

В. О. Бабенко^{1,2}, В. М. Павлович^{2,3,*}

¹ *Институт теоретической физики им. М. М. Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина*

² *Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев, Украина*

³ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина*

*Відповідальний автор: pavlovich@kinr.kiev.ua

ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИНИКНЕННЯ, РОЗВИТКУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ САМОПІДТРИМНОЇ ЛАНЦЮГОВОЇ ЯДЕРНОЇ РЕАКЦІЇ В ПАЛИВОВМІСНИХ МАСАХ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

Вивчено головні особливості умов виникнення та розвитку самопідтримної ланцюгової ядерної реакції (СЛР) у паливовмісних масах об'єкта «Укриття», а також її основні властивості для ряду принципів можливих режимів протікання. На основі чисельного аналізу та розрахунків згідно із сформульованою системою диференціальних рівнянь для головних характеристик системи показано, що основними можливими режимами розвитку СЛР є режим експоненціального зростання потоку нейтронів, режим одиночного спалаху нейтронного потоку з різною можливою амплітудою в точці максимуму, а також режим коливань густини нейтронів у системі, що становить найбільший інтерес та має різноманітні властивості. Згідно з розрахунками, у системі при достатньому скупченні матеріалів, що діляться, може виникнути можливість здійснення інтенсивного нейтронного спалаху великої амплітуди при деяких правдоподібних значеннях інших фізичних параметрів. Найбільш реальним та близьким до режиму, що експериментально спостерігався, є режим повільного зростання нейтронного потоку під час заповнення системи водою з наступним переходом у режим осциляцій поблизу критичного стану.

Ключові слова: ланцюгова ядерна реакція, паливовмісні маси, потік нейтронів.

В. А. Бабенко^{1,2}, В. Н. Павлович^{2,3,*}

¹ *Институт теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина*

² *Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев, Украина*

³ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина*

*Ответственный автор: pavlovich@kinr.kiev.ua

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И СВОЙСТВ САМОПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙСЯ ЦЕПНОЙ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ В ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАССАХ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

Изучены главные особенности условий возникновения и развития самоподдерживающейся цепной ядерной реакции (СЦР) в топливосодержащих массах объекта «Укрытие», а также ее основные свойства для ряда принципиально возможных режимов протекания. На основе численного анализа и расчетов согласно сформулированной системе дифференциальных уравнений для главных характеристик системы показано, что основными возможными режимами развития СЦР являются режим экспоненциального роста потока нейтронов, режим одиночной вспышки нейтронного потока с различной возможной амплитудой в точке максимума, а также представляющий наибольший интерес и разнообразие свойств режим колебаний плотности нейтронов. Согласно расчетам, в системе при достаточном скоплении делящихся материалов может возникнуть возможность осуществления интенсивной нейтронной вспышки большой амплитуды при некоторых правдоподобных значениях других физических параметров. Наиболее реальным и близким к наблюдаемому является режим медленного роста потока нейтронов по мере заполнения системы водой с последующим переходом в режим осцилляций вблизи критического состояния.

Ключевые слова: цепная ядерная реакция, топливосодержащие массы, поток нейтронов.

V. A. Babenko^{1,2}, V. N. Pavlovych^{2,3,*}

¹ *Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

³ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Corresponding author: pavlovich@kinr.kiev.ua

STUDY OF IGNITION POSSIBILITY, DEVELOPMENT AND PROPERTIES OF SELF-SUSTAINING NUCLEAR CHAIN REACTION

IN THE FUEL-CONTAINING MASSES OF THE OBJECT “UKRYTTYA”

Main characteristic properties of ignition and development of self-sustaining nuclear chain reaction (SCR) in the fuel-containing masses (FCM) of the object “Ukryttya”, and also the main properties of SCR for a number of its typical essentially possible modes were studied. System of differential equations for the main physical quantities describing FCM was formulated. Numerical analysis and calculations according to this system show that the main possible modes of SCR are exponential growth of the neutron flux, mode of the solitary neutron flux burst of differing strength, and also mode of the neutron flux oscillations. Mode of the flux oscillations is of great interest and exhibits various properties. According to calculations, the neutron flux burst of extremely high strength appears to be possible under some likely and reasonable physical conditions in presence of the sufficient accumulation of fissile materials. But the most realistic and close to the experiment mode of SCR appears to be the mode of slow growth of the neutron flux progressively, as the system is flooded by water, and further subsequent transition into the mode of the neutron flux oscillations in the neighbourhood of the critical state.

Keywords: nuclear chain reaction, fuel-containing masses, neutron flux.

REFERENCES

1. E.D. Vysotskii et al. Nuclear-hazardous accumulations of fuel-containing materials in the destroyed fourth Unit of the Chernobyl NPP. [Radiochemistry 53\(2\) \(2011\) 206.](#)
2. V.A. Babenko et al. Fuel-Containing Masses of Chernobyl Unit 4: Multiplying Properties and Neutron Characteristics. [Nucl. Sci. Eng. 133\(3\) \(1999\) 301.](#)
3. V.A. Babenko et al. Investigation of multiplying properties of fuel containing masses of the 4th block at Chernobyl Atomic Power Plant. Preprint: KINR-97-1 (Kyiv, Institute for Nuclear Research of NASU, 1997) 30 p.
4. V.A. Babenko, L.L. Jenkovszky, V.N. Pavlovych. Nuclear power industry: Tendencies in the world and Ukraine. [Phys. Part. Nucl. 38\(6\) \(2007\) 795.](#)
5. V.A. Babenko et al. Modeling of mass and geometric parameters of fuel-containing materials accumulation in the South-Eastern part of room No. 305/2 of the destroyed 4-th unit of the ChNPP. [Problemy bezpeky atomnykh elektrostantsii i Chornobylya 9 \(2008\) 36. \(Rus\)](#)
6. E.D. Vysotskij et al. Neutron-physical characteristics of nuclear-hazardous clusters of fuel-containing materials. [Problemy bezpeky atomnykh elektrostantsii i Chornobylya 12 \(2009\) 93. \(Rus\)](#)
7. V.B. Shostak, V.N. Shcherbin, E.E. Olejnik. Determination of the parameters values of the model describing the nuclear-dangerous accumulation of fuel-containing materials accumulation in the object “Ukryttya”. [Problemy bezpeky atomnykh elektrostantsii i Chornobylya 22 \(2014\) 98. \(Rus\)](#)

Надійшла 12.06.2017

Received 12.06.2017