

6D072400 Технологиялық машиналар мен жабдықтар
мамандығы бойынша философия докторы PhD алуға арналған
диссертацияға
АНДАТПА

Аскарров Ардак Дахарбекович

**Дәнді жеңіл қоспалардан тазалауға және белсенді желдетуге арналған
жабдықтарды жасау**

Диссертациялық зерттеудің мақсаты: Қабылдау және қайта тиеу пункттерінде астықты жеңіл қоспалардан ағынды тазарту және астық қоймаларының сыйымдылықтарында белсенді желдету тәсілімен астықты кептіру үшін ресурс үнемдейтін және тиімділігі жоғары технологиялық жабдықтар жасау.

Зерттеу міндеттері:

- астықты ағында жеңіл қоспалардан тазартудың және астық қоймаларының сыйымдылығында белсенді желдету арқылы кептіру технологиялық процестерін жетілдірудің өзектілігін негіздеу;

- белсенді желдету тәсілімен астықты жеңіл қоспалардан тазартудың және кептірудің технологиялық процестерінің тиімділігін арттырудың ғылыми-практикалық тәсілдерін әзірлеу және жылу беру заңдылықтарын талдамалық сипаттай отырып, меншікті шығындарды азайту;

- астықты жеңіл қоспалардан ағынды тазартудың және белсенді желдету әдісімен кептірудің тиімді әдісін таңдау, тиісті мақсаттағы технологиялық жабдықтың ұтымды құрылымын жасау;

- ауа жылдамдығына, астық қабатының бастапқы қалыңдығына және пневмокамераның жұмыс аймағының биіктігіне байланысты астықты тазарту коэффициентінің жеңіл қоспалардан тәуелділігін эксперименттік зерттеу және анықтау;

- астықтың соңғы ылғалдылығының және астықты белсенді желдету арқылы кептіру процесіне жұмсалатын энергияның меншікті шығындарының ауа температурасы мен жылдамдығына, астық қабатының биіктігіне тәуелділіктерін эксперименттік зерттеу және анықтау;

- өндірістік жағдайларда жабдықтардың тәжірибелік-эксперименттік үлгілерін сынау және олардың жұмысының технологиялық режимін белгілеу.

Зерттеу әдістері: эксперимент нәтижелерін өңдеудің статистикалық әдістері, белсенді желдетуді және астықты жеңіл қоспалардан тазарту қондырғыларының негізгі параметрлерін анықтауға арналған физикалық және математикалық модельдеудің заманауи әдістері. Дифференциалдық теңдеулерді шешудің аналитикалық әдістері, ұқсастық теориясы, эксперименттік зерттеу нәтижелерін өңдеуге және жалпылауға арналған қолданбалы бағдарламалар пакеттері.

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

Тазаланатын астықтың физика-механикалық қасиеттерін пайдалана

отырып, астықты жеңіл қоспалардан тазартудың тиімді тәсілі және астықты жеңіл қоспалардан тазартуға арналған пневмокамераның ұтымды құрылымы;

Астық қоймаларының сыйымдылықтарында астықты белсенді желдетудің (кептірудің) тиімді тәсілі және астықты белсенді желдету арқылы кептіруге арналған қондырғының ұтымды құрылымы;

Табиғи қопсытумен еркін құлау кезінде астықты жеңіл қоспалардан тазарту процесінің аналитикалық сипаттамасы және астықты жеңіл қоспалардан тазарту тиімділігінің қабылданған факторларға тәуелділігін сипаттайтын физикалық модель;

Белсенді желдету арқылы кептіру кезінде жылу тасымалдағыштың (қыздырылған ауа) астық қабаты арқылы жылжуының жылу, масса алмасу процестерінің критериалды теңдеулер жүйесі, энергия шығынын анықтауға мүмкіндік беретін және астықты белсенді желдету арқылы кептіру кезінде энергияның бірлік шығындарының қабылданған факторларға тәуелділігін сипаттайтын физикалық модель.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы.

Процестің тиімділігіне әсер ететін астық қабатының қозғалыс заңдылықтары қатты денелердің еркін құлауындағы энергияның түрлену заңдылықтары негізделді және ауа ағынының кіруі мен аэроқоспаның шығуы, жалюздік торлары мен дән аралық кеңістіктегі қысымның жоғалуы үшін астық аралық кеңістіктегі, жалюздік торлардағы ауа жылдамдығын анықтауға мүмкіндік беретін теңдеулер жүйесі алынды.

Бастапқы дәннің физикалық-механикалық қасиеттерін (тығыздық, сусымалылық) массаның табиғи қопсытылуын қамтамасыз ететін қозғаушы күш ретінде пайдаланудың орындылығы және энергияны көп қажет ететін псевдо-сұйылтуды қолдану қажеттілігін жою негізделді.

Белсенді желдету арқылы кептіру кезінде жылутасымалдағышты астық қабаты арқылы жылжыту кезінде жылу массасының алмасу процестерін сипаттайтын критерийлік теңдеулер жүйесі жасалды, бұл масса мен жылу беру коэффициенттерін анықтауға және энергияның нақты шығындарына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

Эксперименттік зерттеу нәтижесінде регрессия теңдеуі шығарылды және регрессиялық талдау негізінде астықты тазарту коэффициентінің жеңіл қоспалардан астықтың бастапқы қабатының қалыңдығына, ауа жылдамдығына және пневмокамераның жұмыс аймағының биіктігіне тәуелділігі алынды.

Дән аралық кеңістікте ауа ағынының көлденең бағытта біркелкі таралуын және пайдаланылған жылутасымалдағышты тиімді алып кетуді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін белсенді желдету әдісімен астықты сыйымдылықта кептірудің тиімді әдісі әзірленді. Регрессиялық талдау негізінде кептіру агентінің температурасын, қондырғының ауамен өңдеу аймағының биіктігін және ауа ағынының жылдамдығын ескере отырып, кептіруге жұмсалатын энергияның өзіндік құнын есептеуге арналған теңдеу алынды. Эксперименттік мәліметтердің нәтижелері бойынша жалпыланған функция және D қажеттілігінің графигі құрылды.

Пневмокамераның және астықты белсенді желдетуге арналған қондырғының негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін инженерлік есептеу әдістемесі жасалды.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу.

Астық қабатының белгіленген қозғалыс заңдылықтарының жаңалығы бастапқы дәннің физика-механикалық қасиеттерін пайдалану болып табылады қозғалмалы күштер.

Жеңіл қоспалардан астықты тазарту процесінің толық математикалық сипаттамасы болып табылатын теңдеулер жүйесі жасалды:

$$\left\{ \begin{array}{l} MgH \cdot (1 - f \cdot ctg\alpha) = \frac{M(v_1^2 - v_0^2)}{2} \\ v = \sqrt{\frac{2gH}{1 - f \cdot ctg\alpha}} \\ dV_c = \frac{k_{\Pi} \cdot \Delta p_{\text{МЗП}}^2}{2\mu \cdot p_0 \cdot \delta_2} \cdot dF_{\Pi} \\ \Delta p_{\text{реш}} = \frac{\rho \cdot v_1(v_1 - v_2) \cdot \cos\gamma}{2} + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} \\ V_{\text{МЗП}} = \frac{k_{\Pi} \cdot \delta_2 \cdot \Delta p_{\text{МЗП}}}{\mu} \\ v_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{g}{K_{\Pi}}} \\ \frac{2 k_{\Pi} \mu P_0 v_1}{\rho_b \delta_2 F_{\Pi}} = k_{\text{МЗП}}^2 \frac{\rho_b^2}{4} v_{\text{МЗП}}^4 \end{array} \right. \quad (1)$$

Ұсынылған теңдеулер жүйесі (1) қабылданған пневмокамера конструкциясы кезінде астықты ағындағы жеңіл қоспалардан тазарту процесін сипаттайды. Бұл теңдеулер жүйесі сипаттайды:

- еркін құлау кезінде қабылдау бункерінен пневмокамераның жұмыс аймағына бастапқы астық ағынының қозғалыс сипаты;
- қабылдау шанағынан камераға дәндердің еркін түсу жылдамдығы;
- кеуекті орта үшін теңдеуге негізделген астық аралық кеңістікке ену кезінде ауа ағынының массалық ағынының өзгеруін сипаттайтын дифференциалдық теңдеу;
- жалюздік тордағы кедергілер;
- астық аралық кеңістіктегі ауа жылдамдығы;
- дәндердің құлау жылдамдығы.

Ұқсастықтың екінші теоремасы негізінде алынған (2) теңдеулер критерийлік теңдеулер түрінде болады, бұл мәжбүрлі конвекция жағдайында бір мезгілде жылу мен масса алмасуды, сондай - ақ қондырғыдағы ауа ағынының қозғалысын ескере отырып, қозғалмайтын түйіршікті қабатты кептіру процесінің математикалық моделі:

$$\left\{ \begin{array}{l} Nu_{\text{д}} = A \cdot Re^m \cdot Pr_{\text{д}}^n \\ Nu_{\text{д}} = B \cdot Re^x \cdot Pr^y \\ Eu = K \cdot Re^a \end{array} \right. \quad (2)$$

$N_{ид}$ үшін m , n және көрсеткіштері, $N_{и}$ және x үшін A коэффициенті сондай-ақ $E_{и}$ үшін a и K эксперименттер мен инженерлік есептеулердің деректерін математикалық өңдеу нәтижесінде алынған.

Алынған теңдеулердің маңыздылығы – олар инженерлік әдістеме мен есептеу тәртібінің негізін құрайды және астықты жеңіл қоспалардан тазартуға арналған құрылғының және астықты белсенді желдету әдісімен кептіруге арналған қондырғының технологиялық параметрлерін есептеуге мүмкіндік береді.

Пневмокамераның ұтымды параметрлерін анықтау үшін эксперименттік зерттеулер жүргізілді және алынған тәжірибелік мәліметтер негізінде факторлардың кодталған мәндерімен регрессия теңдеулерін алды: x_1 -астық қабатының бастапқы қалыңдығы (мм); x_2 – ауа жылдамдығы (м/с) және x_3 – пневмосепарациялық камераның биіктігі (мм):

$$\hat{y}_и = 0,84 - 0,03x_1 + 0,076x_2 + 0,024x_3 + 0,0025x_1x_2 + 0,0025x_1x_3 - 0,0025x_2x_3 - 0,03x_1^2 - 0,02x_2^2 - 0,01x_3^2. \quad (3)$$

Негізгі факторларды ескере отырып, белгілі бір параметрлерде астықты жеңіл қоспалардан тазарту коэффициентінің тиімді мәнін таңдау бойынша талдау жасалды. (3) теңдеулерде аталмаған факторлардың кодталған мәндерінің атауын өзгерту арқылы математикалық модель алынды және астық қабатының бастапқы қалыңдығы h (мм), ауа жылдамдығы ϑ (м/с); және Пневмокамераның жұмыс аймағының биіктігі H (мм) астықты жеңіл қоспалардан тазарту тиімділігінің коэффициентінің графиктері салынды.

Жеңіл қоспалардан астықты тазарту коэффициентін сипаттайтын регрессия теңдеуінің жаңалығы - бұл астықтың бастапқы қабатының қалыңдығын, ауа жылдамдығын және пневмокамераның жұмыс аймағының биіктігін ескереді.

Statistica 10 бағдарламалық кешенінің көмегімен өңделген астықты белсенді желдету бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері кептіру процесінің технологиялық параметрлеріне (үрленетін астық қабатының биіктігінен, температура мен ауа жылдамдығынан) байланысты жұмсалатын энергия шығыны мен астықтың соңғы ылғалдылығын есептеу үшін регрессиялық теңдеулер алуға мүмкіндік берді. Астықты белсенді желдету процесін оңтайландыру нәтижесінде жарылған астық қабатының биіктігінің, ауаның жылдамдығы мен температурасының минималды энергия шығынын қамтамасыз ететін ұтымды мәндері анықталды.

Меншікті энергия шығынын (92,53 %) және W_K соңғы ылғалдылығын (71,75 %) анықтау бойынша регрессиялық теңдеулер үшін сенімділік коэффициенттерінің жоғары мәндері алынған теңдеулердің барабарлығын көрсетеді.

Эксперименттік мәліметтердің нәтижелері бойынша жалпыланған қажеттілік функциясы D тұрғызылды. Ол тиімді деп қабылданған эксперимент тәжірибесінде минималды мәнге ие және 0,011 құрайды. Бұл жағдайда үрленген

аймақтың биіктігі 1 м оңтайлы деп саналуы керек, ал ауа жылдамдығы 1,2 м/с құрайды. өз кезегінде, энергия шығыны минималды болуы үшін ауа температурасы шамамен 80 С болуы керек.

Пневмокамераны инженерлік есептеудің әзірленген әдістемесінің жаңалығы өнімділік пен қуатты, пневмокамерадағы қысымның жоғалуын анықтау үшін теңдеуді шығару болып табылады.

Астықты белсенді желдетуге арналған қондырғыны инженерлік есептеу әдістемесінің жаңалығы жылу тасымалдағышты жеткізу үшін газ тарату құбырының және спираль тәрізді пайдаланылған ауаны алып кетуге арналған құбырдың гидравликалық кедергісін, айдау желдеткіші – кептіру камерасы учаскесіндегі гидродинамикалық параметрлерді анықтау, масса беру коэффициенттерін және кептіру процесінің ұзақтығын анықтау болып табылады.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Жұмыс 2021 жылы жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен «Энергетика және машина жасау» ғылымын дамытудың басым бағытына, сондай-ақ докторанттың жеке жоспарына сәйкес келеді.

Докторанттың әр жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы. Диссертация тақырыбы бойынша 7 мақала жарияланды. Докторанттың жалпы үлесі 60-65% құрайды. Мақалаларға үлес эксперименттік зерттеулер жүргізу, нәтижелерді кестелік мәндер мен графикалық тәуелділіктер түрінде өңдеу, есептеу теңдеулерін алу сияқты түрлерінен құралады.