

БАХТЫБЕКОВА АСЕМ РАВШАНБЕКОВНА

Қиын геометриялық пішіні бар қалақшалы жел энергетикалық қондырғының аэродинамикалық параметрлерін зерттеу

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

АННОТАЦИЯ

Тақырыптың өзектілігі. Жаңартылатын энергия секторының негізгі бағыты жел мен күн энергиясын пайдалану болып табылады. Қазақстанның бай жел әлеуеті бар, елдің шамамен 50% аумағының 30 м биіктікте желдің орташа жылдамдығы 4-5 м/с құрайды. БҰҰ бағалауы бойынша Қазақстанның жел әлеуеті жылына 1,8 трлн кВт·сағ құрайды, бұл Қазақстандағы ағымдағы энергия тұтынудан 10 есе артық.

Қазақстан Республикасы Энергетика және минералдық ресурстар министрлігінің және БҰҰ Даму бағдарламасының бірлескен жұмысы шеңберінде жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, Қазақстанда жел энергетикасы нысандары мен жүйелерін салу үшін идеалды жел жағдайлары бар аумақтар басым деп айтуға болады. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес 50 000 км² ауданнан астам, 80 метр биіктікте жел ағындары 7 м/с астам жылдамдықпен байқалады. Ал кейбір аудандарда 15 метр биіктікте секундына 27-36 метр жылдамдықпен жел тіркелді. Қазақстанның жалпы аумағының 50%-дан астамын құрайтын басым бөлігінде желдің жылдамдығы шамамен 3,5-5 м/с елдің үлкен жел әлеуетін қамтамасыз етеді.

Дәстүрлі қалақшалы жел қондырғылары жел жылдамдығының шағын диапазонында тиімсіз екені белгілі. Төмен жылдамдықты желге бай аудандар үшін Магнус эффектісі негізінде жұмыс істейтін айналмалы цилиндр тәрізді қалақшалары бар жел энергетикалық қондырғылары жасалды. Алайда, мұндай жел қондырғыларының электр жетектері түріндегі кемшіліктері де бар.

Осыған байланысты қалақшаларды айналдыруға арналған электр жетегін қоспағанда, қалақшалардың қиын геометриялық пішіні бар жел энергетикалық қондырғыларын әзірлеу және зерттеу өзекті міндет болып табылады.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты-қалақтардың күрделі геометриялық пішіні бар жел қондырғысының аэродинамикалық параметрлерін сандық модельдеу және эксперименттік зерттеу.

Зерттеу нысандары қиын геометриялық пішіні бар қалақшалы жел энергетикалық қондырғыларының эксперименттік және тәжірибелік үлгілері болып табылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесілерді қамтиды:

1. Алғаш рет Магнус эффектісі мен Бернулли Заңы негізінде жұмыс істейтін қиын геометриялық пішіні бар қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының математикалық моделі әзірленді және жасалды. Сандық модельдеу үшін Realizable K- ϵ турбуленттілік моделі қолданылды.

2. ANSYS Fluent бағдарламасында жүргізілген екі және үш қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының және қалақшаның өзі үш өлшемді сандық модельдеу (қысым мен жылдамдық векторларының таралу өрістері) нәтижелері алынды. Дефлекторы бар айналмалы цилиндрдің турбулентті құйынды айналу сипаты түсіндіріледі.

3. Алғаш рет айналмалы элемент – дефлектор үшін ең тиімді материалды анықтау мақсатында эксперименттік салыстырмалы талдау жүргізілді, оның барысында металл дефлекторы бар қалақшаның пластикалық дефлектормен салыстырғанда ең жақсы аэродинамикалық параметрлері бар екендігі анықталды.

4. Оңтайландырылған сандық модельдеу мәліметтері негізінде дефлекторымен екі және үш цилиндрлік қалақшалы эксперименттік қондырғының макеті жасалды.

5. Жел энергетикалық қондырғысының аэродинамикалық күштерінің ауа ағынының жылдамдығына, сондай-ақ олардың сандық және эксперименттік әдістермен алынған Рейнольдс санынан коэффициенттеріне салыстырмалы тәуелділігі анықталды. Эксперименттік және сандық мәліметтерді салыстыру қанағаттанарлық сәйкестікті көрсетеді, мұнда дәлел $0,95 < R^2 < 0,99$ жуықтау сенімділігінің жоғары мәні болып табылады.

6. Математикалық модель негізінде алғаш рет қиын геометриялық пішіні бар қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының тәжірибелік үлгісі әзірленді және жасалды. Ауа температурасының ЖЭҚ тарту күшіне әсерін кейіннен зерттей отырып, тәжірибелік-полигондық және климаттық сынақтар жүргізілді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыстың құрылымы диссертацияның мақсатына жету үшін шешілуі қажет міндеттермен анықталады. Диссертация кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындылардан, 136 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады және 145 бет терілген мәтіннен тұрады. Жұмыс 123 суретпен көрсетілген және 13 кестені қамтиды.

Негізгі нәтижелерге келесілер жатады:

1. Есептеу моделі және белсенді дефлекторларды қолдану арқылы айналатын цилиндрлік қалақшалары бар жел энергетикалық қондырғының

айналуын сандық модельдеу нәтижелері, оларды пайдалану айналдыру үшін сыртқы күштерді қолдануды болдырмауға мүмкіндік береді.

2. Нақты уақыттағы және шектеусіз аралықтағы қиын геометриялық пішіні бар қалақшалардың жел энергетикалық қондырғысының әзірленген барлық режимдегі модельдеу құралдарының қасиеттері мен мүмкіндіктерін растайтын эксперименттік зерттеулердің нәтижелері.

3. Көлденең осьтік айналатын қиын қалақшалы жел энергетикалық қондырғының тәжірибелік үлгісінің аэродинамикалық сипаттамаларын өлшеу әдістемесі, температура әсерінен өзгертін ауаның жылу физикалық параметрлерін ескере отырып, әртүрлі климаттық жағдайларда оның параметрлерін жеткілікті түрде анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыстың ғылыми-тәжірибелік маңыздылығы:

1. Дефлекторлы цилиндрлік қалақшаны және екі және үш қалақшалы жел энергетикалық қондырғының өзін Ansys Fluent бағдарламасында математикалық модельдеу, алынған сандық нәтижелерімен аэродинамика, физика, жылу физикасы және энергетиканың әртүрлі сандық мәселелерінде қолданыла алады.

2. Дефлекторы бар цилиндрлік қалақшалардың зертханалық макеттерін және айналу режиміне байланысты аэродинамикалық параметрлердің алынған эксперименттік нәтижелері бар екі және үш қалақшалы жел энергетикалық қондырғыларын сынау жөніндегі тәжірибелік мәліметтер цилиндрлік қалақшаларды айналдыру үшін электр жетегін қоспағанда, ЖЭҚ әзірлеу кезінде, сондай-ақ қиын геометриялық пішіні бар ЖЭҚ күш элементтерінің аэродинамикасын түсінуде пайдаланылуы мүмкін.

3. Қиын геометриялық пішіні бар қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының тәжірибелік үлгісін сынаудың тәжірибелік-полигондық нәтижелері қашықтықтан орналасқан тұтынушыларды және орталықтандырылған энергиямен қамтамасыз ету жүйелерінен нысандарды энергиямен жабдықтауға арналған ЖЭҚ-ның нақты үлгісін жасау кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Жұмыстың апробациясы және жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері «Science and technology innovations» V Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында баяндалды және талқыланды (Петрозаводск, 13 желтоқсан 2020 ж.); «Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации» XVII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Пенза, 5 қараша 2021 ж.); «Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития» XII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Петрозаводск, 7 маусым 2021 ж.); «Наука Казахстана за годы независимости. Достижения и Перспективы развития, посвященную 30-летию независимости Республики Казахстан» Халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Көкшетау, 21 Сәуір 2021ж.); «Энерго- и ресурсосберегающие технологии: опыты и перспективы»

IV Халықаралық ғылыми-практикалық онлайн конференциясы (Қызылорда, 30 наурыз 2022 ж.); «Развитие современной науки: опыт, проблемы, прогнозы» II Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Петрозаводск, 24 қазан 2022 ж.); «Актуальные проблемы современной Физики и смысловой педагогики» республикалық ғылыми-практикалық онлайн конференциясы (Қарағанды, 13-15 мамыр 2021ж); «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент» XII Халықаралық ғылыми конференция (Павлодар, 2022 ж.).

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 23 жұмыс жарияланды, оның ішінде Web of Science немесе Scopus дерекқорына кіретін басылымдарда 4 жұмыс, ҚР ҒЖБМ білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті бекіткен тізбедегі басылымдарда 4 жұмыс, халықаралық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымдарда 8 жұмыс, республикалық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымда 1 жұмыс, РИНЦ дерекқорына кіретін басылымдарда 3 жұмыс, республикалық журналда 1 жұмыс және 1 оқу құралы.

Оның ішінде, бірлескен авторлықта 05.11.2021 жылғы № 6632 «Белсенді дефлекторы бар айналмалы цилиндрлер түріндегі қалақша» пайдалы моделіне патент алынды.