

**6D071800 «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша философия
докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған
Исаева Жазира Рахатдиновнаның диссертациясына**

АҢДАТПА

**ҚАЛҚЫМАНЫҢ МАССАСЫ АВТОМАТЫ ТҮРДЕ БАСҚАРЫЛАТЫН
СУ АСТАНДЫҒЫ ТОЛҚЫНДЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯНЫҢ
КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Диссертациялық жұмыста параллельді манипулятордың базасындағы жаңа су астындағы қалтқылы толқындық электр станциясын автоматтандыруға және массалық өзгерістерне басқаруға арналған конструкциясы және зерттеулер.

Жұмыстың өзектілігі. Үлкен сулы кеңістіктердің (мұхиттар, теңіздер, үлкен көлдер) беткі суларының энергияның орасан қорына ие екені мәлім [1,2]. Бұл энергияны алу және пайдалану үшін түрлі толқындық энергия көздері қолданылады [3]. Толқындар энергиясын түрлендіру теориясы, толқындық электр станцияларының (ТлЭС) құрылғыларында қолданылатын технологиялармәселен, жұмыстарда [4-6] сипатталған. Осы жұмыстардың талдамасы көрсеткендейжылжымалы су көлемдерінің энергиясын алу үшін негізінен цилиндр пішініндегі қалтқылар, ал энергияны түрлендіргіштер ретінде соташық пен цилиндр түріндегі конструкциялар пайдаланылады. Бұл технологиялар мен техникалық құралдардың тек су көлемдерінің вертикалдық жүрістерінің энергиясын пайдаланатын болғандықтан, пайдалы әсердің жоғары коэффициентін алуға мүмкіндік бермейді [8]. Толқындық энергетиканың сәтті дамуына және оны кеңінен қолдануға бірқатар проблемалар кедергі келтіреді, олардың ішіндегі маңыздыларыТлЭС төмен өнімділігі мен олардың толқындар динамикасының қиратуларына және таттануға алдын ала бейімділігі болып табылады [7]. Тізбеленгенкемшіліктер толқындар энергиясын электр энергиясына тиімді түрлендіру, сонымен бірге толқындардың қиратушылық динамикасынан қорғау жүйесімен бірге су асты қалтқылық ТлЭС құру міндетін өзекті етеді.

Көптеген қалтқылық ТлЭС-терде толқындар энергиясын электр энергиясына түрлендіру процесі екі кезеңмен жүретіні белгілі: бірінші кезеңдетолқындар энергиясын алу және оны «ұйымдастырылған» қимылдың механикалық энергиясына түрлендіру орындалады; екінші кезеңдемеханикалық қимыл-қозғалыстар энергиясы электр энергиясына түрленеді. Осыған орай 2 кезеңде қуат алу үшін мәлім құрылғылар пайдаланылады, аталған жұмыстасу көлемінің қозғалысы энергиясын алу және электр энергиясына түрлендіру үшін қолданылатын технологияларға және техникалық құралдарға назар аударылады.

Жұмыста зерттеу объектісі жаңа су астындағы қалтқылы толқындық электр станциясының конструкциясы көрсетілген, су массалары

қозғалысының энергиясын түрлендірудің жаңа технологиясын қолдану арқылы толқын энергиясын электр энергиясына тиімді түрлендіру.

Жұмыстың мақсаты—жаңа қалтқылы толқындық электр станциясының (ТлЭС) конструкциясын негіздеу және құру, сандық есептерге арналған аппарат жасау, зерттеулер жүргізу және толқындар энергиясының манипуляторлық түрлендіргішінің параметрлерін таңдау. Су асты ҚТлЭС басқару жүйесінің параметрлерін және қуат алу және электр энергиясын туындату жүйесін зерттеу және таңдау.

Жұмыстың идеясы су массасының кеңістіктегі қозғалыстарды ескертледі. Бірінші кезеңде қалтқының жүрісінің энергиясын манипулятордың алты актуаторының энергиясына түрлендіру үшін алты жүрісті SHOLKOR манипуляторының қолданылатындығында [9]. Сонымен қатар идея қалтқының салмағын басқару үшін бар екі қуыстың қимасында аэродинамикалық профилі бар қалтқының жаңа эллипсоидтік пішінін негіздеуде. Электр энергиясын туындатудың гидродинамикалық жүйесі ұсынылған. ҚТлЭС су астында орналасуы қарастырылады, өйткені бұл электр станциясын толқындардың қиратушы әсерінен сақтайды.

Ғылыми жаңалығы:

- Жаңа тиімді толқындық электр станциясы және жылжымалы су көлемінің (толқынның) энергиясын электр энергиясына түрлендіру технологиясы ұсынылады. Олардың мәні аэродинамикалық қима профилі бар ТлЭС қалтқысының толқынның кинетикалық энергиясын «қармайтынында» және бірінші кезеңде паралельді манипулятордың көмегімен гидравликалық актуатордың алты тізбекті жүрісіне түрлендіретін кеңістіктік жүрістер жасайтындығында; екінші кезеңде гидравликалық актуаторлардың гидравликалық моторлар арқылы жүрііс және гидромоторлар синхронды электр генераторын қозғалысқа келтіреді;
- ҚТлЭС динамикалық моделі әзірленген;
- ҚТлЭС жұмыс істеу тиімділігін арттыру үшін толқындардың динамикасына қарай қалтқының салмағын өзгерту арқылы қалтқының қалқымалылығын автоматты басқару жүйесі ұсынылды;
- Манипулятордың актуаторларынан электр тогын туындататын электр машинасының білігімен жалғанған гидромоторларға сұйықтық арқылы берілетін гидродинамикалық күштерге негізделген электр энергиясын туындату жүйесі құрылған.

Зерттеу міндеттері:

- Математикалық аппарат, ғылыми және эксперименталдық зерттеулердің нәтижелерін және компьютердік модельдер мен бағдарламалар алу, олар конструкция құруға және жағалау маңындағы аудандарда қолдану үшін жаңартылатын энергия көзі ретінде су асты ҚТлЭС береді;
- Толқындардың биіктігіне қарай қалтқының салмағын автоматты өзгертуге негізделген басқару ТлЭС жүйесін құру;

– Қуат алу және су көлемінің кинетикалық энергиясын түрлендіру нәтижесінде алынған су электр энергиясын туындату гидравликалық жүйесін құру.

Негізгі ғылыми ережелер және қорғауға ұсынылған зерттеулер нәтижелері:

- ҚТЛЭС динамикалық моделі;
- ҚТЛЭС қолданыстағы демонстрациялық моделі;
- Су көлемі жүрісінің толық кинетикалық энергиясын тиімді пайдаланатын ҚТЛЭС конструкциясын негіздеу;
- Қалтқының профилінің компьютерлік зерттеу нәтижелері;
- Толқындардың биіктігінен қалтқының салмағының өсуінің тәуелділігін анықтауға арналған эксперименталдық зерттеулер нәтижелері;
- ҚТЛЭС электр тогын туындатудың гидродинамикалық жүйесін зерттеу және есептеу нәтижелері.

Зерттеу әдістері: Қойылған міндеттерді шешу үшін диссертациядасұйықтық механикасының теориялық негіздерінің іргелі ережелері, гидроаккумуляторлаушы электр станцияларының теориялары, автоматты басқарудың желілік емес жүйелері қолданылды. Кейбір міндеттерді шешу үшін Autodesk Flow Design, MatLab, MatCad бағдарламалық өнімдерін қолдана отырып, компьютерлік модельдеу әдістері пайдаланылды. Использовались методы искусственного интеллекта в среде Matlab ортасындағы Fuzzy Logic Toolbox жасанды зерде әдістері, ақпарат өлшеу жүйесін және Simatic WinCC қолдана отырып, эксперименталды зерттеу әдістері пайдаланылды.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы: су асты қалтқылы толқындық электр станциясы түрінде жаңартылатын энергетика объектісін құру және ендіру үшін ғылыми база және инструментарий жасақтауда.

Нәтижелер мен қорытындылардың негіздемесі және дұрыстығы. Ғылыми ережелер, зерттеу нәтижелері және қорытындылар негізгі ережелерді халықаралық рецензияланатын журналдарда және Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда жариялау жолымен, сондай-ақ халықаралық және республикалық конференцияларда жария талқылауларда расталды. Ұсынылған техникалық шешімнің жұмыс қабілеттілігі ҚТЛЭС қолданыстағы прототипін құрумен және оны аквариумда және су бассейнінде сынаумен расталды.

Жұмыстың көлемімен құрылымы. Диссертация кіріспеден, төрт тараудан тұратын негізгі бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Диссертацияның көлемі машинада жазылған мәтіннің 107 бетін, 34 суретті, 3 кестені, 107 атауды қамтитын пайдаланылған әдебиеттер тізімін, 6 қосымшаны құрайды.

Жұмыстың мазмұны. Кіріспеде ҚР-да және одан тысқары жерлерде жаңартылатын энергетика проблемаларының өзектілігі негізделген. Диссертацияның мақсаты мен міндеттері жасақталған, ғылыми жаңалығы,

ғылыми ережелері мен қорғауға ұсынылатын зерттеулердің нәтижелері, зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы жасақталған.

Бірінші тарауда жаңартылатын энергетиканың және толқындық энергетиканың жай-күйінің шолуы мен талдауы, толқындық энергетиканың даму перспективалары, толқындарды түрлендіру технологиясы баяндалған. Нәтижесінде диссертацияның міндеттері қалыптасты.

Екінші тарауда паралельді манипулятордың базасында су асты қалтқылы толқындық электр станциясының негіздемесі мен зерттемесі баяндалады.

Бұл тарауда толқындық энергияны тиімдірек түрлендіру су бөлшектерінің алты қозғалысының энергиясын шығарудан тұруы керек екендігі көрсетілген. ҚТлЭС-дің өндірілген жұмыс демонстрациялық моделі сипатталған. Аквариумда және кішігірім толқынмен табиғи су қоймасында жүргізілген сынақтардың нәтижелері келтірілген, бұл ТлЭС-тің функционалдығын және оның су қозғалысының энергиясын алу арқылы электр энергиясын өндіретіндігін растады. Бұл тарауда жаңа ҚТлЭС артықшылықтары келтірілген, олар: біріншіден, қалтқының барлық кеңістіктік қозғалыстарын алты жетектің ұйымдастырылған трансляциялық қозғалыстарына айналдыру технологиясы ТлЭС өнімділігін алты есе арттыруға мүмкіндік береді; екіншіден, гидравликалық қуатты көтеру жүйесі барлық алты жетектің қозғалысын генератор білігінің айналмалы қозғалысына түрлендіруге мүмкіндік береді; үшіншіден, екі қуысты қалтқыны қолдану толқындардың динамикасына байланысты қалтқының массасын басқаруға мүмкіндік береді; төртіншіден, қалтқының су астында орналасуы ҚТлЭС-ны толқындардың жойғыш әсерінен қорғайды, оның қызмет ету мерзімін ұзартады;

Үшінші тарауда манипуляторлық түрлендіргіші бар қалтқылы толқындық электр станциясының динамикалық моделі әзірленген. Бұл тарауда ТлЭС-ің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ете отырып. Сондай-ақ, жетектердің қозғалыс жылдамдығын және атқарушы механизмдерге әсер ететін күштерді есептеу алгоритмі жасалды.

Төртінші тарауда қалтқылы толқындық электр станциясын зерттеу және параметрлерін таңдау, қалтқының қалқымалылығының эксперименталдық зерттеуі жүргізілген. Эксперименталды түрде толқын биіктігіне байланысты қалтқының массасын автоматты түрде өзгертуге бағытталған басқару әрекетінің өрнегі алынды. ҚТлЭС жобасын практикалық іске асыру мүмкіндігін растайтын энергетикалық есептеулер жүргізілді. Электр машиналарын талдау негізінде инверторы және аралық тізбегі бар синхронды машина таңдалды. ҚТлЭС басқарылатын генерация жүйесінің функционалды диаграммасы құрылды.

Қорытындыда зерттеу нәтижелері келтірілген.

- Толқындық энергияны электр энергиясына айналдырудың жаңа технологиясына негізделген жаңа суасты қалқымалы толқын электр станциясының негіздемесі мен конструкциясы келтірілген.

- ҚТлЭС-ің жұмыс моделі құрылды және оның функционалдығын растайтын сынақтар өткізілді.

- Компьютер көмегімен ТлЭС жобалау параметрлерін сандық есептеуге арналған құрал жасалды.

- Негізгі манипулятордың толқындық энергия түрлендіргішінің параметрлері зерттеліп, таңдалды.

- Толқындардың динамикасына қарамастан ҚТлЭС тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін қалтқының массасын басқаруға мүмкіндік беретін қалтқысыз конструктор ұсынылады.

- Қалқымалы және су асты ҚТлЭС үшін автоматтандырылған басқару жүйесінің құрылымы мен параметрлері зерттеліп, таңдалды.

- Гидродинамикалық қуат алу жүйесі таңдалды.

- ҚТлЭС су асты үшін электр энергиясын өндірудің басқарылатын жүйесі құрылды.

Қолдану саласы бұл үлкен акваториялардың жағалау аймақтарында тұратын тұрғындарды толқындық электр станциясының көмегімен электрмен жабдықтау. ҚТлЭС қалқымалы мұнай және газ өндіру платформаларына қуат беру үшін қолданыла алады.

Ізденушінің жеке үлесі диссертацияда қойылған мәселелерді сұйықтық механикасының теориялық негіздерінің, айдалатын электр станциялары теориясының, сызықтық емес автоматты басқару жүйелерінің теориясының негіздерін қолдану арқылы шешу болып табылады. Көрнекі үлгі жасау және эксперименттік зерттеу. Бірқатар мәселелерді шешкен кезде әртүрлі бағдарламалық өнімдерді қолдана отырып, компьютерлік модельдеу әдістері қолданылды.

Диссертация нәтижелерін мақұлдау және жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері баяндалды, талқыланды және мақұлданды:

- КарТУ ғылыми-техникалық кеңесінде қарастырылды;

- 11 халықаралық конференцияларда, ғылыми –техникалық журналдарда,

оның ішінде 1-і шетелдік;

1. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Волномерные буи в ряду современной энергетики А4 // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын іске асырудың негізі» (№ 10 Сағынов оқулары) Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері . – Қарағанды: КарМТУ, 2018 – Ч. 2 – Б. 246-248

2. Исаева Ж.Р., Бақытжанқызы А. Определение плавучести поплавок по программе COMtoCSV //Қарағанды мемлекеттік индустриялық университетінің 55 жылдық мерейтойына арналған «Ұлттық бәсекеге қабілеттілігі – халықтың әл-ауқатын арттырудың негізгі шартты» атты Х халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері. – Темиртау: КМИУ, 2018 – Б.2 – Б.45-46;

3. Исаева Ж.Р., Бақытжанқызы А. Геометрические характеристики первичного манипуляторного преобразователя //«Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын іске асырудың негізі» (№ 11 Сағынов

оқулары) Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері . – Қарағанды: КарМТУ , 2019 – Т. 3 – Б. 48-50;

4. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Применение параллельного манипулятора SHOLKOR в качестве преобразователя энергии ВЭС // «Қазіргі және болашақ ғылымы» халықаралық қатысуымен VII ғылыми-практикалық конференция В.И.Ульянов атындағы С-Петербург мемлекеттік электротехникалық университет «ЛЭТИ» РФ С-Петербург: 2019 – Т.1 – Б.213-215;

5. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Формирование динамической модели подводной ПВЭЛС // VII жаһандық ғылым және интеграция 2019 «Орталық Азия халықаралық ғ-пр. журналы» Нұр-Сұлтан: 2019 – Т.4 –Б.225-227;

6. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Обоснование конструкции новой поплавок-волновой электростанции // Нау-техн жур «Автоматика. Информатика» - Караганда: КарГТУ, 2019. – №2[45], - С.8-11.

7. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Управляемая поплавок-волновая электростанция // С.Торайғыр атындағы ПМУ хабаршысы. Павлодар: 2019 – В.№4 – Б.195-207;

8. Sholanov K.S., Issayeva Zh.R. Submerged float wave electric power station on the basis of the manipulator converter // « International journal of renewable energy research» Vol.9, No.3, September, 2019, Turkey, Scopus. С.1376-1387

9. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Система генерирования электрической энергии поплавок-волновой электростанции // С.Торайғыр атындағы ПМУ хабаршысы. Павлодар:2020 – В.№2 – Б.205-2014

10. Шоланов К.С., Исаева Ж.Р. Разработка алгоритма интеллектуального управления массой поплавок-волновой электростанции // Вестник КазНИТУ К.И.Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетің хабаршысы. Алматы: 2020 – В.№4 – Б.456-463.

11. Стажков С.М., Исаева Ж.Р. Конструкция новой поплавок-волновой электростанции // Науч.тр. Межд. научно-практ конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения № 12) . – Караганда: КарГТУ, 2020 – Ч.1 – С.785-787.

Андатпадатпадағы қолданылған әдебиет тізімі

1. Wong, K. V. Recommendations for Water-Energy Nexus Problems, ASME J. Energy Resour. Technol., 2014,136(3),.
2. Barstow, S., Mørk, G., Mollison, D., Cruz, J. The wave energy resource. In: Ocean wave energy, Cruz, J. (Ed.), p. 93-132, Springer, Berlin, 2008.
3. A. Muetze, J. G. Vining. Ocean Wave Energy Conversion - A Survey. Conference Record of the 2006 IEEE Industry Applications Conference Forty-First IAS Annual Meeting. Tampa, FL, USA,2016.
4. Crus, J. 2008. Ocean waves energy. Berlin, Germany, Springer.
5. AurélienBabarit. 2018. Ocean Wave Energy Conversion. Resource, Technologies and Performance, ISTE Press – Elsevier.
6. Falcão A. F. O. Modelling of Wave Energy Conversion, 2014, pp. 1–38,

7. M. J. Muliawan, Z. Gao, T. Moan, and A. Babarit, “Analysis of a Two-Body Floating Wave Energy Converter With Particular Focus on the Effects of Power Take-Off and Mooring Systems on Energy Capture Analysis of a Two-Body Floating Wave Energy Converter Particular Focus on the Effects of Power Take-Off,” 2013.
8. Falcão A. F. de O. Wave energy utilization: A review of the technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no. 3. 2010, pp. 899–918.
9. K. Sholanov Platform robot manipulator. WO/2015/016692. 05.02.2015.