

## **АННОТАЦИЯ**

Сураев Артур Сергеевичтің 6D072300 – «Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену диссертациясының аннотациясы

### **Баяулатқышы су болып табылатын газбен суытылатын реакторының есептік үлгісінің сипаттамаларын зерттеу**

Диссертациялық жұмыста белсенді аймақ элементтерінің және бірінші контурдың жылу алмасу жабдықтарының техникалық сипаттамаларын жетілдіру арқылы жылу нейтрондарында атом электр станциясының тиімділігін арттыру мүмкіндігін зерттеу нәтижелері келтірілген.

#### **Зерттеу тақырыбының өзектілігі**

Нейтрондардың жылу спектрі бар реакторларға негізделген атом энергетикасын дамыту жобаланатын реакторлық қондырғылар мен АЭС тиімділігін жабдықты техникалық жетілдіру және энергия блоктарын салуға жұмсалатын күрделі шығындарды төмендету жолымен арттыру жағдайында ғана мүмкін болады. Жылу нейтрондарындағы су-сулы корпусық реакторлар технологиясын дамыту жолымен одан әрі жүру, аз зерттелген жаңа технологияларды әзірлеу сияқты, атом энергетикасының бәсекеге қабілетсіздігіне әкеп соғуы ықтимал. Атом энергетикасын дамытуды қолдау үшін қазіргі нарық жағдайында өзінің тиімділігін дәлелдей алатын жобалар қажет. Көптеген заманауи ғалымдар бұл тұжырымға келіп, қазіргі жағдайдан шығудың жолдарын ұсынады.

Бұл диссертациялық жұмыста осындай балама ретінде су модераторы мен Ренкин циклі бар газды салқындататын каналды реактор ұсынылады. Реактор қондырғысының бұл түрінің бірегейлігі ұсынылып отырған конфигурацияның Жоғары температуралы газ салқындататын реакторлар мен уақытпен тексерілген су-сулы энергетикалық реакторлардың ең жақсы сипаттамаларын біріктіретіндігіне негізделген. Сонымен қатар, бірқатар техникалық және құрылымдық ерекшеліктер жоғары тиімділікке қол жеткізіп қана қоймай, сонымен қатар құрылыс пен техникалық қызмет көрсетудің күрделі шығындарын едәуір азайтуға мүмкіндік береді.

Осы ғылыми-зерттеу жұмысының шеңберінде реакторлық және жылу алмасу жабдығының тиімділігін елеулі шамада ұлғайтуға және бұл ретте энергия блоктарын салуға жұмсалатын күрделі шығындарды азайтуға қабілетті техникалық шешімдер ұсынылады.

#### **Жұмыстың мақсаты**

Диссертациялық жұмыстың мақсаты су баяулатқышы бар жоғары тиімді газ салқындататын реакторды әзірлеу арқылы атом энергетикасының тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру мүмкіндігін зерттеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі **міндеттерді** шешу қажет:

– нейтрондық-физикалық есептеулер мен реактор науқанының сипаттамаларын есептеу серияларын жүргізу үшін газ салқындататын реактордың белсенді аймағының есептік моделін әзірлеу;

– жылуфизикалық есептеулер жүргізу үшін бірінші контурдың жылу алмасу жабдығының есептік моделін әзірлеу;

– реактордың белсенді аймағының қажетті нейтрондық-физикалық есептеулерін және жылу алмасу жабдығының жылуфизикалық есептеулерін жүргізу;

– АЭС-тің бірыңғай контурында будың пайда болуы мен қызып кету процестерін зерттеудің эксперименттік қондырғысының конструкциясын әзірлеу;

– қондырғыда қажетті эксперименттік жұмыстарды жүргізу;

– алынған эксперименттік деректерді талдау; ВВЭР-1000 және ВТГР типті реакторлардың ұқсас сипаттамаларымен газ салқындататын реактор мен жылу алмасу жабдығының сипаттамаларын салыстыру.

### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер**

– Нейтрондық-физикалық есептеулерге арналған газ салқындататын реактордың есептеу моделі және реактордың белсенді аймағының нейтрондық-физикалық сипаттамалары;

– Жылу алмасу жабдықтарының жетілдірілген жылу-физикалық сипаттамалары;

– Будың пайда болу және қызып кету процестерін зерттеуді орнату.

### **Ғылыми жаңалық**

Алғаш рет су баяулатқышы бар газ салқындататын реактордың нейтрондық-физикалық есептеу моделі және кешенді есептеулерді орындау үшін бірінші контурдың жабдықтарының жылу моделі жасалды.

Су баяулатқышы бар газбен салқындатылатын реактор негізінде АЭС схемасы ұсынылған.

Бірінші контурдың жылу алмастырғыш жабдықтарының жаңартылған дизайны ұсынылды.

Газ салқындататын реактор негізінде АЭС бірыңғай контурын модельдейтін жұқа қабырғалы жылу алмасу түтігінде будың пайда болуы мен қызып кету процесіне алғаш рет құрылғы әзірленіп, эксперименттік зерттеулер жүргізілді.

### **Зерттеу объектісі**

Су баяулатқышы бар газ салқындататын реактор негізінде АЭС бірінші контурының жабдықтарында өтетін жылу алмасу процестері.

## **Зерттеу пәні**

Су баяулатқышы бар газ салқындататын реактордың, бірінші контурдың жылу алмасу жабдығының және будың бу түзілуі мен қызып кету процестерін зерттеудің эксперименттік қондырғысының есептік моделінің нейтрондық-физикалық және жылуфизикалық сипаттамалары.

## **Зерттеу әдістері**

Диссертациялық жұмыста жалпы ғылыми және арнайы зерттеу әдістері қолданылды. Зерттеудің арнайы әдістеріне мыналар жатады: су баяулатқышы бар газбен салқындатылатын реактор негізінде АЭС бірінші контурының жылу алмасу жабдығында өтетін процестерді есептік және эксперименттік зерттеу; су баяулатқышы бар газбен салқындатылатын реактордың жылу жабдығында болатын күрделі жылу-физикалық процестерді компьютерлік модельдеу.

## **Практикалық маңыздылығы**

Нейтрондық-физикалық есептеулер мен реактор науқанын есептеу үшін газ салқындататын су баяулатқышы бар реактордың есептік моделі әзірленді. Есептеу арқылы жылу экраны жоқ жылу шығаратын құрастырудың жетілдірілген дизайны негізделген.

АЭС бірінші контурының жылу алмасу жабдығының, атап айтқанда, ауыз су жылытқыштың және бу генераторының ұсынылған тиімді конструкциясы, ол дайындаушы зауыттардың назарын осы жабдықты жобалау кезінде баламалы тәсілдерге аударуға мүмкіндік береді.

Бір тізбектегі будың булану және қызып кету процестерін зерттеудің эксперименттік қондырғысы жасалды. Теориялық болжамдардың дұрыстығын дәлелдейтін практикалық зерттеулер жүргізілді.

Су баяулатқышы бар газбен салқындатылатын реактор негізінде АЭС жабдығының алынған нейтрондық-физикалық және жылу сипаттамалары оларды АЭС болашақ жобаларында пайдалану перспективасында реакторлардың осы түрін дамыту үшін негіз болады.

«Эксперименттерді дайындау және жүргізу рәсімін» енгізу туралы Акт, пайдалы модельге патент және «Эксперименттік қондырғыда сынақтар жүргізу хаттамасы» осы диссертацияның қосымшаларында келтірілген.

## **Автордың жеке үлесі**

Автордың жеке үлесі-зерттеу міндеттерін тұжырымдау және қою, әдеби деректерге аналитикалық шолу жасау, теориялық және есептік зерттеулер жүргізу, будың пайда болуы мен қызып кету қондырғысын жасау және құру, іске қосу және эксперименттік жұмыстарды дайындау және жүргізу, алынған эксперименттік деректерді талдау және өңдеу, нейтрондық-физикалық және термофизикалық есептеулерге арналған компьютерлік есептеу модельдерін жасау, сондай-ақ жылу алмасу жабдықтарының сипаттамаларына есептік зерттеулер жүргізудің классикалық әдістемесін оңтайландыру. Барлық жұмыстар ҚР ҰЯО РМК АЭИ мамандарымен тығыз ынтымақтастықта

жүргізілді. Диссертациялық зерттеу жүргізу барысында алынған нәтижелерді талдау, сондай-ақ негізгі тұжырымдарды тұжырымдау ғылыми кеңесшілермен бірлесіп орындалды.

### **Тақырыптың ғылыми-зерттеу бағдарламаларының жоспарларымен байланысы**

Осы жұмыстың едәуір бөлігі 2015-2017 жылдарға арналған «Су баяулатқышы бар газ салқындататын реактор негізіндегі АЭС» тақырыбы бойынша 12.02.2015 жылғы №271 шарт шеңберінде «Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті» мемлекеттік мекемесінің қаржылық қолдауымен орындалды.

Жұмыста алынған нәтижелердің негізділігі мен дұрыстығы дәрежесі қойылған міндеттердің дұрыстығы, дәлдігі және түпнұсқалығы, жақсы сыналған жалпы ғылыми зерттеу әдістері мен эксперименттік әдістерді қолдану, алынған есептік және эксперименттік деректердің үлкен көлемі, оларды статистикалық өңдеу және алынған деректерді ТМД және алыс шетелдің белгілі ғалымдарының бұрын жарияланған зерттеу нәтижелерімен салыстыру арқылы қамтамасыз етіледі. Диссертацияның негізгі нәтижелері ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда, сондай-ақ Scopus дерекқорына кіретін рецензияланатын шетелдік ғылыми журналдарда жарияланған.

### **Жұмыс нәтижелерін апробациялау**

Диссертацияның негізгі нәтижелері жеті халықаралық конференцияда баяндалды және талқыланды:

1. VII Eurasian conference «Nuclear Science and Its Application», Institute of Radiation Problems Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku, Azerbaijan, October 21-24, 2014);
2. «Ядролық және радиациялық физика» X Халықаралық конференциясы, ҚР Ұлттық ядролық орталығы (Курчатов қ., Қазақстан, 2015 ж. 8-11 қыркүйек);
3. International conference «21 Century: Nuclear technologies and Nonproliferation problems» (Astana, Kazakhstan, 2015, October 7–9);
4. «Ғылымдағы, өнеркәсіптегі және медицинадағы физика-техникалық мәселелер» VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, ҰЗТПУ физика-техникалық институты (Томск қ., Ресей, 1-3 маусым 2016 ж.);
5. «Ядролық энергетиканың нейтрондық-физикалық мәселелері» ғылыми-техникалық конференциясы (Обнинск қ., Ресей, 12-16 қазан 2015 ж.);
6. «Радиоэлектроника, электротехника және энергетика» студенттер мен аспиранттардың XXIII халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы, МЭИ Ұлттық зерттеу университеті (Мәскеу қ., Ресей, 2-3 наурыз 2017 ж.);
7. WSEC-2017 инженерлер мен ғалымдардың дүниежүзілік конгресі (Астана, Қазақстан, 19-20 маусым 2017 ж.);
8. VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Уран өнеркәсібінің өзекті мәселелері» (Астана қ., Қазақстан, 03-05 Тамыз 2017 ж.);

9. Semipalatinsk test site: Legacy and Prospects for Scientific and Technical Potential Development (September 11-13, 2018, Kurchatov, Republic of Kazakhstan);

Сондай-ақ, алты конференция-конкурстар мен ғылыми мектептерде:

1. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдар мен мамандардың XIII Конференция-конкурсы, ҚР Ұлттық ядролық орталығы (Курчатов қ., Қазақстан, 2014 ж. 14-16 мамыр);

2. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдар мен мамандардың XIII ҒЗТКЖ конференция-конкурсы, ҚР Ұлттық ядролық орталығы (Курчатов қ., Қазақстан, 2014 ж. 14-16 мамыр);

3. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдар мен мамандардың XIV ҒЗТКЖ конференция-конкурсы, ҚР Ұлттық ядролық орталығы (Курчатов қ., Қазақстан, 2015 ж. 13-15 мамыр);

4. «Ядролық энергетиканың нейтрондық-физикалық мәселелері» ғылыми-техникалық конференциясы (Обнинск, Ресей, 12-16 қазан 2015 ж.);

5. ҚР ҰЯО РМК жас ғалымдар мен мамандардың XV ҒЗТКЖ конференция-конкурсы, ҚР Ұлттық ядролық орталығы (Курчатов қ., Қазақстан, 2016 ж. 18-20 мамыр);

6. XIV Курчатов пәнаралық жастар ғылыми мектебі (Мәскеу қ., Ресей, 8-11 қараша 2016 ж.);

7. X Халықаралық жас ғалымдар мен мамандардың «Энергия үнемдеу. Теория және практика» (Мәскеу қ., Ресей, 19-23 қазан 2020 ж.);

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері Техникалық физика және жылу энергетикасы кафедрасының ғылыми семинарларында, Семей қаласының Шәкәрім атындағы ММ Инженерлік-технологиялық факультетінің біріккен ғылыми семинарларында және Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығының Атом энергиясы институтының ғылыми-техникалық кеңестерінде және Вроцлав политехникалық университетіндегі (Вроцлав қ., Польша) PhD-студенттердің семинарларында баяндалып, талқыланды.

### **Жарияланымдар**

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 25 баспа жұмысында жарияланды, оның ішінде: 1 мақала Scopus дерекқорына кіреді, 4 мақала ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда жарияланған.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі**

Жұмыс кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Ол 118 бетте көрсетілген, 42 суреттен, 36 кестеден және 109 атаудан пайдаланылған дереккөздердің тізімін.