



УДК 613.039.68

**PROSPECTS FOR THE USE OF THORIUM IN NUCLEAR POWER
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТОРІУ В ЯДЕРНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ****Kotenko O.V. / Котенко О.В.***sen .lect. /ст. викл.**Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova, 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одесса, вул. Мечникова 34, 65029***Vasilchenko A.E. / Васильченко О. Є.***as. /ас.**Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одесса, ул.Мечникова 34, 65029*

Анотація. У статті йдеться про можливість використання торію замість урану в ядерній енергетиці. Розглядаються галузі можливого застосування торію і яку вигоду отримає людство від цього. Використання торію, як сприяння зниженню ризику ядерних аварій та катастроф.

Ключові слова: ізотоп, торій, уран, ядерний реактор, ядерне паливо, ядерна безпека.

Вступ.

Енергоспоживання в усьому світі зростає з кожним роком. Усі проблеми людства пов'язані з нестачею енергії. Як вважають провідні вчені-енергетики, для нормальної життєдіяльності людини і збільшення тривалості життя у світі, нам потрібно мати 2 кВт*год електроенергії на людину. Сьогодні на Землі мешкає близько 7 млрд. жителів, а у світі виробляється 2ТВт енергії. Але нам потрібно 14 ТВт енергії, тобто у 7 разів більше.

Щоб вирішити всі соціальні проблеми у світі та надати людям потрібну кількість енергії, треба енерговиробництво збільшити у 7 разів, а до середини століття – у 10 разів, тому що кількість населення Землі збільшиться до 10 млрд. осіб.

Ресурси вуглеводнів вичерпуються. Будівництво атомних електростанцій бачиться як вихід з цієї ситуації. Але не все населення підтримує цю ідею. В багатьох країнах розвиток атомної енергетики розцінюється як загроза існування людству, особливо після аварії на АЕС Тримал-Айленд (1978 рік, м. Гарісберг, США), катастроф на Чорнобильській АЕС (1986 рік, Україна) та АЕС Фукусіма (2011 рік, Японія). Така економічно розвинута країна, як США, відмовилися від ядерної енергетики і після 1978 року не побудувала жодної нової АЕС. На початку 2022 року у Німеччині зупинили дві АЕС.

Останнім часом багато вчених висловлюють думки про використання торію в ядерній енергетиці. Це розглядається як революція, а також безпека в даній галузі.

Основний текст

Чому все частіше згадують про цей метал? Що він собою уявляє і де його взяти? Торій - радіоактивний хімічний елемент, сріблясто-білий пластичний метал з порядковим номером 90 у таблиці Менделєєва. В земній корі його в декілька разів більше, ніж урану. Однак, це розсіяний елемент земної кори. В невеликій кількості він присутній у граніті, ґрунтах, у монацитовому піску.



Монацит – самий розповсюджений мінерал торію, що містить до 10 % металу. У нас в Україні багате родовище монацитових пісків - це титано-цирконієві розсипи, які зустрічаються на півдні Донецької області.

Найбільший інтерес з точки зору ядерних технологій уявляє ізотоп торію Th-232, а це – найбільша частка природного торію. Хоча торій Th-232 не спроможний під дією теплових нейтронів підтримувати ядерну ланцюгову реакцію ділення зі звільненням величезної енергії, він є відмінним фертильним радіонуклідом, порівняним за своїм потенціалом з ураном U-238, а також таким, що має перед ним визначені переваги. При опроміненні торію Th-232 нейтронами, може бути запущений короткий ланцюг радіоактивних перетворень, які породжують штучний радіоізотоп уран U-233, що ділиться. А він є одним з декількох ізотопів (поряд з ураном U-235, плутонієм Pu-239, плутонієм Pu-241), які спроможні підтримувати ланцюгову реакцію ділення і в той же час мають найбільший практичний потенціал використання в атомній техніці – від енергетики до ядерної зброї. З напрацюванням й утилізацією U-233 і пов'язаний головний сенс застосування торію в атомній промисловості.

А що уявляє собою уран-торієвий реактор? Це ядерний реактор, у якому речовиною що ділиться є уран U-233, який утворюється в цьому ж реакторі з торію Th-232. Природний Th-232 непридатний для здійснення ланцюгової ядерної реакції ділення і тому служитиме в торієвому реакторі сировинним матеріалом. Спочатку в торієвий реактор завантажують уран U-233, що отримали в іншому реакторі (який ділиться під час взаємодії як зі швидкими, так і з повільними нейтронами). В результаті захвату ядром торію Th-232 нейтрону, що створюється при діленні урану U-233, це ядро після двох послідовних бета-розпадів перетворюється в ядро урану U-233, тобто отримується вторинне ядерне паливо. В торієвому реакторі можна здійснювати розширене відтворення урану U-233, чим визначаються перспективи залучення великих природних запасів торію у сферу ядерної енергетики. Однак, період подвоєння ядерного палива у існуючих торієвих реакторах дуже великий – 10-12 років.

Сьогодні усі промислові ядерні реактори цілком і повністю використовують уранове ядерне паливо, а саме – уран U-235. Він єдиний природний ізотоп, котрий підтримує ланцюгову ядерну реакцію розпаду. Але він міститься у природному урані в дуже невеликій кількості - усього 0,7 %. Останні 99,3 % складає ізотоп уран U-238 і його ще потрібно виділити, а цей процес дуже складний і дорого коштує. Вчені торій називають альтернативою урану U-235, однак сам по собі торій – не є ядерне паливо. Тільки якщо торій помістити у нейтронне поле, навіть в реакторі ВВЕР можна отримати уран-233. В подальшому отриманий уран можна використовувати в ядерному реакторі.

Інші природні важкі елементи, наприклад, уран U-238 і торій Th-232 ланцюгову ядерну реакцію ділення не підтримують. Існують ще декілька штучно отриманих ізотопів, які спроможні працювати в реакторі – наприклад, плутоній Pu-239, уран U-233 – отримані шляхом трансмутації урану U-238 і торію Th-232.

Процес використання торію в енергетиці, однак, потребує сильного



нейтронного джерела, ядерного реактора на урановому чи плутонієвому паливі для опромінення торію.

Галузь можливого застосування торію. Його можна буде використовувати на українській антарктичній станції Фарадей. Створення мобільних енергетичних установок малої і надмалої потужності допоможе вирішити проблему енергопостачання віддалених прикордонних та військових гарнізонів, наприклад, на острові Зміїний.

Сьогодні існує проблема забруднення атмосфери міст, що для їх мешканців уявляє особливу небезпеку. Великий «внесок» в цю справу вносить автотранспорт з його викидними газами. Якщо використовувати торієвий двигун, то цю проблему можна вирішити. Вчені підраховали, що 8 грам торію Th-232 дозволить працювати двигуну біля 100 років, а 1 грам торію Th-232 буде виробляти енергії більше, ніж 28 000 л бензину.

1 тона торію спроможна дати стільки енергії, скільки 200 т урану.

Застосування торію допоможе вирішити і проблеми ядерної безпеки. А саме. Торієві ядерні реактори не мають запасу радіоактивності, на відміну від працюючих на урановому паливі. Вони не уявляють загрози, навіть і при поломці апаратури, тому що не спроможні викликати неконтрольовану ядерну ланцюгову реакцію ділення. При їх використанні не повторяться такі страшні катастрофи, як на Фукусімі й Чорнобилі.

Торій не придатний для виготовлення ядерної зброї.

Кількість відходів, що виробляє торієва АЕС буде менше, у порівнянні з урановою АЕС.

Перезавантаження ядерного палива у торієвих реакторах можна буде проводити 1 раз у 30-50 років, на відміну від уранових, де цикл перезавантаження 2 роки.

Висновки.

Використання торію дозволить позбутися від вуглеводної залежності, знизити викиди парникових газів і зменшити вартість електроенергії, а також знизити ризик ядерних аварій.

Література:

1. Шаманин И.В., Кошелев Ф.П., Ухов А.А, «Торий в ядерных реакторах: Физика, технология, безопасность».– Томск: Изд-во ТПУ, 2001.– 128 с.
2. Алексеев С.В., Зайцев В.А. «Торий в ядерной энергетике».– М.: ТЕХНОСФЕРА, 2014.– 288 с.
3. Бойко В.И. «Топливные материалы в ядерной энергетике».– Томск: Изд-во ТПУ, 2008.– 186 с.
4. Н. Логвиненко «Плутоній + Торій = революція в ядерній енергетиці» Ж-л «Охорона праці» № 12-2014.
5. Торій: спасет ли он планету от энергетического кризиса? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/232575-molot-tora/>.



Abstract. *The article talks about the possibility of using thorium instead of uranium in nuclear power. The areas of possible application of thorium are considered and what benefits humanity will receive from this. The use of thorium as a contribution to reducing the risk of nuclear accidents and disasters.*

Key words: *isotope, thorium, uranium, nuclear reactor, nuclear fuel, nuclear safety.*

Статья отправлена: 20.03.2022 г.

© Котенко О.В.