

АННОТАЦИЯ

Сатыбалды Сымбат Пердебайқызының «Бие сүтін вакуумды мұздатып кептіруге арналған жабдықты жобалау және есептеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы бойынша

8D07110 – «Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының азық-түлік және машина жасау өнеркәсібінде энергия үнемдейтін, автоматтандырылған және экологиялық қауіпсіз технологиялар мен жабдықтарды әзірлеу ерекше маңызға ие. Бие және түйе сүтін (саумал, қымыз, шұбат) өңдеу арқылы жоғары биологиялық құнды өнім алу үшін төмен температуралы вакуумды сублимациялық кептіру технологиясын қолдану тиімді болып табылады.

Дәстүрлі конвективті кептіру әдістері өнімнің аминқышқылдық және витаминдік құрамының сақталуын қамтамасыз етпейді. Сондықтан зерттеу жұмысы – вакуумды сублимациялық кептіру үдерісін жүзеге асыратын жаңа энергия тиімді, автоматтандырылған жабдықты жобалау және есептеу – өзекті ғылыми-инженерлік міндет болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Бие сүтін төмен температурада кептіруге арналған жаңа буынды вакуумды сублимациялық кептіргіштің энергия тиімді және өнімділігі жоғары құрылымын жобалау мен есептеу, оның сандық моделін жасау және өндірістік іске асыру.

Жұмыстың идеясы. Жаңа технологиялық жабдықтың цифрлық егізін құру және оны жылу және масса алмасу процестерін модельдеу негізінде оңтайландыру.

Зерттеу идеясы:

- вакуумды сублимация кезінде жылу мен масса алмасу динамикасын зерттеу;
- негізгі түйіндердің беріктік есебін орындау (сублиматор, конденсатор, вакуумдық камера, пневможүйе);
- автоматтандырылған басқару жүйесін (АСУ ТП) жобалау;
- жабдықты Autodesk Inventor, APM WinMachine, COMSOL Multiphysics, Ansys орталарында модельдеу арқылы жүзеге асыруға бағытталған.

Зерттеу міндеттері:

- Вакуумды сублимациялық кептіру технологияларын талдау және негізгі техникалық параметрлерін анықтау.
- Жылу және масса алмасу процестерінің математикалық моделін құрастыру.
- Жабдықтың конструкциялық элементтерін беріктікке есептеу және оңтайландыру.
- Конденсатор мен вакуумдық камераның жұмыс параметрлерін анықтау.
- 3D модель құрастыру және автоматтандырылған басқару жүйесін жобалау.
- Тәжірибелік үлгіні жасап, өндірістік сынақтар жүргізу.
- Жабдықтың технико-экономикалық тиімділігін бағалау.
- Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар

Бие сүтін вакуумды сублимациялау үдерісінің жылу және масса алмасу заңдылықтарын сипаттайтын математикалық модель жасалды.

Конденсатордың жаңа энергия үнемдейтін конструкциясы ұсынылды, оның жылуалмасу беті мен температуралық режимдері анықталды.

Вакуумдық камера мен жылуөткізгіш элементтердің беріктік есебі APM WinMachine және Autodesk Inventor бағдарламаларында орындалды.

Вакуумды кептіргіштің цифрлық моделі құрастырылып, өндірістік жағдайда апробациядан өтті.

Ғылыми жаңалығы:

- Қазақстан жағдайында алғаш рет бие және түйе сүтін кептіруге арналған вакуумды сублимациялық қондырғының цифрлық моделі жасалды.
- Сублимация фронтының қозғалысын есептеудің жетілдірілген математикалық алгоритмі ұсынылды.
- Конденсатор мен вакуумдық камераның беріктігі мен жылуөткізгіштігі МКЭ (соңғы элементтер әдісі) арқылы модельденді.
- Көпсатылы салқындату жүйесі бар жаңа конденсатор құрылымы әзірленді.
- Үдеріс параметрлерін қашықтан бақылауға және автоматты тіркеуге мүмкіндік беретін басқару жүйесі жасалды.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы:

- Зерттеу нәтижелері негізінде тәжірибелік үлгі дайындалып, өндірістік жағдайда сыналды.
- Жаңа жабдық энергия тұтынуын 20 %-ға дейін азайтады, өнім сапасын жақсартады және үдеріс тұрақтылығын арттырады.
- Жабдық отандық кәсіпорындарда және тамақ, биотехнология, фармацевтика салаларында пайдалануға ұсынылады.
- Зерттеу әдістемесі және әдістері;
- Зерттеу барысында аналитикалық, эксперименттік және сандық әдістер кешені қолданылды;
- жылу және масса алмасу процестерін COMSOL, Maple, Python орталарында модельдеу;
- беріктік есебі APM WinMachine, Ansys, Autodesk Inventor бағдарламаларында орындалды;
- зертханалық сынақтар мен микробиологиялық талдау;
- математикалық статистика мен регрессиялық талдау әдістері арқылы нәтижелерді өңдеу.

Ізденушінің жеке үлесі

- Математикалық модель мен есептеу алгоритмін әзірледі;
- Жабдықтың 3D моделін жобалады және цифрлық есептер жүргізді;
- Өндірістік сынақтарды ұйымдастырды және деректерді талдады;
- Ғылыми мақалалар мен патенттік өтінім дайындады.

Зерттеу нәтижелерін өңдеу. Эксперименттік нәтижелер Python, MATLAB, Excel Engineering Toolkit бағдарламаларында өңделіп, модельдің дұрыстығы $\pm 5\%$ дәлдікпен расталды. Корреляциялық және регрессиялық талдау нәтижелері ұсынылған модельдің сенімділігін дәлелдеді.

Нәтижелердің апробациясы. Зерттеу нәтижелері халықаралық және республикалық ғылыми-техникалық конференцияларда баяндалды, ғылыми семинарларда талқыланды.

Жарияланымдар. Докторлық диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша Scopus деректер базасындағы CiteScore бойынша Q1 ие 2 мақала, Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдар тізіміне енгізілген журналда 1 мақала және 1 халықаралық конференцияда баяндама жарияланды және 1 пайдалы модельге ҚР патенті алынды.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Жалпы көлемі – 111 бет, оның ішінде 32 сурет, 7 кесте, 62 әдебиет көзі және 6 қосымша бар.