

«6D072300 – Техникалық физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

## **АҢДАТПА**

### **БАЙЖҰМА ЖАНДОС ЕСКЕНДІРҰЛЫ**

## **ШҰҒЫЛ КОНТИНЕНТАЛЬДЫ АЙМАҚТАРДА ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ МҰЗ ҚАТУ ПРОБЛЕМАСЫНЫҢ ТЕХНИКА-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМІ**

### **Зерттеу жұмыстың жалпы сипаттамасы**

Диссертациялық жұмыс шұғыл континентальды аймақтарда жұмыс істейтін жел қондырғыларының мұз қату мәселесін сандық және тәжірибелік зерттеуге арналған. Табиғи экологиялық таза энергияны, соның ішінде жел энергиясын пайдалану жел энергетикалық аппараттарын қолдануға байланысты. Диссертациялық жұмыста дәстүрлі энергия қорларын жылу және электр энергиясын өндіру мақсатымен қолданудың салдары – жаһандық жылыну қарастырылды. Жаһандық жылыну ғаламшарымызға қауіпті болмақ, себебі Жерде парниктік эффект туындап, климаттың өзгеруіне алып келеді. Сондықтан көптеген елдер жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) пайдалану қажеттілігіне жылдан жылға баса назар аударуда. Қазақстан жел энергиясына көп көңіл бөлуде, себебі Жердің солтүстік жарты шарының жел белдеуі Қазақстан арқылы өтіп жатыр және еліміздегі жел энергиясының қорлары жылына 32,2 триллион киловатт сағатқа жетеді.

### **Зерттеу тақырыбының өзектілігі**

Жел энергетикасы – жаңартылатын энергия көздерінің ішіндегі қарқынды дамушы бағыттарының бірі. 2022 жылы жел қуатынан алынған электр энергиясының мәні рекордтық 906 ГВт жетті. Ол жаңартылатын энергия көздерінен өндірілген қуаттың 17% құрады. 2021 жылдың көрсеткіштерімен салыстырғанда бұл көрсеткіш 9% артық болды. Мұндай шапшаң дамудың себебі – құрлықта және теңізде орнатылған жаңа электр станциялары. Десе де, бұл нәтиже 2050 жылға дейін көмірқышқыл газының нольдік эмиссиясына жету үшін жеткіліксіз: 2050 жылға дейін орнатылған жаңартылатын энергия көздерінің жалпы қуаты 7900 ГВт құрауы керек.

Аталған мақсаттарға қол жеткізу үшін жел электр станциялары орнатылатын жаңа аймақтар қажет. Жел генераторлары орнатылатын жерлерде адам тығыздығы төмен және желдің қуаты жоғары болуы тиіс. Мұндай жерлер шұғыл-континенталды климаты бар аймақтарда орналасқан. Бірақ, бұл аймақтарда орналасқан жел генераторлары аязды және боранды күндері мұз басуға ұшырайды. Жел генераторының қалақшаларында мұздың қатуы бірінші кезекте олардың аэродинамикалық сипаттамаларына зиянын тигізеді: қалақша бетінде қатқан мұз оның көтеру және тарту күшін төмендетеді.

Қазіргі уақытта жел турбиналарын мұз басудан қорғаудың бірқатар тәсілдері қолданылады. Солардың бірі – электрлік жылыту элементтері. Олар турбина қалақшасының бойымен орналастырылып, қоршаған ортаның белгілі температурасында қалақшаның бетін жылыта бастайды. Мұз басудан қорғаныстың келесі түрі – авиацияда кең қолданыс тапқан, химиялық әдістер. Аталған әдістің негізінде қалақшаның бетін арнайы ертінділермен өңдеу тәсілі жатыр. Ертінділер қалақшаның бетінде мұз қабатының қалыптасуына жол бермейді, басқаша сөзбен айтқанда, мұз қалақша бетінен «сырғып» түсіп қалады. Электрлік және химиялық әдістермен қатар, инженерлер ультрадыбыс көмегімен қалақша бетін қатқан мұздан тазарту әдісін ұсынды. Алайда, аталған әдістердің барлығы ұзақ уақыт бойы төмен температураларда жұмыс атқаратын жел турбиналары үшін қолдануға жарамсыз. Себебі, электрлік және ультрадыбыстық әдістер қосымша жылыту элементтерін қосуды талап етеді, химиялық әдістер әрдайым жақын жерде қызмет көрсететін қызметкерлердің болуын қажет етеді. Осыған орай, диссертациялық жұмыстың мақсаты айқындалды.

### **Зерттеу жұмыстың мақсаты**

Шұғыл континентальды аймақтарда жұмыс істейтін Дарье жел турбинасында мұз қату мәселесін сандық және тәжірибелік тұрғыдан зерттеу; жылулық қорғанысы бар Дарье жел турбинасын жобалау және жасау.

Айтылған мақсаттарға жету үшін келесі **міндеттері** шешу қажет:

1. Желдің түрлі атқылау бұрыштарында және қорғашаған ортаның түрлі жағдайларында Дарье турбинасының қалақшасында мұз қатуын зерттеу;
2. Айналмалы қозғалыстағы Дарье турбинасының қалақшаларын мұз басу үрдісін зерттеу;
3. Мұз басқан турбинаның өнімділігін талдау;
4. Дарье турбинасының қуыс элементтеріндегі табиғи желдетуді зерттеу;
5. Жылулық қорғанысы бар 1 кВт жел турбинасын жобалау.

### **Зерттеу нысаны**

Шұғыл континентальды аймақтарда орналасқан Дарье жел турбинасы

### **Зерттеу пәні**

Н-ротор түріндегі Дарье жел турбинасының қалақшаларын мұз басу процесінің теориясы негізінде, жел турбинасын мұз басу және жылулық қорғанысы.

### **Зерттеу әдістері**

Айналмалы қозғалыстағы Дарье жел турбинасының қалақшаларын мұз басуды Ansys FLUENT және FENSAP-ICE бағдарламалық құралдардың көмегімен сандық жобаланды, жел турбинасының қуыс элементтерінің табиғи желдетуі тәжірибелік жолмен анықталды.

### **Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырымдар:**

1. Қоршаған ортаның температурасына тәуелсіз Дарье жел турбинасының бетінде тамшылар жинақталуының және конвективті суыну коэффициенттерінің шындық мәндері қалақша бетімен біркелкі таралады.

2. Жел жылдамдығы 3 м/с үлкен болған жағдайда, турбина 12 айн/мин жасайды, нәтижесінде қуыс элементтерде табиғи желдету пайда болады, осы көрсеткіштерге жеткен кезде жел турбиналарында мұз басу пайда болмайды.

3. Жел турбинасын модульдік платформаға орнату айналу білігін 8 м ден 1,3 м дейін қысқартуға мүмкіндік береді, жел турбинасының мойынтіректеріне түсетін жүктеме 15% төмендейді.

#### **Диссертациялық жұмыстың жаңалығы, алғаш рет:**

1. Тыныштытағы және айналып тұрған Дарье жел турбинасында мұз қату барысы зерттелді;

2. Дарье жел турбинасының қалақшасына мұз қатудың сандық әдісі ұсынылып, ғылыми әдебиеттерде жарияланған тәжірибелік және сандық зерттеу мәліметтермен валидацияланды;

3. Турбина элементтерінің ішкі желдетуінің көмегімен жылулық қорғаныс әдісі ұсынылды;

4. Жылулық қорғау жүйесі бар Дарье турбинасының конструкциялық жобалық құжаттамасы дайындалды.

#### **Жұмыстың ғылыми-практикалық маңыздылығы**

Зерттеу нәтижелері жел турбиналарын жобалау кезінде қолданылады.

#### **Дәлелділік пен нақтылық дәрежесі**

Дарье жел турбинасында мұз қатуды сандық жобалау ANSYS-Fluent және FENSAP-ICE көмегімен жобаланды. Сандық әдіс тәжірибелік мәліметтермен валидацияланып, мұз басуды жеткілікті дәлдікпен болжай алатынын көрсетті.

#### **Автордың өзінің қосқан үлесі**

Автор зерттеу жұмысының барлық кезеңдеріне қатысты: зерттеудің мақсаты мен міндеттерін анықтау; зерттеу объектісін таңдау. Данияның техникалық университетінде (DTU) тағылымдама барысында Дарье жел турбинасының қалақшаларында мұз қатуды сандық жобалау әдісін дайындап, тәжірибелік нәтижелермен валидациялап, жел турбинасының өнімділігіне мұз басудың әсерін зерттеді. Қуыс элементтердің ішкі желдетуін анықтау бойынша тәжірибелерді жасады және алынған мәліметтерді көрнекі түрде келтірді.

#### **Диссертациялық жұмыстың апробациядан өтуі**

Жұмыстың негізгі нәтижелері баяндалған және талқыланған жерлер:

- Alternative energy sources, materials and technologies (AESMT'18), халықаралық ғылыми конференциясы, Пловдив, Болгария, 14-15 мамыр 2018 ж.;

- Alternative energy sources, materials and technologies (AESMT'20), халықаралық ғылыми конференциясы, Варна, Болгария, 8-9 маусым 2020 ж.;

- Fluid dynamics section meeting, DTU, Лунгбю, Дания, 31 тамыз 2020 ж.

#### **Диссертациялық тақырыбы бойынша жарияланымдар**

Диссертациялық жұмыстың материалдары негізінде 4 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде Web of Science (Clarivate Analytics, АҚШ) және

Scopus (Elseiver, Нидерланды) халықаралық ақпараттық базаларында 2 мақала, ҚР БЖҒМ ҒЖБССҚК ұсынған басылымдарда 1 мақала, халықаралық конференцияларда 1 мақала жарияланды:

- R. Manatbayev, Z. Baizhuma\*, S. Bolegenova, A. Georgiev, Numerical simulations on static Vertical Axis Wind Turbine blade icing, Renew. Energy. 170 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.023>. **Q1, SJR 1.88;**
- Z. Baizhuma, T. Kim, C. Son, Numerical method to predict ice accretion shapes and performance penalties for rotating vertical axis wind turbines under icing conditions, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 216 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104708>. **Q1, SJR 1.24.**

#### **Диссертация құрылымы мен көлемі**

Диссертация жұмысы кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және 96 әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 104 бетте баяндалған, ішінде 37 сурет, 22 кесте бар.