

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ

ДОКЛАД НА ТЕМА:

ЯДРЕНА ЕНЕРГИЯ В БЪЛГАРИЯ

ИЗГОТВИЛ:

Пламен Ивайлов Цветков

Ф.Номер: 041218007

ПРОВЕРИЛ:

Доц. Калин Филипов

София, 2019г.

Въведение

В съзнанието на повечето хора думи като радиация, радий, уран, плутоний, цезий, стронций, кюри, бекерел, изотоп, бета-частици, алфа-частици, гама-лъчи, неутрони, ядрен реактор, ядрено гориво и други професионални термини предизвикват страх и в резултат – отрицание на всичко свързано с тях. Страхът идва поради три причини: липса на елементарна ядрена култура (по аналогия с електрическата, химическата или транспортната култура), дълбоко наслоен страх от радиацията в резултат на бомбандировките в Хирошима и Нагасаки, инцидентът с Чернобил и липсата на сетиво, с което да се чувства радиацията.

Всеки от нас притежава някакъв минимум от т. нар. електрическа култура. Знае се, че има напрежение 220 V и 4,5 V, че са необходими два проводника, за да протече ток, че гол, неизолиран проводник представлява опасност, че напрежението на автомобилния акумулатор не е опасно. Въпреки това много често стават нещастни случаи и инциденти. Всеки от нас има в по-голяма или в по-малка степен т. нар. транспортна култура. Оглеждането преди пресичане, маркировката по пътя, светофарите, преценката за скоростта на автомобила са част от нея. Въпреки това стават всеки ден инциденти по пътищата и улиците. Вероятно след време хората постепенно ще придобият и масова ядрена култура. Най-подходящата мерна единица е естественият радиоактивен фон 0,1-0,3 микросиверта в час и естествената радиоактивност на тялото. Поради наличието на калий-40 в него средно стават около 50 разпада в секунда на килограм. Това означава, че в тялото ми всяка секунда се разпадат около 5000 ядра на калий-40 и аз излъчвам около 500 гама-кванта с енергия 1,46 MeV. Човекът да мен също ме облъчва.

Ние не можем да се откажем от ядрената енергия, както не можем да се откажем от електричеството, колите, самолетите, корабите и изобщо транспорта и промишлеността, защото тази енергия подобрява качеството на живота – и като енергия, и като приложение на изотопите в медицината и технологията. Остава нещо много просто: да придобием постепенно ядрена култура и да се изгради доверие между специалисти и неспециалисти.

1. Първите възможности за използването на атомната енергия

С тази възможност обаче възниква много важен за човечеството въпрос. Тъй като енергията на ядренофизичните реакции е в ръцете на хората, трябва ли тя да бъде използвана като средство за свободно научно познание, социално строителство и облекчение на условията за живот, или трябва да се използва за разрушение на сътвореното от хората за хилядолетия? Светът се променя след като се открива деленето на урана. За пръв път в своята история човечеството държи в ръцете си сила, с която може да се самоунищожи. Доказателство за това са бомбите над Хирошима и Нагасаки.

Ядрената енергия се използва в стопанството, в индустриалното производство и медицинската диагностика. Радиоактивните вещества имат широко приложение. Тяхното стопанско значение е много голямо. Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) на Обединените нации пресмята, че годишно използването на радиоактивните изотопи в 25-те индустриални нации на Земята спестява разходи от 300 до 400 млн. щатски долара.

Ядрената енергия започва да покрива значителна част от енергийните нужди на света. През 1967 г. по данни на МААЕ в осем страни на света работят 23 атомни електростанции. До края на 1968 г. са включени още 16. През 1955 г. общата мощност на този вид електростанции възлиза на 5 мегавата, а през април 1967 г. – вече са 7650 мегавата. През 1970 г. мощността на ядрените електроцентрали нараства на 25 000 мегавата, а до 1980 г. – на 250 000 мегавата. През 2003 г. 31 нации, обединяващи 2/3 от населението за Земята, експлоатират 441 ядрени електростанции, в които инсталираната мощност достига 359 GW. Още 33 ядрени централи са в строеж.

2. Ядрена митология

Около 450 атомни електроцентрали произвеждат приблизителни 17% от световното електричество. една топлоелектроцентрала, сравнима по мощност с атомна, изхвърля грубо казано около 1000 тона парникови газове в атмосферата за един час. Използвайки атомни централи за производството на ток, хората спестяват на природата огромно количество от тези газове. То може да се пресметне – отделеното количество газ на час – 1000 тона, се умножава по броя на часовете в годината – 8760. после този резултат се умножава по броя на атомните електроцентрали – 450. полученото число се равнява на тоновете спестен въглероден двуокис за една година – ако екранът на калкулатора може да го покаже...

Ядрената енергия е от огромно значение за страни като: Франция, Швеция, Испания, Германия, Великобритания, Канада, САЩ, Русия, Южна Корея, Финландия, Литва, Словакия, Словения, България, Унгария, Япония и Тайван. И във всички тези държави има хора, които са против използването ѝ. Еколозите опонират на ядрената енергетика повече, отколкото на другите, много по-вредни за околната среда производства.

Когато се каже, че една атомна електроцентрала изхвърля годишно хиляди кубични метра радиоактивна вода в морето, информацията не уточнява количеството или нивото на радиоактивност. Радиоактивните вещества, изхвърлени с отпадъчната вода за една година от централата, могат да бъдат събрани (ако са лесно отделими от водата) в кофа, бутилка, чаша за кафе, или чаша за уиски.

Друг мит е плутониевата опасност. Според него плутоният е най-отровното вещество в света – един микрограм, т.е. една милионна част от грама, може да убие човек. С други думи, шест килограма, които са равни на шест милиарда микрограма са достатъчни, за да унищожат цялото човечество.

Не, плутоният не е най-опасното вещество на света. Вярно е, че малко количество плутоний може да убие човек (попаднала в човешкото тяло, частицата плутоний може да причини смъртоносен рак). Но от друга страна,

през шейсетте години на XIX век по време на ядрените тестове са били взривени пет тона плутоний в атмосферата.

Плутоният е паднал на земята и е присъствал в хранителната верига. Известно количество е отишло и в океаните. Но никой не е пострадал от този факт.

Плутоният естествено насочва вниманието към атомните бомби. Наистина ли ядрената енергия се използва за военни цели, както много хора твърдят и дори вярват в това? Могат ли да се правят бомби от обработеното от атомните електроцентрали гориво? За някои хора ядрената енергия и атомните бомби са двете имена на едно и също нещо. Други пък изцяло отхвърлят това твърдение, като посочват, че отработилото ядрено гориво няма нищо общо с плутония, използван за производство на бомби. Плутоният е химичен елемент! Възможно ли е да има два вида плутоний?

От гледна точка на химията всички плутониеви атоми реагират по един и същ начин. Ядрото на всеки атом е заобиколен от 94 електрона, които определят поведението му при химичните реакции. Ето защо в химически смисъл плутоният е винаги един и същ.

От гледна точка на физиката обаче има много видове изотопи на плутония. Единственият изотоп, който може да се използва за експлозив в плутониевите бомби е т. нар. плутоний-239, където числото 239 показва броя на частиците в ядрото. Тъй като атомът е електронеутрален, в ядрото има 94 протона, а останалите 145 частици са неутрони. От никой друг плутониев изотоп не могат да се направят бомби.

В природата обаче не се среща плутоний-239 – на който е необходим, трябва да си го произведе. Това означава, че трябва да се построи реактор, в който уранът да се превърне в плутоний-239, бомбардирайки с неутрони атомите на уран 238. Ако един неутрон удари урановото ядро, се получава необходимият за бомбите плутоний-239.

След „неутронна обработка“ в продължение на няколко седмици, концентрацията на плутоний-239 достига максимум и той се отделя от

останалите вещества. В сравнение с атомните централи, плутониевият реактор е малко и евтино съоръжение.

Една АЕЦ не е подходяща за фабрика на „бомбен плутоний”. Причината е, че централата работи твърде дълго преди да бъде презаредена с гориво. През това време (около година) неутроните продължават да бомбардират вече произведения плутоний-239 и се получава плутоний-240, плутоний-241 и т.н.

Плутоният в ядреното гориво е различен от този, който се използва за производство на бомби. Той се произвежда по-лесно от природния уран, отколкото от обработеното ядрено гориво на електроцентралите. Всички държави, които имат ядрено оръжие, имат плутониеви реактори за военни цели.

Реакторите на АЕЦ „Козлодуй” са изградени както повечето от реакторите в света. Изключение правят само някои реактори на атомните електроцентрали в Русия.

В Козлодуй се намират в експлоатация четири реакторни инсталации с обща електрическа мощност 2790 MW. Две от тях (3 и 4 блок) са с реактори от типа ВВЕР-440, а другите две (5 и 6 блок) – с реактори от типа ВВЕР-1000.

Характерно различие на атомната централа от традиционните е в източника за получаване на топлинна енергия. В АЕЦ се използва енергията, отделяна при деленето на ядрата на горивото. За гориво при реакторите от типа ВВЕР се използва уранов двуокис (UO_2).

Водата, която служи за отвеждане на топлината от горивото, се нарича топлоносител. Ако топлоносителят още в реактора се превръща в пара, която се отправя към турбината, топлинната схема на АЕЦ се нарича едноконтурна.

Ако топлоносителят, без да се превърне в пара, преминава през междинен топлообменник (наречен парогенератор), където нагрява друга вода, наричана работно тяло, топлинната схема се нарича двуконтурна.

Технологичната схема на всички блокове в АЕЦ „Козлодуй” е двуконтурна.

Принципна технологична схема на всички блокове на АЕЦ

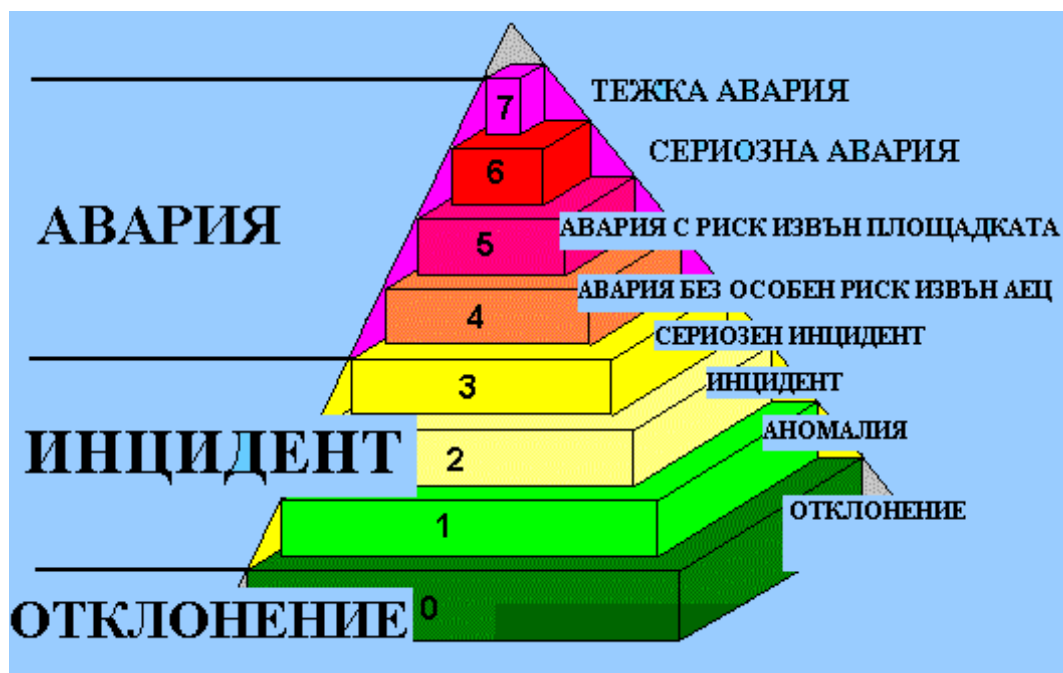
В първи контур циркулира топлоносителят (вода под налягане), който отвежда от реактора топлината, образувана при деленето на ядрата на горивото.

Във втори контур движещата се между тръбичките на парогенератора вода се нагрива и се превръща в пара. Топлинната енергия на парата се превръща в турбината в механична енергия за въртене на вала на турбогенератора.

На един вал с турбината е монтиран електрическият генератор – той превръща механичната енергия в електрическа.

3. Истината за аварията в атомни електроцентрали през погледа на специалистите

Инцидентите и аварията в АЕЦ се оценяват по следната международна схема:



Реакторите на тази централа са РБМК-1000. В тях има най-малко две слаби места: положителен паров ефект на реактивност и аварийна защита, която при нарушаване на експлоатационната инструкция заглушава реактора не достатъчно бързо, а в много случаи може дори за кратко време да повиши неговата мощност. Тези две „слаби места” са резултат на отклонение от изискванията на вече действащите тогава норми и правила за безопасност

- *Състояние на блока преди аварията*

По проект, в режим на обезточване на АЕЦ при максимална авария с разкъсване на контура за многократна принудителна циркуляция, електроснабдяването на питателните помпи е трябвало да се осигурява за сметка на инерцията на турбогенератора.

Преди пускането на 4-ти блок на ЧАЕЦ този режим за обезточване не е бил изпробван. Такива изпитания са проведени на блок 3 в ЧАЕЦ през 1982 г., а след доработка на системата за регулиране на възбуждането на турбогенератора – през 1984 г. и 1985 г. Последните програми са предвиждали изключване на системата за аварийно охлаждане на реактора по време на изпитанията.

Същността на изпитанията се състояла в това, че в случай на максимална проектна авария циркуляцията на топлоносителя се прекъсва и за охлаждане на активната зона се включват пасивните подсистеми (2 канала) на системата за аварийно охлаждане на реактора с подаване на вода от хидробалоните, а също така „бързодействащата“ подсистема (1 канал), с подаване на вода от захранващите помпи, електрозадвижването на които се захранва от въртящия се по инерция турбогенератор. При това захранващите помпи трябва да работят през времето, необходимо за включване на дизел генераторите и на трите канала на активната („бавно действащата“) част на системата за аварийно охлаждане на реактора.

Аварията става на 26.04.1986 г., по време на гореописаните изпитания на режима на инерция на турбогенератора, с товар собствените нужди на блок 4 на ЧАЕЦ.

Програмата на тези изпитания, заедно с регламента и експлоатационните инструкции, формално позволяват да се предположи, че провеждането на планирания режим е безопасно. Този режим, обаче, поради два термохидравлични ефекта се оказва специфичен: разходът на топлоносител през реактора е по-голям от номиналния, което определя малък недогрев на топлоносителя при входа на активната зона; паросъдържанието в активната зона е минимално.

Тези ефекти предопределят поведението на реактора, предизвиквайки аварията.

На 25.04. са допуснати две нарушения на технологичния режим: изключена е аварийната система за охлаждане на реактора и известно време той е работил с оперативен запас на реактивността под допустимия. Освен това към обяд на 25.04 мощността на реактора е съставлявала 50 % от номиналната. Един от двата турбогенератора (ТГ-8) е спрял, но по-нататъшното намаляване на мощността на реактора е забранено от диспечера на електромрежата поради забавяне на включването на друга електроцентрала. Продължаване на действията по спирането на енергоблока е разрешено от диспечера в 23 h 00 min, т. е. активната зона на реактора около два часа допълнително се е намирала в режим на отравяне с ксенон. През това време максималното отравяне е преминало и запасът на реактивност е започнал да нараства.

- *Развитие на аварията*

В 1 h 23 min 43 sec се появяват сигнали от активната зона за периода на разгон (20 s) и за превишаване на мощността (над 530 MW). Към 1 h 23 min 44 sec възникналата ситуация вече може да се назове „Тежка авария”.

Чрез пресмятания е доказано, че по това време обвивките на топлоотделящите елементи са били повредени. Местата на повреждане на обвивките приблизително съвпадат с положението на пика на осевото колебание на мощността (1/3 от височината на активната зона). Горивото в централната част на няколко от топлоотделящите елементи се стопява, вътрешното налягане в топлоотделящите елементи се увеличава до 400 bar в следствие на топлинното разширение на горивото, неговото разтапяне и образуването на мехури от газообразни продукти на делене; и разтапянето на горивото покрай границата на зърната на външния неразтопен слой. Повреждането на обвивката довежда до изхвърляне на гориво в топлоносителя. Високотемпературните капки и парчета гориво се смесват с топлоносителя. Това довежда до бързо допълнително парообразуване и изместване на водата, останала в технологичните канали. Последният факт е равносилен на въвеждане на допълнителна реактивност в активната зона.

Изключват главните циркуляционни помпи, които са в „разбег”, разходът на неучастващите в пробегата главни циркуляционни помпи веднага рязко се понижава (с 40 %), рязко скачат налягането и нивата в барабан-сепараторите. Регистрираните изменения на разхода и налягането се били следствие от рязкото нарастване на налягането в технологичните канали в резултат от взаимодействието на горивото с топлоносителя. Разходите на главните циркуляционни помпи, не участващи в инерцията, са възстановяват почти до изходните, но продължават да нарастват налягането и нивата на барабан-сепараторите.

Свръхналягането в технологичните канали предизвиква ускорено движение на останалите части от топлоносителя и хидравличен удар. Хидравличният удар, въздействието на разтопеното гориво, и собственото високо налягане довеждат до разрушаване на част от технологичните канали в границите на активната зона. Падането на налягането в контура допринася за възстановяване на разходите на работещите главни циркуляционни помпи, но довежда до кипене на топлоносителя в барабан-сепараторите и повишаване на нивото в тях.

Появява се сигнал на аварийна защита „Повишено налягане в реакторно пространство”, а също и множество други сигнали на блочния щит за управление. Има разкъсване на технологичен канал. Реакторното пространство и системите, свързани с него, имат способността да понижават налягането при повреждане на един от работните канали. Обаче параметрите, възникнали при аварията, далеч превишават тази способност на системите за защита от свръхналягане.

Масовото излизане от строя на технологичните канали и взривоопасното натрупване на пара в реакторното пространство довеждат до катастрофално разрушение. Тежката конструкция, която представлява горната част на херметичното реакторно пространство, е повдигната и се накланя, разрушавайки по-голямата част от технологичните канали и пароводните комуникации над активната зона, както и възлите на елементите на системата за управление и защита.

В 1 h 24 min 00 sec, едновременно със силните удари, спират прътите на системата за управление и защита, без да са стигнали до долния край. Това става в следствие на два последователни взрива, които отнасят покрива на зданието на блока. През образувалия се „прозорец” излизат парчета графит, гориео, метал и бетон. Изхвърлените материали от горящия реактор падат върху гарната част на зданието и по технологичната площадка на АЕЦ; и предизвикват пожар на 30 места. В реакторното пространство прониква въздух и предизвиква възпламеняване на графита в следствие от повишаване на температурата поради екзотермична реакция при окисляването на циркония.

- *Последствия от аварията*

Димът и парите, с големи количества радиоактивни вещества, образуват „горещ облак”, който се издига на височина до 2 km. Този облак преминава над западните райони на бившия СССР, в посока от Източна към Западна Европа, а от там – над цялото Северно полукълбо. Тежките късове падат близо до площадката на АЕЦ, а леките частици – на север и на запад от нея в съседните райони и републики.

Привечер на 26.04 нивата на радиоактивност в гр. Припят превишават естествения фон 1000 пъти. На 27.04 в 14 h 00 min, когато от аварията са минали 36 часа, започва евакуацията на населението от гр. Припят, а на 6.05 е завършена евакуацията на жителите от 30-километровата зона, наречена „забранена зона”. В деня на аварията противопожарният и експлоатационният персонал не допускат, че рискът от облъчване е сериозен. Никой от пожарникарите не е обучен за борба с пожари в условия на радиоактивно замърсяване. Част от пожарникарите, качвайки се на покрива на блок 3, гасят късчетата горящ графит, изхвърлени от активната зона.

По-малко от час след аварията е открит първият случай на остра лъчева болест. Клинични прояви на преоблъчване са открити у 203 човека от работилите на 26.04 на площадката на аварирания блок.

Около 5-100 дни след аварията в пробите от атмосферни аерозоли и почва са идентифицирани радионуклиди, представляващи 99 % от общото радиоактивно замърсяване.

В различните страни, заедно с отлаганията на хомогенно разпределените радиоактивни материали, са открити и горещи частици (неразтворими късчета гориво с различни размери). В по-голяма близост до реактора са установени и изследвани „горещи петна”, обусловени не само (и не главно) от микронни горещи частици, а от милиметрови и по-големи късчета гориво.

Живеещите в 30-колометровата зона 779 хиляди души получават чисти хранителни продукти от други региони и парични компенсации.

Зона с радиус 10 km около авариралия реактор е силно замърсена. В нея са разположени около 800 примитивни съоръжения с погребани радиоактивни отпадъци.

- *Причини за аварията*

Операциите на персонала с режимите на съоръженията и изключването на технологичните защиты и блокировки не са причина за аварията и не са повлияли на мащаба ѝ. Причините за аварията не се определят само от действията на персонала, а имат комплексен характер. Обвиненията към персонала не са основателни, защото той не е имал нито информация, нито опит за работа при по-ниска мощност. Системата за аварийно охлаждане на реактора не е била проектирана за такъв тип авария и е била разрушена от взрива.

Според публикуваните данни и оценки на авторите, съвкупността от фактори, довели до аварията изглежда така:

- реакторът работи на малка мощност;
- температурата на топлоносителя при входа на активната зона е много близка до температурата на насищане;
- има висок положителен паров ефект на реактивност;
- оперативният запас на реактивност е малък, т.е. повечето пръти са изведени от активната зона;

- има значителен ефект от внасяне на положителна реактивност поради известни на специалистите ефекти, породени от графитовия крайник на аварийните пръти през първите секунди след началото на спускането им.

Намаленият разход на топлоносител в началото на експеримента предизвиква допълнителна генерация на пара в активната зона. Поради малкия недогрев в топлоносителя и неравномерното поле на енергоотделянето, генерирането на пара е съществено и в долната част на активната зона. Скоростта на нарастване на паросъдържанието е твърде значителна поради нивото на мощност в реактора. В следствие на положителния паров коефициент на реактивност, мощността на реактора би могла да започне да нараства, но това нарастване се компенсира от въвеждането в зоната на прътите АР, което води до още по-голямо изкривяване на енергоотделянето с преместване на максимума в долната част на зоната.

Натискането на бутона за ръчно аварийно спиране на реактора води, поради вкарване на положителна реактивност от графитния крайник на аварийните пръти, до въвеждане на положителната реактивност именно в долната част на зоната, където все по-голяма роля играе паровият ефект на реактивност. Наслагването на ефектите на реактивност довежда до образуване на локална критичност в долната част на активната зона. Малкият оперативен запас на реактивност и и продължителното време за въвеждане на прътите в зоната предопределят невъзможността за бърза автоматична компенсация на ефекта на локалната реактивност в отдалечаване от прътите части на зоната. Локалната критичност води до бързо нарастване на мощността на реактора (разгон) само по мигновени неутрони.

Използвана литература:

1. Ото Хан – „Моят живот”, 2004
2. Бьорн Волстрьом – „За ябълката и нейната кора”, 2003
3. УТЦ – АЕЦ „Козлодуй” – „Въведение в АЕЦ”, 1997
4. „Тита – Консулт” ООД – „Ядрени инциденти и аварии в атомните електроцентрали”, 2000
5. International Atomic Energy Agency-“Nuclear Technology Review”, 2004