

ДОКЛАД

„Малки модулни ядрени реактори”

1. Общи сведения за малките ядрени реактори.

Според класификацията на Международната агенция за атомна енергия, малки ядрени реактори са реакторите с електрическа мощност равна или по-малка от 300 MWe. През 2009 г. общо в света са работели 133 такива реактора, разпределени в 28 страни, 13 са били в процес на изграждане, а общата им мощност е била равна 60.3 GW.

Традиционно малките ядрени реактори се използват за изследователски цели, но освен това намират приложение в гражданската сфера като двигателни мощности за ледоразбивачи, както и във военната сфера като двигатели на подводници и самолетносачи. От началото на този век обаче започва да нараства интересът от приложението им в граждански сфери, които преди това са се смятали за запазена територия на големите ядрени реактори и топлините централи, както и в перспективни индустриални приложения свързани с разработването на нови находища от полезни изкопаеми, развитието на водородната енергетика, преработката на суровини и обезсоляването на морска вода. Целта е чрез затварянето на всички основни компоненти на реакторните установки в компактни моноблокове, да се повиши сигурността, надеждността и ефективността при експлоатацията на ядрените енергийни съоръжения.

Интересът към малките модулни реактори е провокиран, от основаването през 2001 г. на Международния форум за реактори от IV-то поколение. Причината е, че много от днес съществуващите проекти за малки модулни реактори отговарят на критериите за четвърто поколение. Благодарение на проектите за малки модулни реактори, сроковете за навлизането на IV-то поколение се отместиха с десетина години напред във времето. Така най-вероятно първите реактори от IV-то поколение ще бъдат тъкмо малки модулни реактори.

Международната агенция за атомна енергия внимателно следи и подпомага програмите на своите страни-членки за развитие на малки модулни реактори чрез различни публикации, презентации и информационни материали. Агенцията има перо в своя бюджет за малки модулни реактори, като допълнително темата се смята за основна в “Международния проект за иновативни ядрени реактори и горивни цикли” (INPRO), където активно се обсъждат проблемите, свързани с комерсиалното навлизане на малките модулни реактори в енергийния микс на страните-членки.

Като цяло в света в момента съществуват повече от 60 проекта за малки модулни реактори. Има значително разнообразие в прилаганите технологии, решения и цели. Част от тези проекти се основават на еволюционни технологични решения, които представляват модификации на популярните днес реактори с водно или газово охлаждане. Съществуват обаче и значителен брой проекти, които се основават на революционни технологични подходи или на такива, които досега са нямали или са

имали ограничено приложение в гражданската сфера. Степента на готовност на тези проекти също варира значително - някои се предвиждат да са готови за разполагане и редовна експлоатация след 2030 г., докато други са само на 5 до 7 години от комерсиалната си реализация. Сферите на приложение също са много разнообразни, като се наблюдава постепенна еволюция от концепцията, че малките модулни реактори имат смисъл само в екстремални природни условия, отдалечени географски региони и малки развиващи се страни, към осъзнаването, че те притежават значителен потенциал за разполагане и използване в развитите икономики.

Основните технологии, използвани в проектите за малки модулни реактори са:

- водно-водни реактори;
- високотемпературни реактори с газово охлаждане и пибъл бед технология;
- реактори с бързи неутрони с натриево охлаждане;
- реактори с бързи неутрони с оловно-бисмутово охлаждане;
- реактори с бързи неутрони и ториев горивен цикъл.

2. Проекти за малки модулни реактори по света

Всяка от водещите страни в ядрените технологии има своя програма и различни инициативи за развитието на малки модулни реактори:

В САЩ Департаментът по енергетика регулярно финансира развойни дейности, свързани с малки модулни реактори, като тази година са отделени рекордните 452 млн. долара за подпомагане на два проекта, които се в най-напреднал етап на разработка. Отделно от това, през март т. г. са подписани договори с три от компаниите, стоящи зад проекти на малки модулни реактори за изграждане на техните прототипи на площадката в Савана Ривър. Към федералните програми се прибавят и договорите между компании производители на малки модулни реактори.

3. Проблеми при ядрените реактори.

„Големи реактори - големи проблеми, малки реактори - малки проблеми”

Основните проблеми, свързани с разполагането на място и финансирането на ядрена централа е срокът им за изплащане. В миналото монополните структури можеха да правят 50-годишни инвестиции в големи ядрени централи със съзнанието, че данъкоплатците, към средствата на които са имали изключителен достъп, ще плащат сметката.

При днешните конкурентни пазари на електроенергия, генераторите се конкурират като осигуряват на захранване точно където и когато това е необходимо на най-ниската цена. Този факт прави по-трудно да се прогнозира на каква цена атомната електроцентрала ще търгува своята електроенергия и по този начин прави по-трудно да се оправдае една дългосрочна инвестиция в ядрената енергетика срещу енергията от централите на природен газ или възобновяеми източници.

Инвестиционната перспектива за производство на ядрена енергия се влошава от факта, че обикновените ядрени централи трябва да бъдат изградени в огромни мащаби,

за да оправдае тяхната предварителна инвестиция. Това означава, че всяка нова обикновена ядрена централа ще внесе много ново електричество на пазара на енергия, измествайки кривата на предлагането и ще натисне надолу цената на електроенергията на пазара. Сметката е проста: ако има твърде много предлагане на пазара в сравнение с търсенето, цената отива надолу.

Малките модулни ядрени реактори нямат тези проблеми, поне не и от мащаба, който имат обикновените ядрени централи. Тъй като са по-малки, нуждаят се от по-малко първоначални инвестиции (и съответно разходите за единица произведена енергия са по-високи). Освен това, те е по-малко вероятно да доведат до пренасищане на предлагането на пазара. Тези възможности превръщат малките модулни ядрени реактори много по-привлекателни в сравнение с обикновените ядрени от гледна точка на финансирането.

4. Масово произвеждани ядрени модулни системи

"Модулни" означава, че реакторите са проектирани да работят като самостоятелни единици, но могат да се свържат, за да образуват една по-голяма електроцентрала, ако е необходимо. Преимуществото на тази конструкция се състои в това, че реакторите ще могат да бъдат произведени по модерна производствена линия, а не специално по поръчка изградени капиталови проекти както са обикновените ядрени централи.

Няколко малки модулни ядрени реактори могат да се свържат, за да образуват една по-мащабна електроцентрала, ако е необходимо.

Възможността за масово производство на малки модулни ядрени реактори означава, че те имат потенциал да постигнат икономии за сметка на ефекта от мащаба и да постигнат много по-ниска цена, отколкото на днешните реактори. Може да сравним обикновения реактор като автомобил Ролс Ройс. Всеки екземпляр е строен по поръчка и съобразен с изискванията на купувача. Малките модулни ядрени реактори са по-скоро като Тойота: всяка бройка е една и съща, но на по-добра цена, без да се жертва безопасността.

Докато съществуващите реактори в САЩ не разполагат с стандартен дизайн, Франция вече напълно стандартизира дизайна на всичките си ядрени централи. Стандартизацията позволи на Франция да стане световен лидер в областта на ядрената енергия (75% от електроенергията на страната идва от ядрената енергетика) и постига едни от най-ниските цени на електроенергия в Европа от 17 цента на киловат час, приравнето с покупателната способност на щатския долар. Сравнете това с съседна Германия - 37 цента на киловат час или Полша - 34 цента на киловатчас. Гъвкава система на малките реактори

Друг фактор, който ограничава обикновените ядрени централи е, че те са до голяма степен проектирани, за да работят като енергиен източник на базов товар, т.е. производство на електроенергия на пълна мощност почти 24 часа в денонощие всеки ден от годината. При днешните динамични цени на пазарите на електроенергия, се оказва, че това свойство всъщност не е много полезно. Най-ценните електроцентрали могат да произвеждат електроенергия на ниска цена и бързо да включват и изключват, за да уловят високите цени на електроенергията и да избегнат периодите, когато цената

в реално време на електроенергията е ниска - особено периодите, когато свръхпроизводството на енергия от възобновяеми източници може да предизвика отрицателна цена.

Колко малки са малките модулни реактори?

Според класификацията на Международната агенция за атомна енергия, малки ядрени реактори са реакторите с електрическа мощност равна или по-малка от 300MW. Разбира се мощността зависи от нуждите на инвеститорите. Откъдето и да погледнем инвестициите са по-малки, сроковете за изпълнение също. И не на последно място средствата за поддръжка. Всичко това прави малките ядрени реактори едно добро решение за индустриални предприятия и населени места.

**Изготвил доклада: Венислав Ивайлов Иванов – 11б клас
ПГЯЕ „Игор Курчатов” - Козлодуй**