

8D07105 – Технологиялық машиналар және жабдықтар білім беру бағдарламасы бойынша PhD философия докторы дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияға

АНДАТПА

Хамитбек Аят Хайыржанұлы

Балқарағай жаңғағын қабығынан ажырату қондырғысын жасау

Зерттеу жұмысының мақсаты: Агроөнеркәсіптік кешеннің шағын және орта кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін балқарағай жаңғағының дәнін қабығынан ұқыпты түрде ажыратуға арналған жоғары тиімді және ресурс үнемдеуші жабдықты әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

- Балқарағай жаңғағын қабығынан тазалау бойынша қолданыстағы технологиялар мен жабдықтарға талдау жүргізу;
- Энергия шығынын азайтып, дәннің зақымдануын төмендететін тиімді жабдықты жасауға арналған ғылыми-практикалық тәсілдерді әзірлеу;
- Дәнді қабықтан ажырату процесінің математикалық моделін жасау;
- Жабдықтың тәжірибелік үлгісін әзірлеу және дайындау;
- Эксперименттік деректер негізінде жабдықтың конструкциялық параметрлерін оңтайландыру;
- Әзірленген қондырғының тиімділігіне техникалық-экономикалық баға беру.

Зерттеу әдістері: жұмыста қабықтың бұзылу процесін математикалық модельдеу, пневможүйенің және соққы жүктемелерінің инженерлік есептері, сондай-ақ балқарағай жаңғағының беріктік және реологиялық қасиеттерін анықтауға бағытталған эксперименттік зерттеулер қолданылды. Деректерді өңдеуде математикалық статистиканың әдістері, соның ішінде ANOVA пайдаланылды. Қондырғы элементтерін модельдеу және жобалау Autodesk Inventor және Компас-3D бағдарламаларында орындалды, ал эксперименттік деректерді өңдеу Microsoft Excel және Statistica арқылы жүзеге асырылды. Жеке тораптардың прототиптері 3D-принтер көмегімен дайындалды.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар мен жаңа ғылыми қорытындылар):

- Жаңғақ қабығының беріктік сипаттамаларын жұқа қабырғалы, қос қабықты сфералық қабық ретінде анықтауға арналған есептеу әдістемесі мен математикалық моделі әзірленді;
- Соққы жүктемелерінің әсері кезінде жаңғақ қабығының беріктік параметрлерін анықтау әдістемесі ұсынылды және осы мақсатта жоспарланған зерттеулерді жүргізуге мүмкіндік беретін тәжірибелік стендтің конструкциясы жасалды;
- Жаңғақ қабығының соққы жүктемелеріне төзімділігін сипаттайтын реологиялық қасиеттерінің заңдылықтары зерттелді.

Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелерінің сипаттамасы.

Теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде балқарағай жаңғағының қабығын ажыратуға арналған жабдықтың жаңа конструкциялары үшін графикалық тәуелділіктер, есептік теңдеулер және аналитикалық өрнектер алынды. Олар жаңғақ қабығының шағылу заңдылықтарын, жаңғақтың ауа-соққы өрісіндегі қозғалыс динамикасын сипаттайды және технологиялық процестің оңтайлы параметрлерін анықтайды.

Қабығының механикалық және беріктік сипаттамалары.

Зертханалық сынақтардың нәтижесінде балқарағай жаңғағы қабығының қысу және иілу кезіндегі беріктік шегі оның ылғалдылығына және күштің әсер ету бағытына тәуелді екені анықталды. Ылғалдылықтың 6 %-дан 18 %-ға дейін артуы кезінде беріктік шегі шамамен 1,5–2 есеге төмендейді. Сондай-ақ, жүктеменің жаңғақтың бойлық осіне қатысты бағыты шағылу сипатына айтарлықтай әсер ететіні дәлелденді.

Қабығының беріктік қасиеттерін бағалау үшін келесі эмпирикалық тәуелділік түріндегі теңдеу алынды:

$$\sigma_{пр} = k \cdot \epsilon^n \quad (1)$$

мұндағы: $\sigma_{пр}$ – қабығының қысу немесе иілу кезіндегі беріктік шегі;

ϵ – салыстырмалы деформация;

k, n – ылғалдылық пен жүктеме бағытына тәуелді эмпирикалық коэффициенттер.

Шағылу процесін теориялық модельдеу.

Балқарағай жаңғағының қабығын жұқа қабырғалы сфералық қабық ретінде қарастыра отырып, оның шағылу процесінің математикалық моделі әзірленді. Теңгерім мен беріктік теңдеулерінің негізінде жаңғақтың полюстік және экваторлық аймақтарындағы қалыпты және жанама соққы күштерінің әсерінен туындайтын критикалық кернеулер анықталды.

Қабығының шағылу шарты келесі тәуелділік түрінде белгіленді:

$$\sigma_{кр} = (p \cdot R) / (2 \cdot \delta) \quad (2)$$

мұндағы: $\sigma_{кр}$ – қабығындағы кернеу (Н/мм²);

p – қабығына әсер ететін сыртқы қысым (Н/мм²),

R – жаңғақ радиусы (мм),

δ – қабығының қалыңдығы (мм).

Жаңғақтың қозғалыс динамикасы және аэродинамикасы.

Жаңғақтың үдеткіш арнадағы қозғалысы төмендегі дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$m \frac{d\vartheta}{dt} = F - k\vartheta(t) \quad (3)$$

мұндағы: F – нәтижелік үдету күші (Н),
 k – орта кедергісінің коэффициенті.

Жаңғақтың қозғалыс жылдамдығы мен пневможүйенің жұмыс режимдері.

Айналу дискісі мен ауа ағынының біріктірілген үдеткіш әсері кезінде жаңғақтың қозғалыс жылдамдығы олардың қосындысы арқылы анықталады:

$$v = v_d + v_b \quad (4)$$

мұндағы: v_d – диск арқылы берілетін сызықтық жылдамдық,
 v_b – ауа қысымының әсерінен туындайтын жылдамдық.

Ауа ағынының қозғалысы Бернулли теңдеуімен сипатталады:

$$v_p = \sqrt{\frac{2(P_0 - P)}{\rho}} \quad (5)$$

мұндағы: P_0 және P – толық және статикалық қысым (Н/м²),
 ρ – ауаның тығыздығы (кг/м³).

Алынған тәуелділіктер пневможолдың жұмыс режимдерін оңтайландыруға және ауаның тиімді қысымын 0,15–0,20 МПа аралығында анықтауға мүмкіндік берді.

Шағылу мен дәннің сақталу ықтималдығының моделі.

Қабығын ажырату процесінің тиімділігін бағалау үшін жаңғақтың бүтін және зақымдалмаған дән алу ықтималдығын сипаттайтын математикалық модель жасалды:

$$P_c(v) = P_f(v) \cdot (1 - P_b(v)) \quad (6)$$

мұндағы: $P_f(v)$ – қабықтың белгілі бір соққы жылдамдығындағы шағылу ықтималдығы,

$P_b(v)$ – дәннің зақымдалу ықтималдығы.

Есептеулер көрсеткендей, соққы жылдамдығы 38 м/с болған жағдайда қабықтың толық ажырауы және дәннің зақымданбай сақталу ықтималдығы 0,87–0,90 аралығында болады. Бұл мәндер тәжірибелік зерттеу нәтижелерімен толық сәйкес келеді.

Қондырғыны тәжірибелік зерттеу нәтижелері.

Балқарағай жаңғағының қабығын ажыратуға арналған тәжірибелік үлгі қондырғы әзірленіп, дайындалды. Жүргізілген сынақтар барысында есептік

және тәжірибелік деректер салыстырылды. Нәтижесінде төмендегідей көрсеткіштер анықталды:

- бүтін алынған дәндердің үлесі – 85–90 %;
- зақымдалған дәндер үлесі – 8 %-дан аспайды;
- процестің энергия сыйымдылығы ұқсас құрылғылармен салыстырғанда 10–12 % төмен.

Практикалық нәтижелер.

Зерттеу нәтижесінде жаңғақ қабығының шағылу процесінің параметрлерін есептеу бойынша ғылыми негізделген әдістеме жасалды және пневмосокқы типіндегі тиімді қондырғы конструкциясы әзірленді. Дайындалған қондырғы қабықтың тұрақты түрде ажыратылуын, дәннің шығынын азайтуды қамтамасыз етеді және оны балқарағай жаңғағын өнеркәсіптік өңдеу желілеріне енгізуге болады.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы мен маңыздылығы балқарағай жаңғағының қабығын ұқыпты түрде бұзуға арналған жабдықты жобалаудың жаңа қағидаттары мен тәсілдерін әзірлеу мен теориялық тұрғыдан негіздеуде көрініс табады. Бұл тәсілдер дәнді ажырату процесінің тиімділігін және сапасын арттыруға бағытталған.

Балқарағай жаңғағының қабығын жұқа қабырғалы қос сфералық қабық ретінде қарастыратын шағылу процесінің математикалық моделі ұсынылып, жүзеге асырылды. Бұл модель қабықтағы кернеулердің таралуын сандық түрде сипаттауға және дәнге зақым келтірмей шағылудың критикалық шарттарын анықтауға мүмкіндік берді.

Қабығының ылғалдылығы мен жүктеме бағытының беріктік және деформациялық сипаттамаларға әсер ету заңдылықтары ғылыми тұрғыдан негізделіп, процестің оңтайлы параметрлері мен есептік модельдердің нақтылығы арттырылды.

Сокқы жүктемелері әсерінде беріктік параметрлерін анықтау әдістемесі жасалып, арнайы әзірленген тәжірибелік стендте іске асырылды. Бұл жаңғақ қабығының динамикалық әсерлер кезіндегі жүктемелерге төзімділігі туралы туралы жаңа эксперименттік мәліметтер алуға мүмкіндік берді.

Пневмо-орталықтандырғыш типті әрекеттегі жаңа құрылымдағы жабдық әзірленді, ол орталықтан үдету мен басқарылатын сокқы әсерін біріктіру арқылы балқарағай жаңғағының қабығын ұқыпты түрде бұзуды қамтамасыз етеді.

Теориялық модельдеу мен экспериментті математикалық жоспарлау тәсілдерін біріктіре отырып, технологиялық параметрлерді оңтайландыру әдісі ұсынылды. Бұл жабдықтың оңтайлы жұмыс режимдерін таңдау бойынша практикалық ұсынымдар әзірлеуге мүмкіндік берді.

Алынған нәтижелердің маңыздылығы жаңғақтарды өңдеудің жаңа буын машиналарын жобалауға арналған ғылыми негізделген базаны құрумен айқындалады. Мұндай машиналар дәннің бүтіндігін сақтай отырып, орман және ауыл шаруашылығы шикізатын өңдеудің отандық технологияларын дамытуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы.

Дайындалған қондырғы зертханалық және өндірістік сынақтардан өтіп, өзінің тиімділігі мен сенімділігін растады. Қондырғыны қолдану нәтижесінде бүтін дән шығымы 8–10 % артты, ал процестің энергия сыйымдылығы 10–12% төмендеді.

Зерттеу бағытының ғылым мен мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі.

Жұмыс Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігінің 2022–2024 жылдарға арналған басым ғылыми зерттеу бағыты– «Агроөнеркәсіптік кешеннің тұрақты дамуы және ауыл шаруашылығы өнімдерінің қауіпсіздігі» аясында, «Агроөнеркәсіптік кешенді жаңғыртудың техникалық қамтамасыз етілуі» мамандандырылған ғылыми бағыты бойынша орындалды.

Докторанттың жарияланымдардағы үлесін сипаттау.

Диссертация тақырыбы бойынша 9 ғылыми мақала жарияланған. Докторанттың жеке үлесі жалпы көлемнің шамамен 60–65 % құрайды. Үлеске эксперименттік зерттеулерді жүргізу, алынған нәтижелерді кестелік және графикалық түрде өңдеу, есептік тәуелділіктер мен теңдеулерді алу кіреді.