

## АНДАТПА

8D07110 – «Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы» философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертациясына

### АҚАНОВА ГҮЛДАНА ҚАЙРАТҚЫЗЫ

Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың конструкциясын жетілдіру

#### **Шешілетін ғылыми-техникалық мәселенің ағымдағы жағдайын бағалау**

Турбомашиналардың заманауи конструкцияларын жетілдіру қуат тығыздығын одан әрі арттыру жолымен жүреді, сонымен бірге энергия тиімділігіне, сенімділігіне және қызмет ету мерзіміне қойылатын талаптарды күшейтеді. Бұл есептерді шешу көп каскадтылық, модульдік, геометриялық фигуралардың күрделенуі және т.б. принциптерін қолданумен қатар жүреді.

Турбомашиналардың қолданыстағы конструкцияларының жұмысын талдау олардың жұмысында айтарлықтай кемшіліктердің бар екенін анықтады. Бұл кемшіліктер мыналар түрінде көрінеді: тиімді пайдаланудың тар диапазоны, жобадан тыс режимдерде жұмыс істеудің төмен энергетикалық тиімділігі, көп сатылы құрылымдардың жетілмегендігі, атап айтқанда, гидравликалық шығындардың жоғары мәні бар элементтердің болуы (трансфералық арналар және бағыттаушы құрылғылар), бірге жұмыс істеген кезде қондырғылардың төмен тиімділігі.

#### **Зерттеу жұмысының қажеттілігінің негіздемесі**

Қазіргі уақытта турбомашиналарды жобалауда орын алған кемшіліктерді жою үшін көптеген зерттеушілер құрылымдық элементтерді (корпус, доңғалақтар, бағыттағыштар, басқару құрылғылары) немесе жетек жүйелерін жетілдіру жолына түсуде. Дегенмен, мұндай техникалық шешімдерді енгізу қондырғылардың осы түрінің тиімділігін сәл ғана арттыра алатынын атап өткен жөн. Жиі өзгертін технологиялық процесс жағдайында қондырғыларды тиімді пайдалану аймағын одан әрі кеңейту үшін турбомашиналардың конструкцияларын жетілдірудің жаңа жолдары мен әдістерін іздеу қажет.

Осы жолдардың бірі коаксиалды турбомашиналардың жұмыс істеу принципін қолдану болуы мүмкін, атап айтқанда сұйықтық ағынының қозғалысы (су, ауа, газ) доңғалақтан дөңгелекке аралық ағынды қолданбай тікелей жүзеге асырылатын көп сатылы құрылымдарда тасымалдау арналары мен бағыттаушы құрылғылар.

**Ғылыми зерттеулер аясында диссертация тақырыбы бойынша эксперименттер жүргізілді** Г.И. Носов атындағы Магнитогорсктік мемлекеттік техникалық университетінде (Техникалық кеңестің 17.08.2022 ж. хаттамасы).

**Жоспарланған ғылыми-технологиялық даму деңгейі, патенттік зерттеулер және олардан жасалған қорытындылар туралы ақпарат**

Диссертациядағы әзірлемелердің ғылыми-технологиялық деңгейі әлемдік тенденцияларға сәйкес келеді және нәтижелер көп жағынан белгілі әзірлемелердің бар деңгейінен асып түседі: зерттеу тақырыбы бойынша 10-15 тереңдікте жүргізілген зерттеулер негізінде талдау жүргізілді. жылдар, бұл ұқсас зерттеулердің жоқтығын көрсетті. Диссертация тақырыбы бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша мыналар:

1) Зерттеу нәтижелері коаксиалды доңғалақтары бар орталықтан тепкіш сорғы қондырғыларын жаңғырту бойынша техникалық тапсырманы әзірлеу кезінде практикалық енгізу үшін «Келет» АҚ-на енгізуге қабылданды (Іске асыру актісі).

2) Негізгі ережелер мен ұсыныстар «Тау-кен машиналары мен стационарлық қондырғыларды жобалаудағы әдістемелік принциптер мен шешімдер», «Тау-кен машиналары мен жабдықтарының жұмыс процестерін модельдеу», «Үздіксіз жұмыс істейтін машиналар мен жабдықтар» пәндерінің дәріс курстарына енгізілген. іс-қимыл», 7М07111-Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы және 6В072400 – Технологиялық машиналар мен жабдықтар мамандығы студенттерінің оқу бағдарламасына енгізілген Қ.И. Сәтпаев атындағы ҚазҰТУ-дың технологиялық машиналары мен жабдықтары. (17.06.2022 ендіру актісі).

2) Дөңгелектердің коаксиалды орналасуы бар турбомашиналарды жобалау әдістемесі Г.И. Носов атындағы Магнитогорсктік мемлекеттік техникалық университетінің оқу бағдарламасына енгізілген(Орындау актісі).

### **Зерттеудің өзектілігі**

Тәжірибе тақырыбының өзектілігі қазіргі уақытта дөңгелектердің коаксиалды орналасуы бар көп сатылы турбомашиналарды есептеу әдістерінің жоқтығы және тәжірибелік зерттеулер тәжірибесі турбомашиналардың энергия тиімділігін сапалық және сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік бермейді. осы дизайнның технологиялық дизайнымен.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың турбомашиналарды пайдалану ерекшелігі стационарлық емес (штаттан тыс) жұмыс режимдерінің көрінісінде жатыр, оның жұмысы сорғыны оның конструкциясының жоғарылауына әкеледі.

Осылайша, турбомашиналардың жұмыс сенімділігіне стационарлық емес жұмыс режимдерінің әсерін теориялық және эксперименттік зерттеулер кешені және режимдердің теріс әсерін жоюға бағытталған ғылыми негізделген ұсыныстарды әзірлеу кезек күттірмейтін ғылыми-тәжірибелік міндет болып табылады.

**Жұмыстың мақсаты** турбомашиналардың конструктивті-технологиялық сұлбаларын және коаксиалды доңғалақтармен жұмыс режимдерін жетілдіру арқылы олардың тиімділігі мен энергия тиімділігін арттыру болып табылады.

**Жұмыс идеясы** турбомашиналардың өнімділігі мен энергия тиімділігін арттыруға турбомашиналардың стационарлық элементтеріндегі қысымның жоғалуын және сұйықтықтың тежелуін болдырмай, жұмыс доңғалақтарының коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың рационалды технологиялық және геометриялық параметрлері мен жұмыс режимдерін негіздеу арқылы қол жеткізіледі.

### **Зерттеу мақсаттары:**

– Турбомашиналардың геометриялық параметрлерін таңдаудың қолданыстағы критерийлерін талдау;

– Белгілі математикалық модельдер мен сұйықтық ағынының қозғалысын сипаттайтын теориялар негізінде турбомашиналардың қалақаралық кеңістігіндегі энергия алмасу процесін зерттеу;

– Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашинаның конструктивтік параметрлерін жобалау әдістемесін әзірлеу;

– Тау-кен металлургиялық және мұнай өндіру жағдайлары үшін турбомашиналардың жобалық геометриялық параметрлерінің мәндері мен рационалды жұмыс режимдерін таңдау алгоритмін әзірлеу;

– Өндірісқысым-ағындық және механикалық сипаттамаларды анықтау үшін, сондай-ақ жұмыс доңғалақтарының коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың тиімділігін бағалау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізу үшін толық масштабты модельдер.

### **Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелер:**

1. Тасымалдау арналарының, бағыттаушы қалақтардың және түзеткіштердің

жүйелерін алып тастау есебінен энергияның гидравликалық ысыраптарын азайту коаксиалды орналасқан дөңгелектері бар турбомашиналардың қалақаралық кеңістігінде сұйықтықтың энергия алмасуының заңдылықтарын орнату арқылы қол жеткізіледі, бұл гидравликалық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді 23%-ға дейін.

2. Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың энергияны үнемдейтін жұмыс диапазонын 56% және максималды тиімділік мәндерін кеңейту жұмыс режимдері мен дөңгелектердің геометриялық параметрлерінің мәндерінің ұтымды қатынасы арқылы қол жеткізіледі.

3. Дөңгелектердің коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың энергия алмасуының шамасы мен ПӘК орнатудың сыртқы сатысында қалақтардың реакция дәрежесімен анықталады.

**Зерттеу нәтижелерінің ғылыми жаңалығы** келесідей:

1. Доңғалақтардың бір-біріне әсер етуін ескере отырып, коаксиалды орналасқан дөңгелектердің қалақаралық кеңістігіндегі энергия алмасу процесінің математикалық моделі жасалды.

2. Алғаш рет коаксиалды орналасқан жұмыс доңғалақтарындағы сұйықтық ағынының жылдамдығының оның тежелуі мен үдеуінің өзгеруіне жұмыс дөңгелектеріндегі энергия шығынының аналитикалық тәуелділіктері анықталды.

3. Гидравликалық жоғалтуларды 23%-ға азайтуға мүмкіндік беретін, сондай-ақ аса зарядтағыштың шығыс қысым-ағынының параметрлерін арттыруға ықпал ететін турбомашиналардың коаксиалды орналасқан жұмыс доңғалақтарының геометриялық параметрлері мен жұмыс режимдерінің ұтымды мәндері белгіленді. қысым бойынша 75% дейін, - ағын бойынша 60% дейін, қондырғының тұрақты габариттік өлшемдерінде.

**Жұмыстың практикалық маңызы**

1) Алғаш рет жұмыс доңғалақтарының коаксиалды орналасуы бар турбомашиналарды жобалау әдісі ұсынылды және ғылыми негізделді, бұл олардың жұмысының геометриялық және режимдік параметрлерін таңдауға мүмкіндік береді.

2) Алынған тәжірибелік және теориялық мәліметтер арасындағы салыстырмалы сәйкессіздік 10%-дан аспайды.

3) Ansys бағдарламалық кешенін пайдалана отырып, сұйық гидродинамикасының имитациялық-математикалық модельдерінің алгоритмдерін оңтайландыру негізінде турбомашиналардың ағындық бөліктерін есептеудің әзірленген әдісін жобалау, пайдалану және жетілдіруде пайдалану үшін жобалау ұйымдарына, ғылыми мекемелерге және өндірістік кәсіпорындарға ұсынуға болады. турбомашиналарды жобалау сатысында.

**Әдістеме және зерттеу әдістері**

Зертханалық жағдайларда зерттеулердің статистикалық және эксперименттік мәліметтерін өңдеу және сенімділік теориясының теориялық, математикалық талдау әдістемесі және әдістері қолданылады.

Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардағы тербелмелі процестерді модельдеу сандық үш өлшемді гидродинамикалық модельдерді қолдану арқылы жүзеге асырылды. Жұмыс ақырлы көлемдердің сандық әдісін қолдану арқылы жүргізілді. Есептеулер Ansys CFXu Flow Vision HPC инженерлік талдау жүйелері арқылы жүргізілді.

**Өтініш берушінің жеке үлесі** орындалған зерттеу нәтижелерін талдау мен қорытындылаудан, зерттеудің мақсаты мен міндеттерін тұжырымдаудан тұрады; дөңгелектердің коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың рационалды геометриялық және жұмыс параметрлерін анықтаудың математикалық моделін жасау; толық ауқымды эксперименттік зерттеулердің толық циклін жүргізу.

**Зерттеу нәтижелерін өңдеу**

Эксперименттік зерттеулер жүргізілді:

1) Магнитогорск мемлекеттік техникалық университетінің «Тау-кен машиналары

және көліктік-технологиялық кешендер» кафедрасының зертханалық стендтерін пайдалана отырып. Г.И.Носов диссертациялық жұмысында эксперименттік жұмыс жүргізілді;

2) Эксперименттік деректерді өңдеу шекті абсолютті қатені ескере отырып, детерминирленген және стохастикалық деректерді өңдеу алгоритміне сәйкес жүргізілді (3-қосымша).

3) Эксперименттік мәліметтерді өңдеу және талдау негізінде келесі нәтижелер алынды:

- Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың жұмысының сенімділігі анықталды;

- Доңғалақтардың коаксиалды орналасуы бар турбомашиналардың энергияны үнемдейтін жұмыс диапазонын кеңейту рационалды геометриялық параметрлерді және жұмыс доңғалақтарының коаксиалды орналасуымен (дөңгелектердің бір және қарама-қарсы бағытта айналуы) сорғының жұмыс режимдерін орнату арқылы қол жеткізілетіні дәлелденді. .

**Жұмысты апробациялау.** Негізгі ережелер мен ғылыми нәтижелер халықаралық ғылыми-техникалық конференцияларда талқыланды:

1) Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының техникалық семинарларында. Г.И. Носов атындағы Магнитогорск мемлекеттік техникалық университетінің тау-кен машиналары және көліктік-технологиялық кешендер кафедрасы.

2) Сұйықтарды құбыр арқылы тасымалдауға арналған сорғылардағы гидравликалық ысыраптарды азайту жолдары (конференция) «Көлік мәселелері» XIII Халықаралық ғылыми конференциясының электронды материалдары. 2021 ж. Б. 1-14, ISBN 978-83-959742-1-2 А.Сладковский, С.Подболотов, А.Кольга, И.Столповских.

3) Технологиялық машиналар гидравликалық жетектерін басқару жүйелерін жетілдіру (конференция, мақала) Электрондық 4-ші халықаралық ғылыми-техникалық конференция «Ресурс үнемдейтін технологияларды инновациялық дамыту және табиғи ресурстарды тұрақты пайдалану», Петрошани, Румыния, 4-том, 2021 ж. Б. 194-196, ISSN 2734-6935, ISSN-L 2734-6935 А.Д. Колга, И.П.Гольчак

4) Турбомашиналардың энергия тиімділігін олардың ағын жолдарының элементтерін өзгерту негізінде арттыру конференциясы) Қ.И.Сәтбаева, Алматы, 2022 ж. Орыс тілінде; 1-том.

**Жарияланымдар.** Диссертация материалдары бойынша 2 мақала Scopus және Web of Science халықаралық анықтамалық деректер базалары рецензияланған басылымдарда, 2 мақала Білім және ғылым министрлігі Бақылау комитеті ұсынған басылымдар тізіміне енгізілген журналдарда жарияланды. Қазақстан Республикасы, халықаралық конференцияларда 4 баяндама.

**Диссертанттың басылымдарды дайындауға қосқан үлесі**

1. Тау-кен және мұнай өндіруші өнеркәсіптерге арналған көп сатылы ортадан тепкіш айдау қондырғыларында гидравликалық ысыраптарды азайту жолдары. Шолу үшін материалдарды іріктеу, шолу мен кіріспе жазу, тәжірибе нәтижелерін өңдеу және сипаттау, қорытынды жазу.

2. «Тұтқыр сұйықтық үшін дренаждық сорғылардың ағын бөлігінің геометриялық пішінін таңдау».Рецензия және оны жазу, жазу бөлімдері үшін жарияланымдарды іздеу: зерттеу әдістемесі, зерттеу нәтижелері, графиктерді құрастыру, рецензенттердің пікірлеріне жауаптар.

3. Электргидравликалық аналогия әдісі бойынша гидравликалық желілерді ауыстыру. Бөлімді жазу: кіріспе, зерттеу әдістемесі, математикалық өңдеу және эксперимент нәтижелерін талқылау, мақаланың дизайны.

4. Турбомашиналардың конструкциясын жетілдіру. Мақала жоспарын құру, бөлімдерді жазу: зерттеу нәтижелері мен қорытындыларды талқылау, мақаланы безендіру

5. Сұйықтарды құбыр арқылы тасымалдауға арналған сорғылардағы гидравликалық ысыраптарды азайту жолдары// «КӨЛІК МӘСЕЛЕЛЕРІ» XIII халықаралық ғылыми конференциясы. – Катовице, Польша. Баяндама жоспарын құру, материалдарды іріктеу және жүйелеу, екі бөлім жазу, конференцияда баяндама жасау.

6. Технологиялық машиналардың гидравликалық жетектерін басқару жүйелерін жетілдіру«Ресурс үнемдейтін технологияларды инновациялық дамыту және табиғи ресурстарды тұрақты пайдалану» 4-ші Халықаралық ғылыми-техникалық конференция. Петрошани, Румыния – 2021. Баяндама жоспарын құру, материалдарды таңдау және жүйелеу, екі бөлім жазу, конференцияда баяндама жасау.

7. Сорғыш штангалы сорғылардың клапан құрастыру конструкциясын жетілдіру // Сәтбаев оқуларының еңбектері. – Алматы, 2020. Баяндама жоспарын құру, материалдарды іріктеу және жүйелеу, екі секция жазу, конференцияда баяндама жасау.

8. Турбомашиналардың энергиялық тиімділігін олардың ағындық пат элементтерінің модификациясы негізінде арттыруh // «Сәтбаев конференциясы – 2022. Қазіргі ғылыми зерттеулердің тенденциялары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Алматы, 2022. Баяндама жоспарын құру, материалдарды іріктеу және жүйелеу, екі бөлім жазу, конференцияда баяндама жасау.

#### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі**

Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан тұрады, көлемі 120 бетте, 70 суреттен, 20 кестеден, 41 атаудан тұратын библиографиядан және 3 қосымшадан тұрады.