

ДЮСЕМБАЕВА АЙНУРА НУРТАЕВНА

**Тік бағытта айналатын құрамалы желқозғалтқышының
аэродинамикасын зерттеу**

6D060400 – Физика мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесіне іздену үшін ұсынылған диссертациясына

АННОТАЦИЯ

Тақырыптың өзектілігі. Қазақстанда жаңартылатын энергетика ресурстарының әлеуеті өте маңызды. Олардың қатарына, ең алдымен, жел энергетикасы жатады, оны дамыту үшін жел энергетикасы қондырғыларын болжамды орналастыру аумағында жел режимі туралы сенімді ақпараттың болуы өте маңызды. Айта кету керек, жел энергиясы қоршаған ортаны ластамайды және жергілікті жерде таза, таусылмайтын энергия шығара алады.

Жаңартылатын энергия ресурстарының потенциалы елімізде жеткілікті деңгейде. Қазақстанда баламалы энергияны өндіру жалпы мөлшерден шамамен 1%-ды ғана құрайды. Себебі Қазақстанның көп аймақтарында желдің жылдамдығы төмен. Қазіргі кезде белгілі аз жел жылдамдыққа арналған желқозғалтқыштарды қолдану экономикалық жағынан тиімді емес. Ал кейбір желқозғалтқыштардың жұмыс істеу принциптері аз зерттелген. Солардың ішіне айналмалы цилиндрлі желқозғалтқыштарын жатқызамыз. Осыған байланысты аз жел жылдамдықтарында тиімді жұмыс істейтін тік бағытта айналатын құрамалы цилиндрлі желқозғалтқыштарын жасау өзекті мәселе болып табылады.

Ғылыми жұмысты жүзеге асырудағы әлеуметтік сұранысы шаруашылық және тұрмыстық қызметте электр энергиясының көзін алумен байланысты. Диссертациялық жұмыстағы ұсынып отырған құрамалы желқозғалтқышы жеке тұрған мекемелер, шағын шаруашылық, орталықтандырылған электр энергия көзінен қашықта орналасқан мекемелерді электр энергиясымен қамтамасыз ете алады. Диссертациялық жұмысты жүзеге асырудағы экономикалық ынталылық Қазақстанның жел энергетикасы нарығын дамыту болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты энергия өндіргіштігі жоғары тік бағытта айналатын құрамалы желқозғалтқышының аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу.

Зерттеу нысаны - Тік айналатын осьті құрамалы желқозғалтқыш қондырғысының зертханалық және тәжірибелік макеті.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- Алғаш рет Магнус эффектісіне негізделген, аз жел жылдамдығында тиімді жұмыс істейтін энергия өндіргіштігі жоғары тік бағытта айналатын құрамалы желқозғалтқышының тәжірибелік үлгісі жасалды.

Желқозғалтқышы 2,8 м/с жел жылдамдығынан бастап жұмыс істей бастайды;

- Электр энергиясын өндіру үшін сирек кездесетін неодимді магниттері бар электр генераторы жасалынды. Электр генераторларынан айырмашылығы, ол аз айналымды және қосымша редукторларды талап етпей, аккумулятор батареялары қажетті деңгейде зарядтай алады.

- Тік осьті айналмалы құрамалы цилиндрлі желқозғалтқышы қондырғысының аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу барысында:

- желдің аз жылдамдықтарында (2,8 м/с- тан бастап) цилиндрлердің тұрақты айналу саны артқан сайын (300 айн/мин – 700 айн/мин), маңдайлық кедергі күшінің арасындағы айырмашылығы 4-5% артатындығы дәлелденді;

- ауа ағынының жылдамдығы 5 м/с айналмалы цилиндрдің қозғалмайтын қалақшасының ағынның көлбеу бұрыш $0^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$ дейін көтергенде маңдайлық кедергі күші ең жоғары мәнге 2,55 Н ұлғайды, ал көтеру күші минималды мәнге 1,27 Н дейін төмендегені анықталды;

- цилиндрдің қозғалмайтын қалақшасының ағынның көлбеу бұрыш $90^{\circ} \leq \alpha \leq 180^{\circ}$ өзгерген кезде көтеру күшінің мәні қайтадан пайда болады және ағынның көлбеу бұрыш 180° келгенде көтеру күші 2,7 Н артты;

- Алғаш рет Ansys Fluent бағдарламалық пакеті арқылы жүргізілген математикалық модельдеудің нәтижелері алынған тәжірибелік маңдайлық кедергі мен көтеру күші коэффициенттерінің мәліметтерінің сәйкесітігі тағайындалды;

- электр генераторы желдің жылдамдығы 2,8 м/с, құрамалы желқозғалтқышының айналу жылдамдығы 50 айн/мин, цилиндрлердің айналу жиілігі 300 айн/мин болған кезде электр энергиясын өндіре басталатыны анықталды.

Негізгі нәтижелерге мыналар жатады:

1. Қозғалмайтын қалақшасы бар айналмалы цилиндрлер түріндегі құрамалы желқозғалтқышының зертханалық үлісі жасалды және өлшеулер жүргізу әдістемесі әзірленді.

2. Ауа ағынында қозғалмайтын қалақшасы бар айналмалы цилиндрлік желқозғалтқышының аэродинамикалық сипаттамаларына математикалық модельдеу жүргізілді.:

3. Ауа ағынының қозғалмайтын аз жел жылдамдығында құрамалы жел қозғалтқышының жұмысы үшін айналмалы цилиндрлік элементтерінің аэродинамикалық сипаттамалары зерттелді:

- жел жылдамдығының әртүрлі мәндері кезіндегі маңдайлық кедергі мен көтеру күші коэффициенттерінің ағынның көлбеу бұрышқа тәуелділігі тұрғызылды. Жел жылдамдығының әртүрлі мәндері кезінде айналмалы цилиндрдің қозғалмайтын қалақшасы $\alpha = 0^{\circ}; 45^{\circ}; 90^{\circ}; 135^{\circ}; 180^{\circ}$ көлбеу бұрыштарында орналасқан, ауа ағынының жылдамдығының жоғарылауымен маңдайлық кедергі мен көтеру күші коэффициенттері артады.

- ауа ағының бағытына тік бағытта айналдырылған құрамалы диаметрі 4 см айналмалы цилиндрлердің айналу саны 300 айн/мин, 500 айн/мин және 700 айн/мин болғандағы маңдайлық кедергі коэффициентінің Рейнольдс санына тәуелділігі келтірілген. Тәуелділікте ағын жылдамдығының өзгеруі кезінде 3-тен 15 м/с-қа дейін алынды. Айналмалы цилиндрлердің айналу саны артқан сайын, желдің жылдамдығы да өседі және Рейнольдс саны да артады, бірақ маңдайлық кедергі коэффициенті төмендеді.

- айналмалы қозғалыстағы тік осьті құрамалы желқозғалтқышының тарту күшінің ағын жылдамдығына тәуелділігінің нәтижесінде ағын жылдамдығы артқанда цилиндрлерге әсер ететін күштердің шамасы қысымы төмендетілген аймақта азаяды, жоғарғы қысымды аймақта өседі. Осылайша айналмалы қозғалыстағы цилиндрлердің көтеру күші де артады. Цилиндрлердің көтеру күшінің артуы желқозғалтқыштың тарту күшінің өсуіне әсер етеді. Сондықтан ағын жылдамдығы артқан кезде тік осьті құрамалы желқозғалтқышының тарту күші өседі. Цилиндрлерінің айналу саны жоғарлаған сайын, ағын жылдамдығы 15 м/с болған кезде тарту күші 5,8 Н, 7,2 Н, 9 Н максималды мәнге ие болды.

4. Теориялық және эксперименттік мәліметтермен салыстырмалы талдау кезінде қателік 1-2% құрайды, бұл сандық зерттеулердің жоғары дәлдігін көрсетті.

5. Қозғалмайтын қалақшасы бар айналмалы цилиндрлер түріндегі құрамалы желқозғалтқышының тәжірибелік үлгісі құрастырылып және жасалып полигонда зерттелді.

6. Электр генераторының энергиясын өндіру желдің жылдамдығы 2,8 м/с, құрамалы желқозғалтқышының айналу жылдамдығы 50 айн/мин, цилиндрлердің айналу жиілігі 300 айн/мин болған кезде басталды.

7. Әр түрлі климаттық жағдайларда тарту күші зерттелді және оң нәтижелер алынды. Ағынның көлбеуінің ұлғаюымен жел қозғалтқышының тарту күші төмендейтіні анықталды, бұл ағынның физикалық бейнесіне сәйкес келеді. Алайда, ауа ағынының жылдамдығы жоғарылаған сайын, көп қалақшалы жел турбинасының макетінің тарту күшінің мәні артады, сонымен қатар, жел доңғалығындағы қысым күші жоғарылайды.

Жұмыстың теориялық және тәжірибелік құндылығы тік бағытта айналатын құрамалы цилиндрлі желқозғалтқышын құрастырып, тәжірибе жасауға негізделген. Тәжірибенің нәтижелері тік осьті құрамалы айналмалы цилиндрлерді орай аққанда пайда болатын Магнус эффектісі арқылы қозғалатын қосымша күшті қолдануға болатынын көрсетеді. Бұл желқозғалтқышы 2,8 м/с жел жылдамдығынан бастап энергия өндіре алады. Тік бағытта айналатын құрамалы желқозғалтқышының тиімділігін тәжірибе жүзінде көруге болады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы Алматы қаласындағы "Tree Energy" ЖШС КБ ғылыми-зерттеу нәтижелерін сынау, тәжірибелік-конструкторлық және технологиялық жұмыстардың нәтижелері бойынша қозғалмайтын қалақшасы бар айналмалы цилиндрі негізінде жасалған

құрамалы желқозғалтқышының моделін сынау актісі жасалып және бекітілді.

Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің физика-техникалық факультетінің профессор Ж.С. Ақылбаев атындағы инженерлік жылу физикасы кафедрасында оқу процесіне еңгізу актісі алынды. Зерттеу нәтижелері келесі пәндердің дәрістік және практикалық, семинарлық сабақтарында қолданылады: 6В07103-Жылу энергетикасы, 6В11201-Қоршаған ортаны қорғау және өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және 7М07109801-Жылу энергетикасы мамандықтары үшін оқылатын «Энергияның дәстүрлі емес көздері және ресурсты үнемдеу», «Жаңартылатын энергия көздері», «Қазіргі заманғы жел энергетикасының негізгі принциптері мен мәселелері».

Жұмыс нәтижелерінің апробациясы. Жұмыстың негізгі нәтижелері талқыланып және баяндалды: Жылуэнергетика және қолданбалы жылуфизиканың өзекті мәселелері: Профессор Ж.С. Ақылбаевтың 80 жылдығына арналған Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (28 қыркүйек, 2018 ж.) Қарағанды, «Вычислительные и информационные тех-нологии в науке, технике и образовании»: Международной конференции (25-28 сентября 2018 г.) Усть-Каменогорск, «Будущее науки - 2019» 7-я Международной молодежной научной конференция, посвященная 55-летию ЮЗГУ (25-26 апреля 2019 г.) Курск, Бейсызық жүйелердегі хаос және құрылымдар. Теория және тәжірибе: 11-ші Халықаралық ғылыми конференциясында (22–23 қараша 2019 ж.) Қарағанды.

Басылымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 15 баспа жұмысында жарияланған, оның ішінде 3 - мақала алыс шет елдердің жоғары рейтингті басылымдарында, 3 - мақала ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған республикалық басылымдарда, ал халықаралық конференция материалдарында - 2 жарияланым, 2 - мақала Thomson Reuters деректер базасына кіретін журналдарда, 1 - мақала Scopus деректер базасына кіретін журналдарда, 3 - мақала РФДИ деректер базасына кіретін журналдарда, "Айналмалы цилиндр түріндегі желэнергетикалық қондырғысының қалақшасы" 07.06.2019 ж. № 4043 пайдалы модельге патент алынды.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыстың құрылымына, мақсатына жету үшін шешілуі қажет міндеттермен анықталады. Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 121 пайдаланылған әдебиеттер тізімі мен қосымшадан және 136 бет машинкамен басылған мәтіннен тұрады. Жұмыста 78 сурет пен 8 кесте бар.