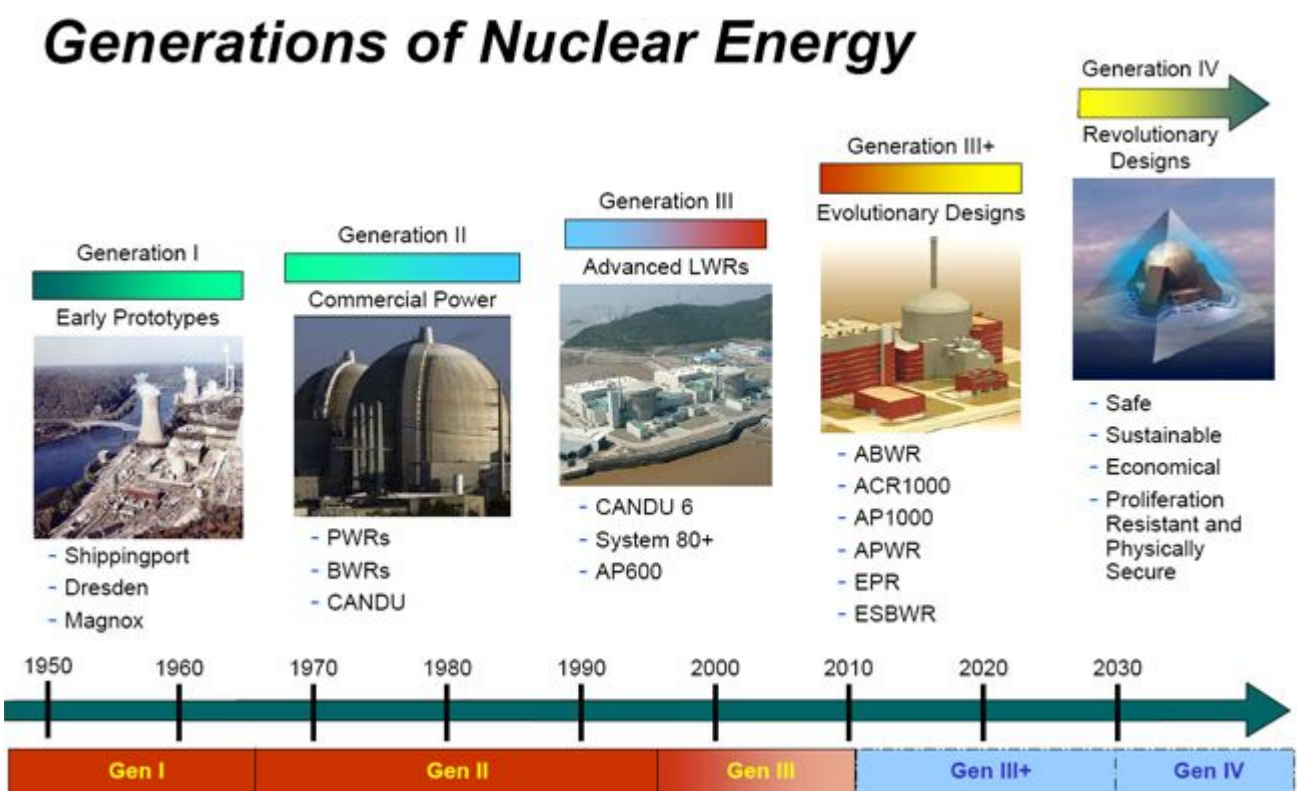
Лекция 6. Классификация ЯЭУ. Принятые технологии, история и перспективы развития: газовые реакторы.

Поколения ядерных реакторов

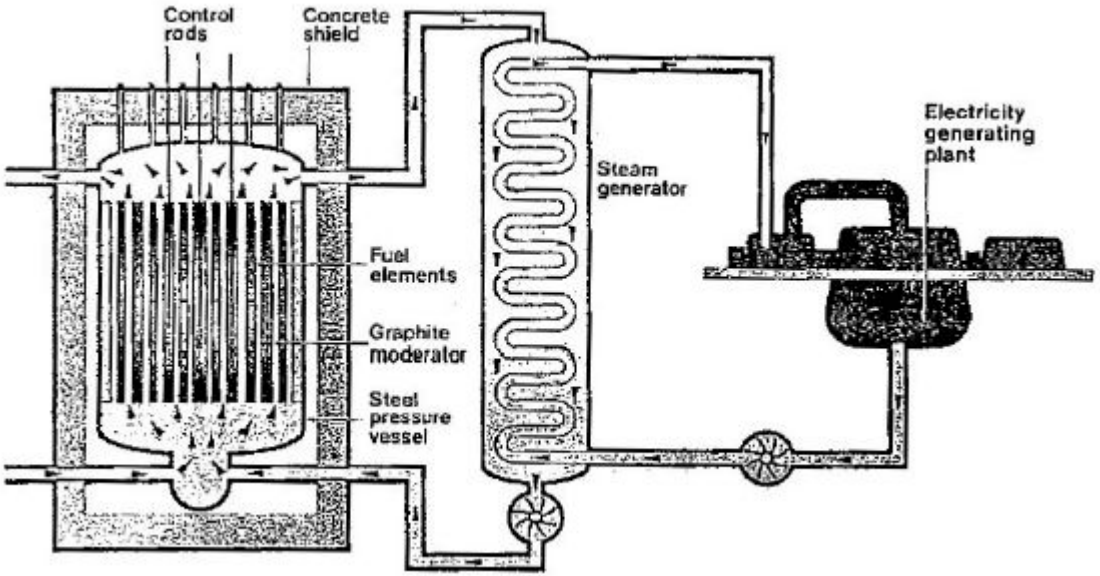


ВЫБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОКОЛЕНИЯ 4

	neutron spectrum	coolant	temperature (°C)	pressure*	fuel	fuel cycle	size(s) (MWe)	uses
Gas-cooled fast reactors, 2025	fast	helium	850	high	U-238 +	closed, on site	288	electricity & hydrogen
Lead-cooled fast reactors, 2025	fast	Pb-Bi	550-800	low	U-238 +	closed, regional	50-150** 300-400 1200	electricity & hydrogen
Molten salt reactors, 2025	epithermal	fluoride salts	700-800	low	UF in salt	closed	1000	electricity & hydrogen
Sodium-cooled fast reactors, 2015	fast	sodium	550	low	U-238 & MOX	closed	150-500 500-1500	electricity
Supercritical water-cooled reactors, 2025	thermal or fast	water	510-550	very high	UO_2	open (thermal) closed (fast)	1500	electricity
Very high temperature gas reactors, 2020	thermal	helium	1000	high	UO_2 prism or pebbles	open	250	hydrogen & electricity

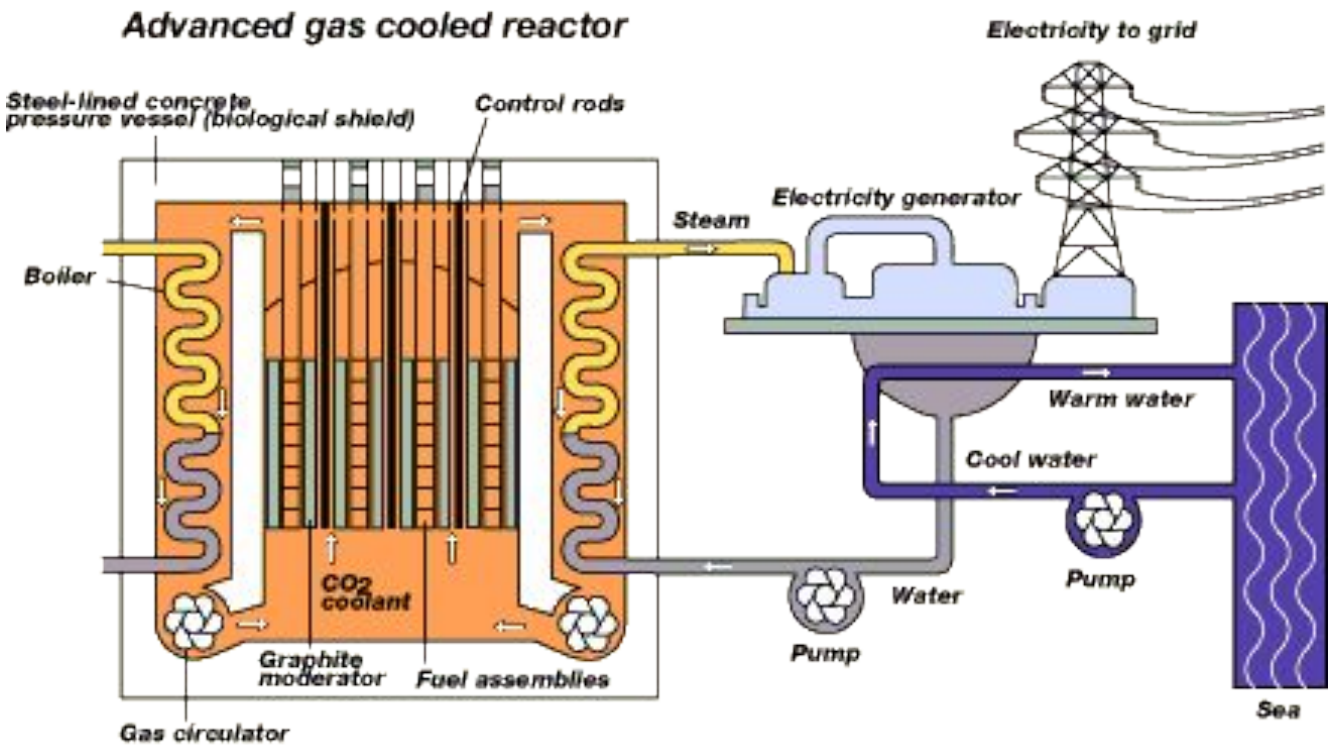
*** high = 7-15 Mpa; + = with some U-235 or Pu-239; ** 'battery' model with long cassette core life (15-20 yr) or replaceable reactor module.**

MAGNOX, GCR (gas cooled reactor)



Топливо в виде блочков из металлического урана естественного обогащения помещается в оболочку из сплава магния. Собранные твэлы помещены в кладку из графита (замедлитель). Теплоноситель – CO_2 под давлением 2 МПа. Температура на выходе 360°С, КПД 31 %. Строились в Великобритании (1956 – 1971 г).

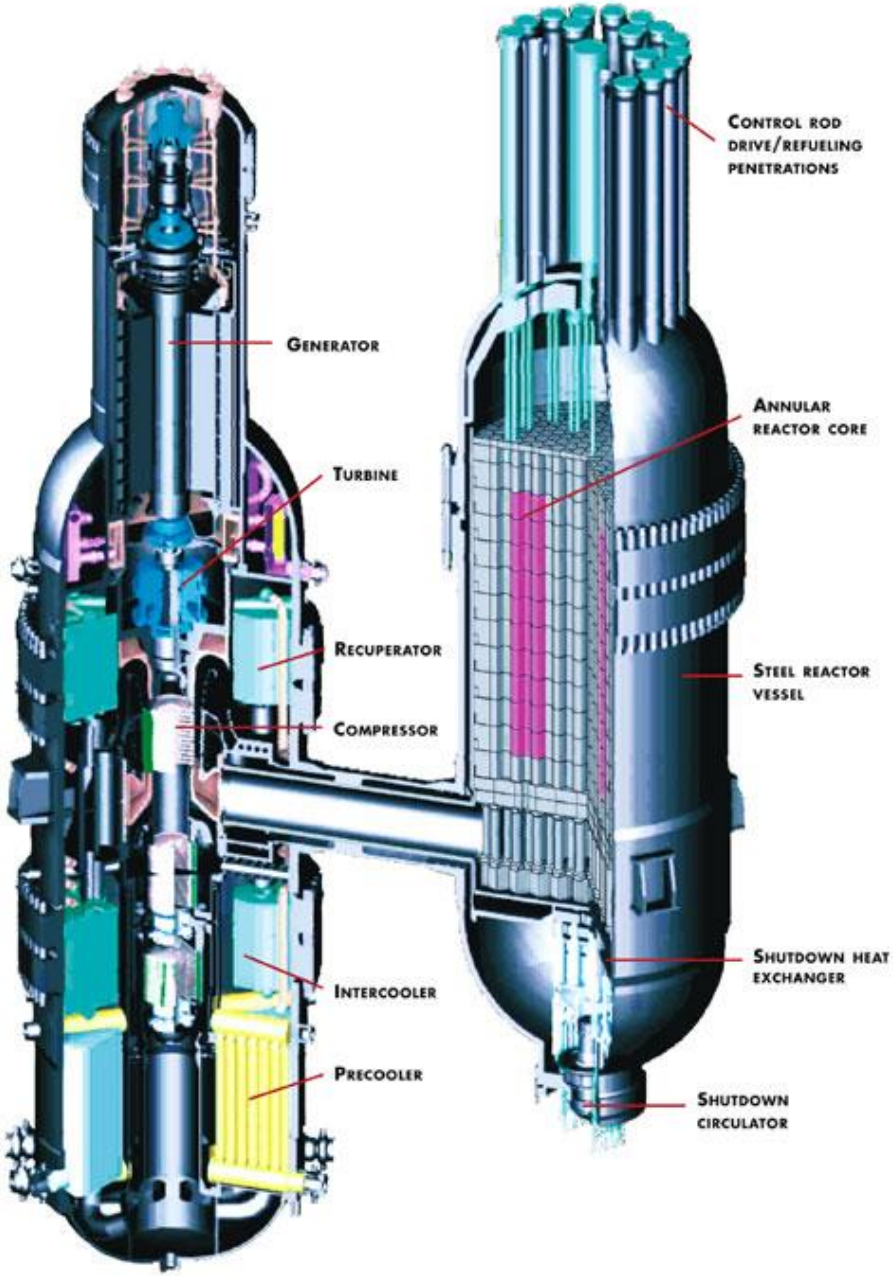
AGR (advanced gas reactor)

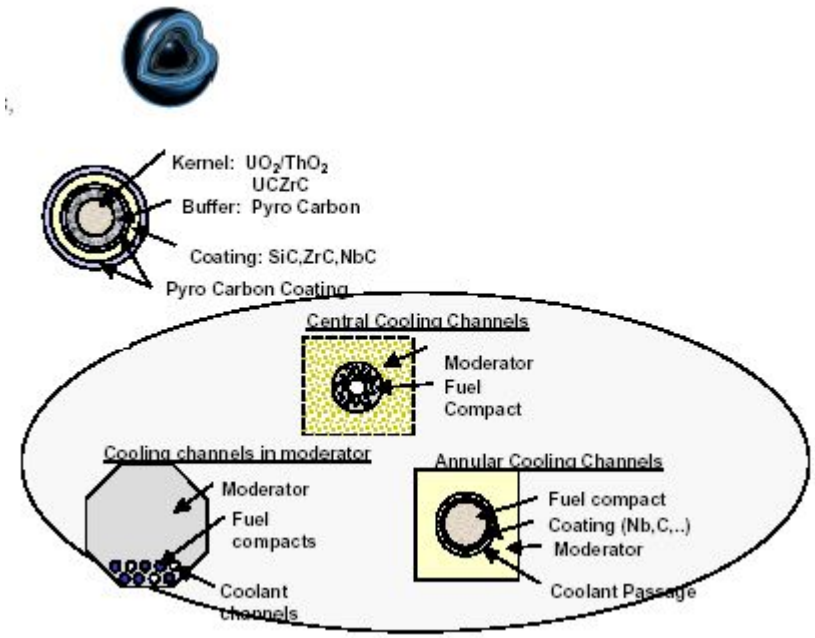


Цели при постройке – замена реакторов MAGNOX на высокоэффективные энергетические путем повышения выгорания и КПД. Топливо UO_2 с обогащением 2 – 3 %, оболочка твэл - нержавеющая сталь, замедлитель – графит. Теплоноситель – CO_2 под давлением 4.1 МПа, температура на выходе 650°С, КПД 42 %.

Всего работают AGR+MAGNOX 18 (2008 год) блоков на 10,8 ГВт.

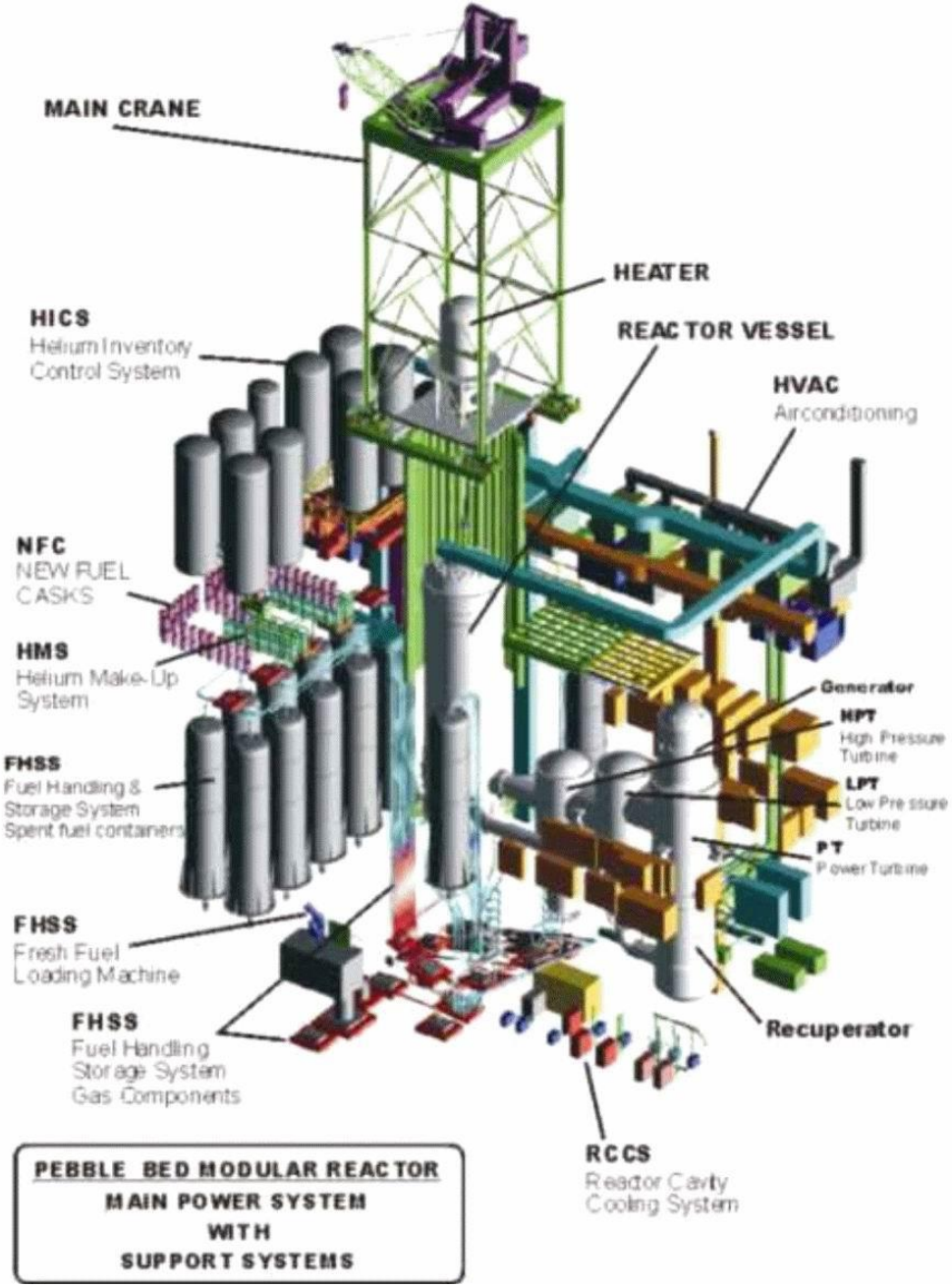
PMR – prismatic modular reactor или GT – MHR





Используются призматические твэлы, прямой цикл с газовой турбиной, что позволит достигнуть КПД 48 %, теплоноситель – гелий). Модульная конструкция и длительная компания реактора позволит поставку установок в неядерные страны.

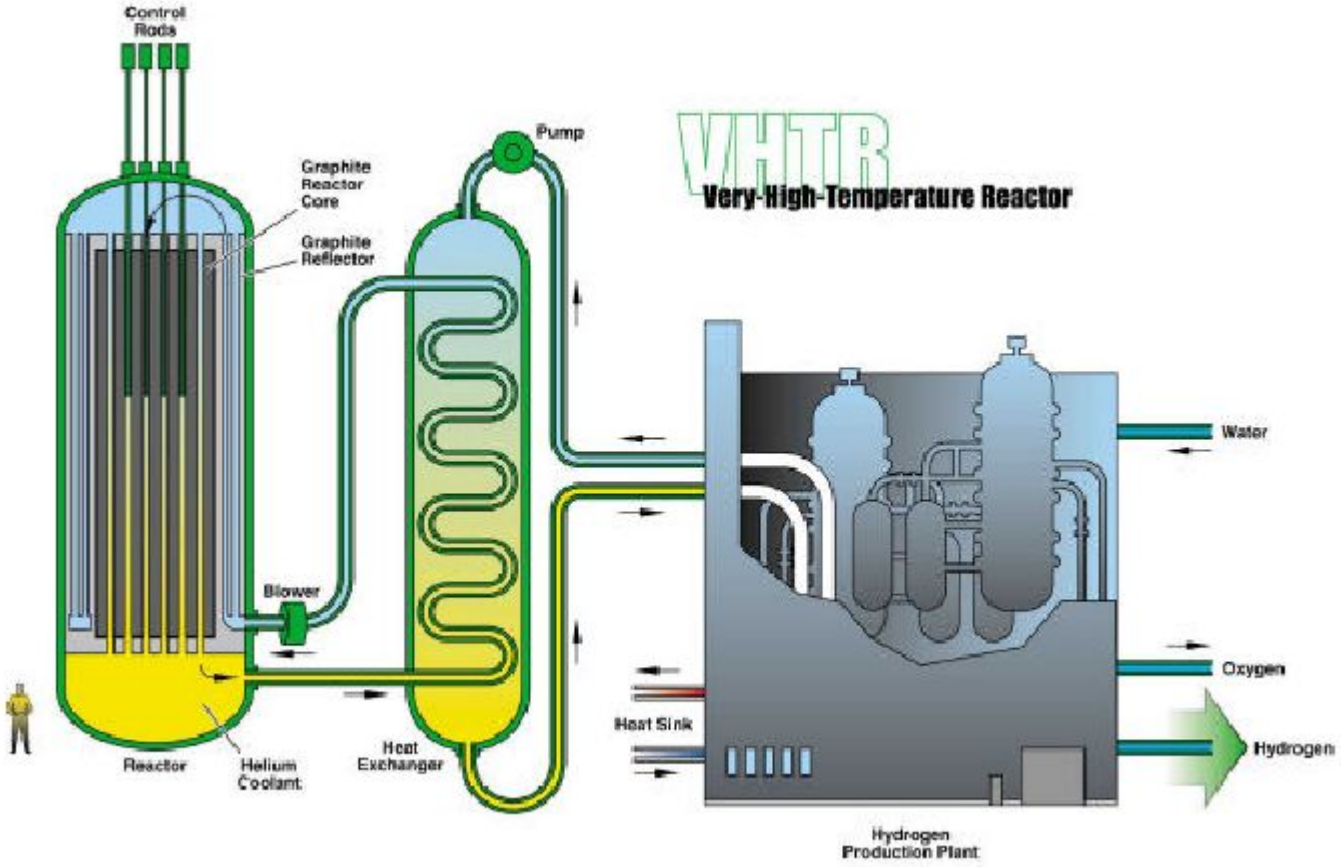
PBMR – pebble bed modular reactor

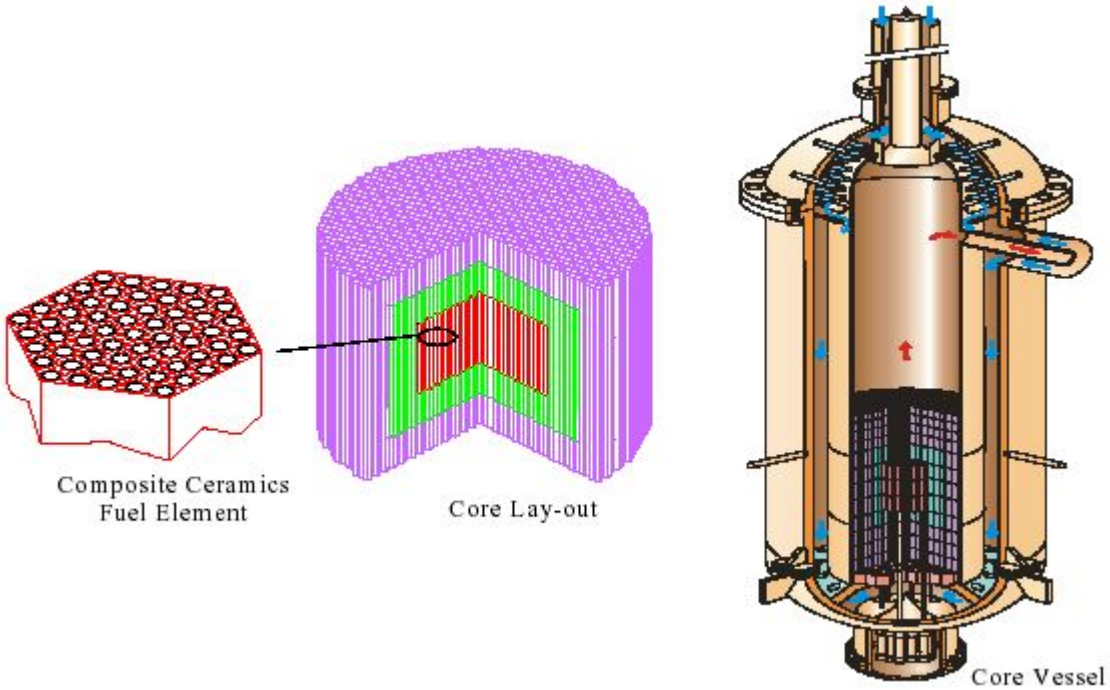


Электрическая мощность 170 МВт. Активная зона диаметром 3.7 м и высотой 9.0 м разделена на части графитовой кладкой для свободного хода регулирующих стержней. При полной загрузке в реакторе находится 456000 шаровых твэлов охлаждаемых потоком гелия под давлением 8.4 МПа. Температура теплоносителя на входе 500°С, на выходе 900°С. Применяется непрерывная перегрузка.

VHTR (very high temperature reactor)

Мощность 600 МВт с гелиевым теплоносителем. Температура теплоносителя на выходе 1000°С. Такой уровень температуры позволит получить высокий КПД при использовании газовой турбины, а также использовать тепло в промышленных целях и для производства водорода. Развитие технологии предполагается через 17 лет.



GFR (gas cooled fast reactor)

Электрическая мощность 288 МВт. Теплоноситель – гелий, температура на выходе 850°С, газовая турбина позволит обеспечить КПД 48 %. Решение о создании реактора будет принято по результатам разработки замкнутого топливного цикла.