

АННОТАЦИЯ

8D07180 – Технологиялық машиналар мен жабдықтар (салалар бойынша) білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған диссертация

Сериков Аблай Серикұлының

Саптама элементтерінің айналмалы қозғалысы жағдайында ағындардың құйынды өзара әрекеттесуі бар аппараттағы гидродинамика және масса алмасу

Диссертациялық зерттеудің мақсаты: тікбұрышты қалақтары және сақиналы жиектері бар жүйелі айналмалы саптамамен жабдықталған аппараттың конструкциясын әзірлеу, айналу жиілігін, гидродинамикалық сипаттамаларды және массаалмасу параметрлерін анықтауға арналған теңдеулерді алу, ғылыми негізделген есептеу әдістерін әзірлеу, аппаратты жобалау және пайдалану бойынша ұсыныстар қалыптастыру және техникалық құжаттаманы өнеркәсіпке енгізу.

Зерттеу міндеттері:

-тікбұрышты қалақтары және сақиналы жиегі бар жүйелі айналмалы саптаманың байланыс аймағында газ және сұйық фазалардың өзара әрекеттесу заңдылықтарын зерттеу және сұйық фазаның құрылымдық құрамдас бөліктері үшін есептік тәуелділіктерді алу.

- режимдік және конструкциялық параметрлердің өзгеруі жағдайында тікбұрышты қалақтары және сақиналы жиектері бар жүйелі айналмалы саптама элементтерінің қозғалыс параметрлерін (айналу жиілігі), гидродинамикалық сипаттамаларын (гидравликалық кедергі, ұсталатын сұйықтық мөлшері, қабаттың газ мөлшері) зерттеу, сондай-ақ олардың есептік тәуелділіктерін алу.

- режим параметрлері өзгерген кезде масса алмасу сипаттамаларын (газ және сұйық фазалардағы масса беру коэффициенттерін) эксперименттік зерттеу және есептік тәуелділіктерді алу

- әзірленген аппаратты есептеудің ғылыми негізделген инженерлік әдістемесін және жобалау мен пайдалану бойынша ұсынымдарды әзірлеу

- өнеркәсіпте техникалық құжаттаманы енгізу

Зерттеу әдістері: гидродинамика (гидравликалық кедергі, ұсталатын сұйықтық мөлшері, сұйық фазаның құрылымдық компоненттері), саптама элементтерінің айналу жиілігі, газ және сұйық фазалардағы масса беру коэффициенттері бойынша тәжірибелік деректерді алуға арналған физикалық зерттеу әдістері.

Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа тұжырымдар):

- айналмалы саптама көлеміндегі газ қозғалысы ирек каналдар арқылы жүзеге асады деген болжам негізінде саптаманың меншікті беті,

көлемдік кеуектілігі және эквиваленттік диаметрін анықтауға арналған есептік тәуелділіктер алынған;

- айналмалы саптаманың тікбұрышты қалақшаларына әсер ететін күштердің теңгерімі негізінде оның айналу жиілігін анықтауға арналған теңдеулер алынған;

- тікбұрышты қалақшалары және сақиналы жиегі бар айналмалы саптама элементтері көлеміндегі құйындардың өзара әрекеттесу заңдылықтарын ескере отырып, кедергі коэффициенттерін, гидравликалық кедергіні және ұсталып тұратын сұйық мөлшерін есептеуге арналған теңдеулер алынған;

- айналмалы саптама элементіндегі тікбұрышты қалақшалар мен сақиналы жиек бойымен қозғалатын сұйық пленкасының құйынды механизм негізінде ағыншалар мен тамшыларға бөліну механизмі ұсынылған. Сұйық фазаның құрылымдық элементтеріне әсер ететін күштерді талдау негізінде пленканың орташа қалыңдығын, ағынша диаметрін және тамшы өлшемдерін анықтауға арналған теңдеулер алынған;

- диссипативтік тәсілді қолдану негізінде газ және сұйық фазалардағы масса беру коэффициенттерін анықтауға арналған теңдеулер алынған.

Зерттеудің негізгі нәтижелері:

Тікбұрышты қалақшалары және сақиналы жиегі бар жүйелі айналмалы саптамасы бар аппараттың әзірленген конструкциясын зертханалық жағдайда зерттеу барысында саптаманың конструктивтік параметрлерін, саптама элементтерінің айналу жиілігін, гидродинамикалық және масса алмасу сипаттамаларын анықтауға арналған графикалық тәуелділіктер мен есептік теңдеулер алынған.

Саптаманың конструктивтік параметрлері.

Аппарат қимасындағы айналмалы саптаманың кеуектілігі:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{0,785 \cdot d_{\text{тр}}^2 + 8 \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot l + \pi \cdot d_{\text{об}} \cdot \delta}{t_{\text{р}}^2} \quad (1)$$

Жүйелі айналмалы саптаманың көлемдік кеуектілігі:

$$\varepsilon = 1 - \frac{0,785 \cdot d_{\text{тр}}^2 \cdot t_{\text{в}} + 8 \cdot \cos \alpha \cdot l \cdot \delta_{\text{лоп}} + 3,14 \cdot d_{\text{об}} \cdot h_{\text{об}} \cdot \delta_{\text{об}}}{t_{\text{тр}}^2 \cdot t_{\text{в}}} \quad (2)$$

Жүйелі айналмалы саптаманың эквиваленттік диаметрі:

$$d_{\text{эkv}} = \frac{4 \cdot [t_{\text{тр}}^2 \cdot t_{\text{в}} - (0,785 \cdot d_{\text{тр}}^2 \cdot t_{\text{в}} + 8 \cdot \cos \alpha \cdot l \cdot \delta_{\text{лоп}} + 3,14 \cdot d_{\text{об}} \cdot h_{\text{об}} \cdot \delta_{\text{об}})]}{3,14 \cdot d_{\text{тр}} \cdot t_{\text{в}} + 16 \cdot b \cdot l + 6,28 \cdot d_{\text{об}} \cdot h_{\text{об}}} \quad (3)$$

Саптама элементтерінің айналу жиілігі.

$$\omega_{ep} = \frac{1,7}{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{(\rho_{\varepsilon} \cdot W_{\Gamma}^2 - \rho_{ж} W_{ж}^2) \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot K}{2mR + \rho_{\Gamma} R^2 \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot tg \alpha}} \quad (4)$$

Гидродинамикалық сипаттамалар. Саптамалы аймақтың гидравликалық кедергісі Дарси–Вейсбах теңдеуі бойынша белгілі тәуелділік арқылы анықталады. Осы теңдеуге кіретін кедергі коэффициенті тікбұрышты қалақшалары және сақиналы жиегі бар жүйелі айналмалы саптама үшін келесі түрде өрнектеледі:

$$\xi_L = 0,212 \cdot \theta_b \cdot \theta_p \cdot \sqrt{\frac{Re_{\varepsilon} \cdot Re_{ж}}{Re_{\Gamma}}} \quad (5)$$

Ұсталатын сұйықтық мөлшері:

$$h_o = 0,476 \cdot \xi_L \cdot \frac{H}{d_{экг}} \cdot \frac{\rho_{\Gamma} W_{\Gamma}^2}{2 \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot \varepsilon_0^2} \quad (6)$$

Қабаттың газбен толуы:

$$\varphi = \varepsilon - \frac{h_o}{H} \quad (7)$$

Сұйық фазаның құрылымдық құрамдас бөліктері.
Жиегінің ішкі бетінде сұйықтық қабатының қалыңдығы:

$$\delta_{пл}^{об} = \left(\frac{3 \cdot \nu_{ж} \cdot U_{ж} \cdot B_s}{2 \cdot \omega_{вп}^2 \cdot \sin \alpha} \right)^{1/3} \quad (8)$$

Сұйық ағындардың диаметрі:

$$d_{cmp} = 1,6 \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_{ж} \cdot \left(\frac{d_{об}}{2} \right) \cdot \omega_{вп}^2} \right)^{0,5} \quad (9)$$

Тамшылардың диаметрі:

$$d_k = 0,925 \cdot \xi_L^{1/3} \cdot \frac{\rho_{ж}^{1/6} \cdot d_{cmp}^{2/3} \cdot \sigma^{1/3} \cdot U_{\Gamma}}{U_{cmp}^{5/3} \cdot \rho_{\Gamma}^{1,2}} \quad (10)$$

Масса беру сипаттамалары.

Газ фазасындағы масса беру коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі:

$$\beta_{GS} = 2,25 \cdot \left(\frac{\varphi}{1-\varphi} \right)^{1/2} \cdot \xi_L \cdot \frac{U_{\kappa}^{1/2} \cdot \nu_{\Gamma}^{5/6} \cdot \Phi^2}{d_{\kappa}^{1/2} \cdot D_{\Gamma}^{1/3}} \quad (11)$$

Сұйық фазадағы масса беру коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі:

$$\beta_{жс} = 30,94 \cdot \left[\frac{(1-\varphi)}{\varphi} \right]^{1/4} \cdot \left[\xi_L \cdot \frac{(1-\varepsilon_0)}{(1-\varphi_{яч})} \cdot \frac{K_{\rho} \cdot D_{жс}^2 \cdot U_{\Gamma}^3}{t_{\theta} \cdot \nu_{жс}} \right]^{1/4} \quad (12)$$

Шартты белгілер: $d_{тр}$ – құбыр диаметрі, м; b және l – қалақшаның ені мен ұзындығы, м; α – қалақшаның еңкею бұрышы; $d_{об}$ – жиек диаметрі, м; δ – жиек қалыңдығы, м; t_b – тік қадам; t_p – радиалды қадам; K – қалақшалар саны; θ_b және θ_p – құйындардың тік және радиалды бағыттағы өзара әрекеттесу дәрежесін сипаттайтын коэффициенттер; $R_{сш}$, $R_{сг}$, $R_{сж}$ – модификацияланған Рейнольдс саны, газ және сұйық фазалар бойынша Рейнольдс сандары; H – саптама қабатының биіктігі, м.

Алып алынған нәтижелердің жаңашылдығы мен маңыздылығын негіздеу.

Айналмалы саптаманың меншікті бетін, көлемдік кеуектілігін, эквиваленттік диаметрін және айналу жиілігін анықтауға арналған есептік тәуелділіктердің жаңалығы олардың Қазақстан Республикасының патентімен қорғалған жаңа саптама конструкциясы үшін алынғандығында.

Кедергі коэффициенттерін, гидравликалық кедергіні және ұсталып тұратын сұйық мөлшерін есептеуге арналған теңдеулердің жаңалығы тікбұрышты қалақшалары және сақиналы жиегі бар айналмалы саптама элементтері көлеміндегі құйындардың өзара әрекеттесу заңдылықтарын ескеруде.

Сұйық пленкасының қалыңдығын, ағынша диаметрін және тамшы өлшемдерін анықтауға арналған теңдеулер жаңа болып табылады, себебі олар құйынды өзара әрекеттесу механизмін ескере отырып, айналмалы саптама элементіндегі сұйық пленкасының бөлшектену механизміне негізделген.

Газ және сұйық фазалардағы масса беру коэффициенттерін анықтауға арналған теңдеулердің жаңалығы ағындардың құйынды өзара әрекеттесуін және негізгі ағын энергиясының каскадтық тасымал механизмі бойынша диссипациясын ескеруде.

Алынған теңдеулер әзірленген аппаратты есептеудің инженерлік әдістемесінің негізін құрайды. Ұсынылған жобалау және пайдалану жөніндегі ұсыныстар өнеркәсіптік аппараттарды есептеу мен жобалауға мүмкіндік береді.

Ғылым дамуының басым бағыттарына сәйкестігі. Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2022–2024 жылдарға арналған басым ғылыми бағыттарының бірі «Су ресурстарын, жануарлар мен өсімдіктер әлемін ұтымды пайдалану, экология» бағытына

сәйкес, «Суды тазарту, газды тазарту, топырақты тазарту және шаң ұстау жүйелері» мамандандырылған ғылыми бағыты бойынша орындалған.

Докторанттың әрбір басылымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы. Диссертация тақырыбы бойынша 11 ғылыми мақала жарияланған. Докторанттың жалпы үлесі шамамен 70% құрайды. Оның ішінде эксперименттік зерттеулер жүргізу, алынған нәтижелерді өңдеу, графикалық және кестелік тәуелділіктер алу, сондай-ақ есептік теңдеулерді шығару жұмыстары бар.