

Олександр Мельник

*кандидат технічних наук, доцент кафедри
хімії, екології та методики їх навчання
Уманського державного педагогічного
університету імені Павла Тичини*

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Анотація: У статті розкриваються причини аварії на ЧАЕС.

Описані та приведені характеристики двох типів реакторів РБМК та ВВЕР. Проведений порівняльний аналіз принципу їх роботи. Розглянута схема ядерних процесів у реакторі які відбуваються під час їхньої роботи. Показані переваги та недоліки кожного типу реактору (РБМК, ВВЕР). Розкриті усі складові, які сприяли аварії, зокрема позитивний паровий коефіцієнт реактивності (конструкційний недолік).

Ключові слова: повільний нейтрон, радіоактивний розпад, позитивний паровий коефіцієнт, осколок, сповільнювач нейтронів.

Alexander Melnik

PECULIARITIES OF STUDYING IN HIGH SCHOOL THE DANGER OF ENVIRONMENT RADIOACTIVE CONTAMINATION

Annotation. The article reveals the causes of the Chernobyl accident. The characteristics of two types of RBMK and WWER reactors are described and given. A comparative analysis of the principle of their work. The scheme of nuclear processes in the reactor that occur during their operation is considered. The advantages and disadvantages of each type of reactor (RBMK, WWER) are shown. All components that contributed to the accident are disclosed, in particular the positive vapor reactivity coefficient (structural defect).

Key words: slow neutron, radioactive decay, positive vapor coefficient, fragment, neutron moderator.

Постановка задачі.

Основним джерелом електроенергії в Україні є атомна енергетика. Але, не дивлячись на усі її переваги перед іншими джерелами електроенергії, залишається бути небезпечним чинником виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру (вихід із ладу технічних систем, або помилка обслуговуючого персоналу). Аварії які виникають на об'єктах атомної енергетики, можуть призводити до створення складної радіаційної обстановки, яка, в свою чергу, може негативно вплинути не тільки на боєздатність військових формувань, формувань цивільного захисту, а й на цивільне населення в цілому, яке опиниться у зоні можливого ураження. Тому є зрозумілим, що оцінка радіаційної обстановки при аваріях на об'єктах атомної енергетики є досить актуальним завданням, яке необхідно вивчати та досліджувати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вивченням радіоактивності та оцінкою радіаційної обстановки при аваріях на АЕС в різний час займалися відомі науковці: В. Г. Атаманюк [1], Я. Е.Белозеров [2], Л. А. Булдаков [3], Н. Л. Глинка [4], П. Т. Егоров [5], П. Е. Колпаков [6], І. М. Миценко [8], М. І. Стеблюк [9], В. М. Шоботов [10] та інші. В їхніх працях розкриті загальні поняття та визначення радіоактивності, наведена методика розрахунку оцінки радіаційної обстановки методом прогнозу та за даними розвідки, як після ядерного вибуху, так і при аваріях на об'єктах атомної енергетики, зокрема наведені загальні аналітичні формули розрахунку оцінки обстановки при аваріях на АЕС, проте характеристики типів реакторів які існують у атомній енергетиці (РБМК та ВВЕР) не приводяться. Не розкриті конструкційні особливості їхньої роботи.

Формування цілей статті: Розкрити характеристики двох типів реакторів РБМК та ВВЕР. Провести порівняльний аналіз принципу їх роботи. Розглянути схеми ядерних процесів у реакторі які відбуваються

під час їхньої роботи. Показані переваги та недоліки кожного типу реактору (РБМК, ВВЕР). Розкриті усі складові, які сприяли аварії, зокрема позитивний паровий коефіцієнт реактивності (конструкційний недолік).

Викладення основного матеріалу.

«Чорнобильська аварія» сталася під час звичайної зупинки 4-го енергоблоку ЧАЕС на планово-попереджувальний ремонт (ППР) [7]. Під час таких зупинок часто виконуються додаткові роботи, які не можуть бути виконані при роботі енергоблоку на потужності. На цей раз крім стандартних робіт, описуваних в штатних інструкціях по експлуатації обладнання, була запланована перевірка роботи систем енергоблоку в умовах максимальної проектно аварії (МПА).

На момент експлуатації, реактори типу РВПК (що експлуатувалися на ЧАЕС) вже не відповідали нормативним вимогам – мати властивість (саморегулювання). Це означає, що реакторна установка повинна забезпечувати безпеку на основі природних зворотних зав'язків. Для кращого розуміння подальших пояснень і прикладів, наведу деякі технічні подробиці. Розщеплювати уран-235 можуть тільки повільні (або теплові) нейтрони (рис. 1).

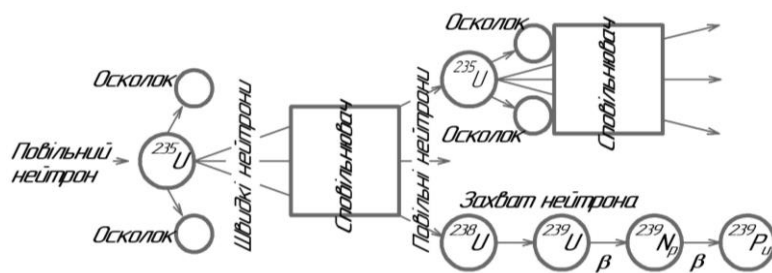


Рис. 1. Схема ядерних процесів у реакторі

Тому, майже всі сучасні реактори працюють на повільних нейтронах. Нейтрони діляться на повільні і швидкі в залежності від їх кінетичної енергії. Спочатку нейтрони бувають швидкими. Для їх уповільнення застосовують так звані сповільнювачі. В основному це вода або графіт.

В реакторах ВВЕР, сповільнювач - вода. В реакторах РВПК (чорнобильського типу), сповільнювач - графіт.

В реакторах ВВЕР саморегулювання на основі природних зворотних зв'язків здійснюється наступним чином:

Збільшується потужність реактора - збільшується температура води - зменшується щільність води - зменшується її сповільнююча здатність - зменшується кількість повільних нейтронів - зменшується кількість ядер, що розщеплюються - знижується потужність реактора (негативний паровий ефект).

При зниженні потужності процес повторюється навпаки.

Таким чином, реактор знаходиться в стабільному стані, коливаючись в невеликому діапазоні потужностей.

Розглянемо той же ланцюг подій для реактора РВМК.

Збільшується потужність реактора - збільшується температура графіту - але уповільнююча здатність графіту при цьому не змінюється - кількість повільних нейтронів продовжує зростати - кількість ядер, що розщеплюються, продовжує зростати - реактор розганяється (позитивний паровий ефект).

Нестабільності РВПК також сприяють великі розміри активної зони (рис. 2). Понад 11 метрів в діаметрі і 7 метрів висоти. Порівняйте з розмірами ВВЕР приблизно 4 на 4 метри.

Під час конструювання (СУЗ) система управління і захисту РВПК була допущена помилка. Вважається, що саме конструкційний недолік стрижня СУЗ став, свого роду спусковим гачком, що привів до вибуху.

Стрижень СУЗ конструктивно складається з двох збірок, прикріплених на одній штанзі. Верхня - боровмісна частина (бор дуже хороший поглинач нейтронів). Нижня, більш коротка частина складається з графіту. Графіт слабший поглинач нейтронів, ніж вода.

При русі стрижня СУЗ в зону, на тій ділянці реактора, де нижня графітова частина стрижня витісняє воду, реактивність (кількість повільних нейтронів) замість зменшення, навпаки збільшується (спрацьовує так званий кінцевий ефект).

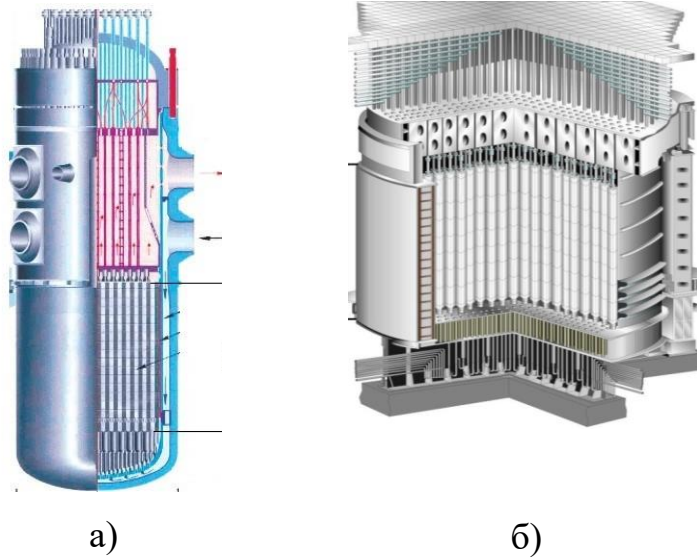


Рис. 2. а) Реактор ВВЕР; б) Реактор РВПК

Таким чином, всі складові, необхідні для аварії на той час вже були:

- позитивний паровий коефіцієнт реактивності (конструкційний недолік);
- кінцевий ефект стрижнів СУЗ (конструкційний недолік);
- нестабільний реактор, що працює на малій потужності, в якому майже всі стрижні СУЗ витягнуті із зони (ситуація створена діями персоналу).

Зростання потужності реактора призвело до збільшення паровмісту води - збільшенням пароутворення, реактивності (паровий ефект). У лічені секунди потужність зросла в багато разів. Відбувся розрив технологічних каналів, викид пароводяної суміші в реакторний простір і її повне випарювання (це був перший вибух, паровий).

Далі відбувається розгін реактора на швидких нейтронах і його повне руйнування. Це вже другий (можна сказати ядерний) вибух.

На відміну від вибуху бомби, ланцюгова реакція загасає - відсутність умов для подальшої ланцюгової реакції, що самопідтримується.

Висновок.

Вивчення питань штучної радіоактивності, зокрема ядерних процесів які відбуваються у реакторі сприяє формуванню у майбутніх фахівців екологів поглиблених знань та умінь щодо їхньої поведінки в умовах радіаційної безпеки. формує базові знання про штучну радіоактивність. Усе зазначене є корисним та сприяє закріпленню та розширенню набутих раніше знань які вивчались при опануванні дисциплін природничого циклу.

Перспективи подальших досліджень... Дослідити, провести статистику та аналіз по накопиченим дозам по γ і β – випромінюванню яку отримує людина за рік від природних та штучних джерел опромінення з використанням сучасного приладу МКС-0,5 «ТЕРРА».

Список використаних джерел:

2004. – 402 с.

1. Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона / В. Г Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Екимов. – М. : Высшая школа, 1986. – 207 с.

2. Белозеров, Я. Е. Внимание! Радиоактивное заражение! / Я. Е. Белозеров, Ю. К. Несытов. – М. : Воениздат, 1982. – 96 с.

3. Булдаков, . А. Радиоактивные вещества и человек / Л. А. Булдаков. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 158, [2] с. : ил.

4. Глинка, Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка. –М.: Госхимиздат, 1956.–730 с.

5. Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – М. : Высшая школа, 1977. – 303 с.

6. Колпаков, П. Е. Основы ядерной физики : утв. М-вом просвещения РСФСР в качестве учеб. пособ. для пед. ин-тов / П. Е. Колпаков. – М. : Просвещение, 1969. – 399, [1] с.
7. Мельник, О. В. Цивільний захист : навчальний посібник / О. В. Мельник. – Бровари : ТОВ «АНФ ГРУП», 2014. – 232 с.
8. Миценко, І. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України / І. М. Миценко, О. М. Мизенцева. – Чернівці : Книга – XXI,
9. Стеблюк, М. І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2006. – 487 с.
10. Шоботов, В. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України як навч. посіб. для студентів ВНЗ / В. М. Шоботов ; МОН України, Приазовський ДТУ. – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 436 с.