

ТЛЕУБЕРГЕНОВА АҚМАРАЛ ЖАРЫЛХАСЫНҚЫЗЫ

Жел энергетикалық қондырғысының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына ауа ағынының жылу физикалық параметрлерінің әсерін зерттеу

8D05303 - Жылуфизика және теориялық жылу техника білім беру
бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін
ұсынылған диссертациясына

АННОТАЦИЯ

Тақырыптың өзектілігі. Әлемдегі баламалы энергия көздері әрқашан адамзатты, әсіресе соңғы уақытта қызықтырып келеді. Аймақтарды электр энергиясымен қамтамасыз етуден басқа, жаңартылатын энергия көздерін дамыту отын-энергетикалық ресурстарды үнемдеу және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту үшін қажет.

Бүгінгі таңда жел энергетикасы белсенді дамып келеді, оның міндеттерінің бірі жел жылдамдығының төмен мәндерінде де тиімді жұмыс істей алатын жел қозғалтқышын жасау болып табылады.

Қазақстан аумағының басым бөлігі үшін желдің орташа жылдық жылдамдығы 6 м/с-тан аз жел электр қондырғыларын (ЖЭҚ) әзірлеу және құру үшін желдің политропты раушанымен ауа ағыны жылдамдығының жиі өзгеруі кезінде ЖЭҚ энергия тиімділігін олардың төмен құны мен шағын массогобаритті өлшемдерімен қоса қамтамасыз ете алатын жаңа техникалық шешімдерді іздеу талап етіледі.

Сондықтан диссертациялық жұмыста ұсынылған желдің төмен жылдамдығында жұмыс істейтін құрамалы қалақшалары бар жел қондырғысын әзірлеу, аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу өзекті болып табылады. Яғни, осы зерттеу жұмысы бойынша әзірленген желдің төмен жылдамдығында жұмыс істейтін көлденең осьті жел қондырғысының бірқатар артықшылықтары бар: төмен жылдамдықта энергия өндіруді бастай алады, оларды көптеген орындарда орнатуға болады, дәстүрлі көлденең жел генераторларымен салыстырғанда, олардың көпшілігі әлдеқайда тыныш және діріл аз жұмыс істейді, бұл оларды тұрғын аймақтарға жақын жерде орнату үшін неғұрлым қолайлы етеді. Желдің төмен жылдамдығында жұмыс істеу қабілеті оларды жел энергетикасының жалпы әлеуетін ұлғайта отырып, неғұрлым ірі генераторлар тиімсіз аудандарда орнатуға мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты жел энергетикалық қондырғысының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына ауа ағынының жылу физикалық параметрлерінің әсерін зерттеу болып табылады.

Осы мақсатқа сәйкес келесі *міндеттер* қойылды:

1. Қалақшалардың әртүрлі геометриясы және айналу осінің әртүрлі бағдары бар жел энергетикалық қондырғылардың аэродинамикасын зерттеуге

аналитикалық шолу.

2. Ansys Fluent бағдарламалық қамтамасыз етуін пайдалана отырып, құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғының аэродинамикасын сандық модельдеу.

3. Құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының зертханалық макетін жобалау (әзірлеу) және жасау.

4. Өртүрлі орай ағу жағдайында құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғының зертханалық макетінің аэродинамикалық сипаттамаларына тестілік өлшеулер жүргізу.

5. Құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының моделінің аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу бойынша сандық есептеулер мен эксперименттік деректердің нәтижелерін салыстырмалы талдау.

6. Ауа ағынының жылуфизикалық параметрлерінің жел энергетикалық қондырғының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына әсерін зерттеу.

Зерттеу нысаны – көлденең айналатын осьті құрамалы жел энергетикалық қондырғысының зертханалық макетінің аэродинамикасы.

Зерттеу әдіснамасы. Аэродинамикалық құбырдың жұмыс бөлігіндегі ауа ағынының жылдамдығы мен шабуыл бұрышының өзгеруі кезінде жел энергетикалық қондырғы макетінің көтеру күшінің, маңдайлық кедергі күшінің және тарту күшінің мәндерін өлшеуге мүмкіндік беретін эксперименттік зерттеулер. ANSYS FLUENT бағдарламалық қамтамасыз етуін пайдалана отырып, жел энергетикалық қондырғының құрама қалақтарының аэродинамикасын сандық модельдеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесілерді қамтиды:

1. Алғаш рет Ansys Fluent бағдарламасы арқылы қозғалмайтын және айналмалы цилиндрден тұратын құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының математикалық моделі алынды және оның тәжірибелік үлгісі жасалды. Жел энергетикалық қондырғысы 3 м/с жел жылдамдығынан бастап жұмыс істей бастайды.

2. Қозғалмайтын қалақша цилиндрге қатысты 30 градус орналасқанда оңтайлы жел энергетикалық қондырғысының тарту күшінің шамасы 2,9 Н мәнге ие болды. Үш қалақшалы жел қондырғысының тарту күші екі қалақшалыға қарағанда жоғары болатыны белгілі болды. Құрамалы қалақшаның аэродинамикалық күштерінің мәндері анықталды: көтеру күші 3,55 Н және маңдайлық кедергі күші 6,25 Н.

3. Цилиндрдің айналу саны $N=637$ айн/мин кезінде 1 мм биіктегі қысымның мәні $P=0,22$ Па, ал 7 мм биіктікте $P=0,44$ Па. Демек, ауа ағыны цилиндрдің үстінен орай аққанда қысым минималды мәнде болатыны айқындалды.

4. Жел қондырғысының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына ауа ағынының t , μ , ν , λ , C_p сияқты жылу физикалық параметрлерінің әсерін зерттеу барысында, олардың мәндерінің өсуімен жел қондырғысының тарту күшінің артатыны анықталды.

5. Электр генераторы жел қондырғысында диаметрі 150 мм цилиндрлерді пайдаланғанда және олардың айналуы 300 айн/мин жиілікпен

басталады, цилиндрлердің ұзындығы 0,69 м және жел доңғалағының диаметрі 1,2 м құрайды, электр генераторы желдің жылдамдығы 3 м/с, айналу жиілігі 50 айн/мин болған кезде электр энергиясын өндіре бастады.

Қорғауға ұсынылған негізгі қағидаттар:

1. Математикалық модельдеу барысында қозғалмайтын қалақшаның бағдарлау бұрышының ($0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$) өзгеру диапазонында ауа ағынының жылдамдығы 3 м/с-тан 15 м/с-қа дейін болғанда құрамалы қалақша 30 градус бұрыш кезінде маңдайлық кедергінің 7 % азаюын қамтамасыз етеді, бұл көтеру күшінің ұлғаюына байланысты.

2. Рейнольдс сандарының $1 \cdot 10^4$ -нен $5 \cdot 10^4$ дейін интервалында қондырғының жел доңғалағын орай ағуы кезіндегі турбуленттілік режимде жылдамдық пен қысым өрістерінің қалыптасуы маңдайлық кедергі коэффициентінің 0,20-дан 0,26-ға дейінгі оңтайлы мәндеріне қол жеткізуге және көтеру күші коэффициентінің 0,41-тан 0,14-ге дейін өзгеруіне әкелді.

3. Жел энергетикалық қондырғының тәжірибелік үлгісінің әзірленген мониторинг жүйесін тестілеу 30 градус бағдарлау бұрышы бар қозғалмайтын қалақшаны пайдаланудың ауа температурасы -25°C дан $+25^\circ\text{C}$ дейін диапазонында өзгеруі кезінде тарту күші 1.8 есеге дейін артты.

Жұмыстың мемлекеттік ғылыми бағдарламалар жоспарымен байланысы. АР23483857 «Қалақтардың күрделі геометриялық пішінін жел энергетикасы қондырғысының тәжірибелі үлгісін жаңа конструкциясын әзірлеу және құру».

Жұмыс нәтижелерінің апробациясы. Диссертацияның негізгі нәтижелері талқыланып және баяндалды: Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции Развития Сборник статей XV Международной научно-практической конференции (Петрозаводск, 8 ноября 2021 г.), «Бейсызық жүйелердегі хаос және құрылымдар Теория және тәжірибе» 12-ші Халықаралық ғылыми конференциясының материалдарында (Павлодар, 17-19 маусым 2022 ж.), Modern scientific research: сборник статей Международной научно-практической конференции (Пенза, 2022), Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің 60 жылдығына арналған «Шоқан оқулары-26: Аймақпен өзара әрекеттесу мән мәтініндегі Қазақстан ғылымының даму векторлары» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Көкшетау, 2022), Seventh International Scientific Conference. Alternative energy sources, materials and technologies. AESMT'24. (Sofia, Bulgaria, 14 - 15 May 2024).

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 27 жұмыс жарияланды, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін басылымдарда 3 жұмыс, ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті бекіткен тізбеден басылымдарда 8 жұмыс, халықаралық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымдарда 10 жұмыс, 1 басылымдарда жұмыс республикалық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымдарда, 2 жұмыс

РИНЦ дерекқорына кіретін басылымдарда, 1 жұмыс республикалық журналда және 1 монография баспаға шықты.

Сонымен қатар, бірлескен авторлықта пайдалы модельге патент алынды: 14.02.24 ж. №9072 «Құрамалы қалақшалары бар көлденең осьтік жел электр қондырғысы».

Жұмыстың ғылыми-тәжірибелік маңыздылығы жоғары тиімділікке ие, өз осьтерінің айналасында айналатын цилиндрлер мен цилиндрлердің осіне қатысты қозғалмайтын қалақшалардан тұратын, көлденең бағытта айналатын құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысын әзірлеумен тұжырымдалады. Құрамалы қалақшалы ЖЭҚ-та алынған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері энергиямен жабдықтаудың орталықтандырылған жүйелерінен қашықтағы тұтынушылар мен нысандарды энергиямен жабдықтау үшін ЖЭҚ-тың нақты моделін әзірлеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Автордың жеке үлесі. Автормен айналмалы цилиндрлер және цилиндрлердің осьтеріне қатысты қозғалмайтын қалақшалары бар құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысын жобалау және құру бойынша жұмыстар жасалды. Автор жел энергетикалық қондырғысының зертханалық және тәжірибелік үлгісін жасауға тікелей қатысты. Зертханалық және полигондық эксперименттер жүргізілді. Зерттеудің алынған сандық және эксперименттік нәтижелерін талдау ғылыми кеңесшілермен бірлесіп орындалды. Жарияланған жұмыстарды жазу диссертанттың тікелей қатысуымен бірлескен авторлардың бірлескен күш-жігерімен жүзеге асырылды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыстың құрылымы диссертацияның мақсатына жету үшін шешілуі қажет міндеттермен анықталады. Диссертация кіріспеден, 6 бөлімнен, қорытындылардан, 120 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады және 135 бет терілген мәтіннен тұрады. Жұмыс 152 суретпен көрсетілген және 5 кестені қамтиды.