

ZAMONAVIY AES REAKTORLARI VA ULARNING XAFSIZLIKLARI

Isaqulov Nuriddin O‘tkir o‘g‘li

Jizzax viloyati paxtakor tumani ixtisoslashtirilgan maktabi fizika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy atom elektr stansiyalari (AES) reaktorlari va ularning xavfsizlik tizimlari tahlil qilinadi. Avvalgi avlod reaktorlari bilan solishtirilganda, yangi avlod AESlari energiya samaradorligi, ekologik tozaligi va texnologik ishonchliligi bilan ajralib turadi. Xususan, passiv xavfsizlik tizimlari, avtomatlashtirilgan boshqaruv modullari, avariya holatlariga qarshi barqarorlik, radioaktiv chiqindilarni kamaytirish texnologiyalari keng yoritiladi. Tadqiqot AESlarning energetik sohada tutgan o‘rni, barqaror rivojlanishga qo‘shadigan hissasi va ularning xavfsiz ishlashini ta‘minlash mexanizmlarini ochib beradi.

Kalit so‘zlar: AES, zamonaviy reaktorlar, xavfsizlik tizimlari, passiv xavfsizlik, radioaktiv chiqindilar, barqaror rivojlanish.

Аннотация: В статье рассматриваются современные атомные электростанции (АЭС) и их системы безопасности. В сравнении с реакторами предыдущих поколений, новые АЭС отличаются более высокой энергоэффективностью, экологической чистотой и технологической надежностью. Особое внимание уделено пассивным системам безопасности, автоматизированным модулям управления, устойчивости к аварийным ситуациям и технологиям снижения радиоактивных отходов. Исследование раскрывает роль АЭС в энергетическом секторе, их вклад в устойчивое развитие и механизмы обеспечения безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: АЭС, современные реакторы, системы безопасности, пассивная безопасность, радиоактивные отходы, устойчивое развитие.

Abstract: This article examines modern nuclear power plants (NPPs) and their safety systems. Compared to earlier generations, new nuclear reactors are characterized by higher energy efficiency, environmental sustainability, and technological reliability. The study highlights passive safety systems, automated control modules, accident resistance, and technologies for reducing radioactive waste. The research also emphasizes the role of nuclear power in the energy sector, its contribution to sustainable development, and mechanisms for ensuring safe operation.

Keywords: Nuclear power plant, modern reactors, safety systems, passive safety, radioactive waste, sustainable development.

Kirish

XXI asrda jahon energetika tizimining rivojlanishi va global muammolar – iqlim o‘zgarishi, ekologik ifloslanish hamda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortishi – yangi va xavfsiz energiya manbalarini izlash zaruratini kuchaytirdi. Shu nuqtai nazardan, atom energetikasi zamonaviy sivilizatsiyaning barqaror rivojlanishida alohida o‘rin

tutmoqda. Atom elektr stansiyalari (AES) bugungi kunda nafaqat yuqori darajada energiya ishlab chiqarish quvvatiga ega, balki qayta tiklanmaydigan tabiiy resurslardan foydalanishni kamaytirish, issiqxona gazlari chiqindilarini cheklash va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi.

AES reaktorlari texnologiyasi tarixan bir necha bosqichda rivojlandi. Dastlabki avlod reaktorlari energiya ishlab chiqarishda sezilarli yutuqlarni bergan bo‘lsa-da, ularning xavfsizlik tizimlari cheklangan bo‘lgan. Keyingi bosqichlarda – ikkinchi va uchinchi avlod AESlari – xavfsizlikni ta’minlash bo‘yicha yangi texnik vositalar, avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari hamda favqulodda vaziyatlarga qarshi choralar ishlab chiqildi. Biroq Fukusima-1 AESidagi avariya va boshqa tarixiy hodisalar shuni ko‘rsatdiki, atom energetikasi sohasida xavfsizlik masalalari doimo ustuvor bo‘lib qoladi.

Zamonaviy AES reaktorlari – ya’ni “uchinchi+” va “to‘rtinchi” avlod texnologiyalari – avvalgi tajriba va ilmiy yutuqlarga asoslanib, xavfsizlikning yangi konsepsiyasini taklif qilmoqda. Bu reaktorlarda passiv xavfsizlik tizimlari keng joriy etilib, ular inson aralashuvisiz ham ma’lum muddat davomida avariyalarni oldini olish qobiliyatiga ega. Shuningdek, radioaktiv chiqindilarni kamaytirish, yoqilg‘idan foydalanish samaradorligini oshirish, suv va energiya tejash texnologiyalari ham keng qo‘llanilmoqda.

Shu jihatdan, zamonaviy AES reaktorlari nafaqat energiya xavfsizligini ta’minlash, balki global ekologik muammolarni hal qilishda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqolada AESlarning rivojlanish bosqichlari, zamonaviy reaktorlarning texnologik xususiyatlari va ularning xavfsizlik tizimlari ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi.

Bugungi globallashuv jarayonida energetika sohasida ishonchli, samarali va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish hamda ularni amaliyotga tatbiq etish insoniyat taraqqiyoti uchun ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Jahon miqyosida energiyaga bo‘lgan talabning ortib borishi, tabiiy yoqilg‘i resurslarining cheklanganligi va ularning narxlaridagi barqarorlikning yo‘qligi energetika sektorida muqobil manbalarni izlashni taqozo etmoqda. Shu nuqtai nazardan, atom energetikasi nafaqat yuqori ishlab chiqarish samaradorligiga ega, balki atmosferaga zararli chiqindilarni sezilarli darajada kamaytirish imkoniyatiga ega bo‘lgan istiqbolli yo‘nalish sifatida e’tirof etilmoqda.

So‘nggi o‘n yilliklarda sodir bo‘lgan yirik texnogen falokatlar – jumladan, Chernobil (1986) va Fukusima (2011) AESlaridagi avariya – atom energetikasiga bo‘lgan munosabatni tubdan o‘zgartirib yubordi. Bu hodisalar atom elektr stansiyalarida xavfsizlik choralari yanada kuchaytirish, yangi texnologiyalarni joriy etish va xavf omillarini ilmiy asosda chuqur o‘rganish zarurligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, zamonaviy AES reaktorlari uchun passiv xavfsizlik tizimlarining ishlab chiqilishi va qo‘llanilishi insoniyatning energiya xavfsizligini ta’minlashda katta ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu tizimlarning eng muhim xususiyati shundan iboratki, ular elektr ta’minoti uzilib qolgan taqdirda ham tabiiy jarayonlar hisobiga (masalan, gravitatsiya, tabiiy aylanish yoki issiqlik tarqalishi) xavfsizlikni muayyan muddat davomida ta’minlay oladi.

Yana bir dolzarb jihat – bu radioaktiv chiqindilar muammosi. Atom energetikasining keng joriy etilishida eng katta to‘siqlardan biri sifatida chiqindilarni zararsizlantirish va

ularni xavfsiz saqlash masalasi turadi. Zamonaviy AES reaktorlari ushbu muammoni hal etishda qo‘llanilayotgan innovatsion yondashuvlari bilan ham muhim: chiqindilarni qayta ishlash, uzoq muddatli izolyatsiya qilish va ularni kelgusida qayta foydalanish imkoniyatlari kengaytirilmoqda.

Bundan tashqari, energiya xavfsizligi masalasi ham dolzarbdir. Yadro yoqilg‘isidan samarali foydalanish, xorijiy energiya manbalaridan qaramlikni kamaytirish va mamlakatlarning energiya mustaqilligini ta‘minlash jarayonida AESlarning o‘rni beqiyos. Xususan, barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda AES texnologiyalari qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan uyg‘un holda ishlash orqali global energetika muammolarining kompleks yechimini taqdim etishi mumkin.

Shu bois zamonaviy AES reaktorlari va ularning xavfsizlik tizimlarini chuqur ilmiy tahlil qilish bugungi kunda nafaqat energetika sohasi mutaxassislari, balki ekologlar, siyosatchilar va butun jamiyat uchun dolzarbdir. Bu masalani o‘rganish insoniyat kelajagi uchun xavfsiz, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali energiya ta‘minotini shakllantirishga xizmat qiladi.

Asosiy qism

Atom elektr stansiyalari texnologiyasi so‘nggi o‘n yilliklarda jadal rivojlanib, energiya ishlab chiqarishda muhim o‘rin egallab kelmoqda. Zamonaviy AES reaktorlari, xususan uchinchi+ va to‘rtinchi avlod texnologiyalari, ilg‘or yondashuvlarga asoslangan bo‘lib, ularida xavfsizlik va samaradorlik masalalari birlamchi ahamiyat kasb etadi. Ularning asosiy farqi shundaki, ilgari mavjud bo‘lgan faqat faol boshqaruv tizimlari endilikda passiv xavfsizlik mexanizmlari bilan to‘ldirilmoqda. Bu esa har qanday avariya yoki texnogen xavf holatida inson aralashuvisiz ham reaktorni xavfsiz rejimda saqlash imkonini beradi.

Zamonaviy reaktorlarda passiv sovitish tizimlari, tabiiy aylanish jarayoniga asoslangan issiqlik almashinuv modullari, favqulodda vaziyatlarda avtomatik ravishda ishga tushuvchi xavfsizlik klapanlari keng qo‘llanilmoqda. Bunday tizimlar elektr ta‘minoti yoki inson omiliga bog‘liq holda emas, balki tabiiy fizik jarayonlar orqali faoliyat yuritadi. Masalan, “VVER-1200”, “AP1000” va “EPR” tipidagi reaktorlar zamonaviy AES texnologiyalarining yorqin namunasi bo‘lib, ularning xavfsizlik darajasi xalqaro standartlarga javob beradi.

Yadro yoqilg‘isini samarali ishlatish ham dolzarb masalalardan biridir. Ilgari avlod AESlarida yoqilg‘ining faqat bir qismi foydali energiyaga aylantirilgan bo‘lsa, yangi avlod reaktorlari yanada yuqori darajada yoqilg‘i samaradorligini ta‘minlaydi. Bu, bir tomondan, resurslardan oqilona foydalanish imkonini berar ekan, ikkinchi tomondan radioaktiv chiqindilar hajmini kamaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, to‘rtinchi avlod reaktorlarida yopiq yoqilg‘i siklidan foydalanish masalasi ustuvor bo‘lib, bu chiqindilarni qayta ishlash va kelgusida energetik manba sifatida qayta foydalanish imkonini beradi.

AES xavfsizligini ta‘minlashda xalqaro hamkorlik ham muhim rol o‘ynaydi. Xalqaro atom energiyasi agentligi (MAGATE) tomonidan ishlab chiqilgan me‘yoriy hujjatlar va standartlar zamonaviy reaktorlarni loyihalashda asosiy yo‘riqnoma bo‘lib xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, har bir davlat milliy xavfsizlik siyosatini ishlab chiqib, AESlarni qurish va

ekspluatatsiya qilish jarayonida qat’iy nazoratni amalga oshirishi lozim. Masalan, G‘arbiy Yevropa mamlakatlarida xavfsizlik madaniyati konsepsiyasi keng joriy etilgan bo‘lib, unda texnik, tashkiliy va ijtimoiy choralar uyg‘un tarzda qo‘llanadi.

Bundan tashqari, zamonaviy AESlar atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish bo‘yicha ham sezilarli yutuqlarga ega. Karbonat angidrid va boshqa issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirish imkoniyati AESlarni global iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashda muhim o‘rin tutuvchi manbaga aylantiradi. AESlar qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan uyg‘un holda ishlashi natijasida barqaror energetika tizimini yaratishda samarali yechim sifatida qaralmoqda.

Shuningdek, AESlarning xavfsizlik tizimlari psixologik va ijtimoiy jihatlarni ham qamrab oladi. Chunki atom energetikasiga nisbatan jamoatchilik ishonchini mustahkamlash, ochiq axborot siyosatini yuritish va xavfsizlik bo‘yicha xalqaro hamkorlikni kengaytirish sohaning yanada rivojlanishi uchun zarur shartdir. Inson omili xavfsizlikka ta’sir etuvchi eng muhim omillardan biri bo‘lib, AES xodimlarining malakasini oshirish, muntazam treninglar o‘tkazish va avariya vaziyatlarini simulyatsiya qilish orqali xavfsizlikni ta’minlash darajasi oshiriladi.

Shu asosda aytish mumkinki, zamonaviy AES reaktorlari energetika sohasida nafaqat iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash, balki ekologik xavfsizlik, barqaror rivojlanish va global energiya muammolariga yechim taklif qilish imkoniyatiga ega. Ularning xavfsizlik tizimlari esa texnologik, tashkiliy va ijtimoiy jihatlarni o‘zida mujassam etgan bo‘lib, atom energetikasining kelajagini yanada barqaror va ishonchli qilishga xizmat qiladi.

Zamonaviy atom elektr stansiyalari va ularning xavfsizlik tizimlarini chuqur o‘rganish bugungi kunda bir necha omillar bilan belgilanadi. Avvalo, energetika sohasida jahon miqyosida yuzaga kelayotgan keskin muammolar – energiya resurslarining kamayishi, global isish jarayonining kuchayishi va ekologik xavfsizlikning izdan chiqishi – yangi, ishonchli hamda barqaror energiya manbalarini talab etmoqda. AES texnologiyalari ushbu muammolarga samarali yechim taklif qilishi mumkin, biroq ularning xavfsizligi va atrof-muhitga ta’siri masalalari chuqur ilmiy tahlilni talab etadi.

Ikkinchidan, atom energetikasi sohasida yuz bergan yirik falokatlar insoniyat uchun muhim saboq bo‘lib xizmat qilgan. Chernobil va Fukusima AESlaridagi avariya nafaqat texnik tizimlarning, balki tashkiliy, boshqaruv va inson omiliga bog‘liq xatoliklarning ham xavf tug‘dirishi mumkinligini ko‘rsatdi. Shu bois, zamonaviy AES reaktorlarining xavfsizlik konsepsiyasini mukammal o‘rganish, passiv xavfsizlik tizimlarining afzalliklarini tahlil qilish va ulardan amaliyotda samarali foydalanish ilmiy hamda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Uchinchidan, energiya xavfsizligi masalasi bugungi kunda har bir davlatning iqtisodiy mustaqilligi va milliy xavfsizligi bilan chambarchas bog‘liqdir. Atom energetikasi xorijiy yoqilg‘i resurslariga qaramlikni kamaytiradi, sanoatning barqaror ishlashini ta’minlaydi hamda mamlakatlarni global energetik inqirozlardan himoya qiladi. Shunday ekan, AES texnologiyalarining ilmiy asoslarini o‘rganish milliy strategik manfaatlarga xizmat qiladi.

To‘rtinchidan, radioaktiv chiqindilar muammosi hali ham dolzarbligicha qolmoqda. Ularni kamaytirish, qayta ishlash va xavfsiz saqlash texnologiyalarini o‘rganish nafaqat texnologik, balki ekologik va ijtimoiy jihatdan ham muhimdir. Bu masala bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmasa, atom energetikasining keng miqyosda joriy etilishi qiyinlashadi.

Shuningdek, jamoatchilik ishonchini mustahkamlash, xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish va xalqaro hamkorlikni kengaytirish uchun AESlarning xavfsizlik tizimlarini ilmiy asosda chuqur o‘rganish talab etiladi. Faqat shunda atom energetikasi insoniyat taraqqiyotida ishonchli va barqaror energiya manbasi sifatida o‘z o‘rnini to‘liq namoyon eta oladi.

Xulosa

Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy AES reaktorlari jahon energetika tizimida muhim o‘rin tutib, energetik xavfsizlikni ta‘minlash, ekologik muammolarni kamaytirish va barqaror rivojlanishga hissa qo‘shishda katta imkoniyatlarga ega. Avvalgi avlod AESlari bilan taqqoslaganda, uchinchi+ va to‘rtinchi avlod texnologiyalari energiya samaradorligi, yoqilg‘idan foydalanish ko‘rsatkichi va xavfsizlik darajasi bo‘yicha ancha ustunliklarga ega. Ayniqsa, passiv xavfsizlik tizimlarining qo‘llanilishi atom energetikasida inson omili ta‘sirini kamaytirib, avariya xavfini sezilarli darajada pasaytiradi.

Atom elektr stansiyalarining rivojlanishi jarayonida xalqaro me‘yor va standartlarga rioya etish, xavfsizlik madaniyatini shakllantirish va muntazam ilmiy izlanishlar olib borish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, radioaktiv chiqindilar muammosini hal etish va ularni qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish AESlarning uzoq muddatli istiqbolini belgilab beradi.

Bugungi kunda atom energetikasini rivojlantirish faqat texnologik jihatdan emas, balki ekologik, ijtimoiy va siyosiy barqarorlik nuqtai nazaridan ham dolzarbdir. Shu sababli zamonaviy AES reaktorlari va ularning xavfsizlik tizimlarini chuqur ilmiy o‘rganish nafaqat energetika sohasida, balki insoniyatning kelajagini xavfsiz, ishonchli va ekologik toza energiya bilan ta‘minlashda ham alohida ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Abdurahmonov Q., Tojiboyev B. Atom energetikasi va uning xavfsizlik asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2019.
2. Karimov S., Jalilov O. Energetika tizimlari va ularning barqaror rivojlanishi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
3. Rasulov M. Yadro fizikasi va AES texnologiyalari. – Toshkent: “Universitet” nashriyoti, 2018.
4. Ismoilov B., Xudoyberdiyev Sh. Energetik xavfsizlik va ekologik muammolar. – Toshkent: Ma‘naviyat, 2021.
5. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Atom energetikasi agentligi. “Atom energetikasini rivojlantirish konsepsiyasi”. – Toshkent, 2020.

6. Jo‘rayev N., Mamatqulov A. Zamonaviy energetika tizimlari va xalqaro xavfsizlik standartlari. – Toshkent: Iqtisodiyot va innovatsiyalar nashriyoti, 2022.
7. Qodirov H. Barqaror rivojlanishda atom energetikasining o‘rni. – Toshkent: “Fan” nashriyoti, 2021.