

ӘЛІМКЕШОВА ӘСЕЛ ҚАЛМАХАНБЕТҚЫЗЫ

ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ СҮТ САЛҚЫНДАТҚЫШ ҚОНДЫРҒЫСЫН ӘЗІРЛЕУ

PhD-докторанты

Әлімкешова Әсел Қалмаханбетқызының

«6D072400 - Технологиялық машиналар және жабдықтар»

мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін
диссертациялық жұмысына

АННОТАЦИЯ

Жұмыстың өзектілігі. Қазақстан Республикасының бірінші президенті Назарбаев Нұрсұлтан Әбішұлы Қазақстан халқына «төртінші өнеркәсіптік революция жағдайында дамудың жаңа мүмкіндіктері» атты Жолдауында, 2018 жылы «ресурстық әлеуетін одан әрі дамыту» екінші Жолдауында 10 басым бағыт бойынша елдің дамуын анықтады:

«... Бүгінгі таңда жаңартылатын энергия көздері әлемдегі электр энергиясының төрттен бір бөлігін құрайды. Болжам бойынша 2050 жылға қарай бұл көрсеткіш 80%-ға жетеді.

Қазақстанда баламалы энергия көздерінің үлесін 2030 жылға дейін 30%-ға ұлғайту көзделініп отыр...».

Агроөнеркәсіптік кешенді дамытудың мемлекеттік бағдарламасын іске асырудағы міндеттердің бірі - азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, техникалық жабдықталу деңгейін көтеру және агроөнеркәсіп кешеніндегі өндірісті жандандыру.

2020 жылдың 1 қаңтарынан бастап Кеден одағында Қазақстанға шикі сүттің қауіпсіздігі бойынша техникалық регламенттердің кейбір талаптарын орындау бойынша кейінге шегеру аяқталады. Қайта өңдеу зауыттары талапқа сай емес шикі сүтті қабылдауға құқығы жоқ.. Сүт жинау және тасымалдау кезінде міндетті қауіпсіздік талаптарын сақтау тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған.

Фермерлік жағдайда сүтті салқындатуға арналған технологиялар мен жабдықтар, негізінде жасанды суық пайдаланады, ол елеулі көлемде электрэнергиясын пайдаланады, Монреаль Хаттамасындағы экологиялық талаптар бойынша озон қабатын бұзатын және парник газдар пайдалануды азайтуға бағытталған.

Жасалынған талдау көрсеткендей фермерлік шаруашылықта алғашқы сүтті салқындату үшін, табиғи салқындату технологиясын да пайдаланады, олардың кемшілігі энерготіімділігі төмен.

Булы салқындату жүйелерін (градирня) пайдалану кезінде жаңа жабдықтарда атмосфералық ауа 0°C-тан төмен болған жағдайда судың қатып қалуы сияқты қиындықтар кездеседі, ал жылы уақытта сұйықтықтың булануы байқалады, ол судың шығындалуына әкеліп соғады.

Бірінші президенттің жолдауын, өкіметтің бағдарламасын орындау және техникалық кемшіліктерді жою мақсатында зерттеу жұмысының бағыты жаңартылған энергия көзін пайдалану арқылы фермадағы сүтті тиімді салқындататын қондырғы жасау болып табылады.

Зерттеу объектісі: жаңартылған энергия көзін пайдалану арқылы фермадағы сүтті салқындататын қондырғы.

Зерттеу жұмысының сабағы болып: радиатордағы, суыту аккумуляторындағы салқындатқыштың салқындау үрдісі және олардың сүтті салқындату үрдісіне әсер етуі.

Зерттеу мақсаты және міндеттері.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты фермалық шаруашылықта сүт салқындатқыш қондырғысының тиімділігін ғарыш кеңістігіне жылуды бөлу (радиациялық салқындату) арқылы арттыру болып табылады.

Жасалынған әдебиеттік талдау негізінде және қойылған мақсатқа байланысты келесі міндеттер шешілді:

1) зерттеудің перспективті бағытын анықтау мақсатында, фермалық шаруашылықта табиғи суықты пайдаланатын қондырғыларға талдау жүргізу;

2) ғарыш кеңістігіне жылуды бөлу арқылы сүтті салқындату қондырғыларының жобасын әзірлеу;

3) сүтті салқындатуға арналған тәжірибелік қондырғының ең тиімдісін таңдап, негіздеу және жасау;

4) жыл бойына әртүрлі температурада, ылғалдылықта және бұлт жамылғысында эксперименттік зерттеу жүргізу;

5) климаттық жағдайларға байланысты қондырғының параметрлерін анықтаудың әдісін, есептеу алгоритмін және компьютерлік моделін жасау;

6) жылдық жұмыс циклін модельдей отырып, Қазақстанның кейбір өңірлері үшін қондырғының тиімділігін бағалау;

7) сүтті салқындатуға арналған қондырғының техникалық және экономикалық тиімділігін бағалау.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы болып табылады:

- ғарыш кеңістігінде жылу бөлуді қолдана отырып сүтті салқындату қондырғысын есептеу әдісі мен алгоритмі жасалды;

- сүт температурасының өзгеруінің түнгі аспанның шартты температурасына тәуелділігі анықталды;

- сүттің соңғы температурасының орташа атмосфералық ауа температурасына тәуелділігі анықталды;

- алгоритмді орындау үшін салқындатылған сүттің көлеміне байланысты әртүрлі аймақтар үшін қондырғының жобалық параметрлері мен энергия тиімділігін есептеуге мүмкіндік беретін компьютерлік модель жасалды.

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы:

- қалпына келтірілетін энергия көзін пайдалану арқылы электр энергиясын тұтынуды азайтуға мүмкіндік беретін сүтті салқындатуға арналған қондырғы жасалды (№3797 патенті);

- есептеу әдісі мен компьютерлік модель сыртқы кеңістіктегі термиялық сәулеленуді қолдана отырып, сүтті салқындату қондырғысын жобалауға мүмкіндік береді.

- салқындату қондырғысы орналасқан аймаққа байланысты сүтті салқындатуға арналған қондырғыны тиімді пайдалану аймағын бағалау нәтижелері алынды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- сүтті салқындату үшін ғарыш кеңістігіне жылу бөлудің пайдалану орындылығы дәлелденді;

- сүт салқындату мүмкіндігін растайтын, эксперименттік зерттеу нәтижелері алынды;

- есептеу әдісі мен алгоритмі әзірленді, алгоритмді іске асырудың компьютерлік моделі жасалды, ол салқындатылған сүттің көлеміне байланысты әртүрлі аймақтар үшін қондырғының жобалық параметрлері мен энергия тиімділігін есептеуге мүмкіндік береді.

Автордың жеке үлесі.

Автор фермадағы табиғи суықты қолданып сүтті суытатын қондырғыларды талдап, өзектілігін негіздеді, тәжірибелік қондырғы жасап, зерттеу жүргізді.

Автор есептеу әдістемесі мен алгоритмін жасауға, компьютерлік модельдеуге және патенттелген қондырғыларды жасауға қатысты.

Құрылымы және жұмыс көлемі.

Диссертациялық жұмыс кіріспе, бес бөлім, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жалпы көлемі 127 бет, оның ішінде 19 кесте, 86 сурет, 152 әдебиет көзі және 11 қосымша бар.

Бірінші тарауда әдебиеттерге шолу жасалынды.

Әдебиеттерге шолу нәтижесінде Жердің тиімді сәулеленуін пайдалану арқылы сүт салқындату жүйелерін әзірлеу және іске асыру, қоршаған ортаның температурасынан төмен салқындатуға мүмкіндік береді, соның әсерінен электрэнергиясының шығыны азаяды.

Екінші тарауда есептеу және теориялық талдау нәтижесінде әзірленген және патенттелген конструкциялық қондырғының нұсқалары бар.

Ғарыш кеңістігіне жылу бөлу есебінен электр энергиясын пайдалануды азайтуға мүмкіндік береді және сүтті салқындату кезінде қойылатын талаптарға сәйкес конструкция таңдалды.

Сүт салқындатқыш бакта есептелінді: сүттің жылу жүктемесі, ішкі салқындатқыш бактың жылуалмасу бетіні, салқындатқыш бактың жылуберу бетінің коэффициенті, суды салқындату багіне беруге қажетті насостың қуаты.

Суық аккумуляторда мыналар есептелді: салқындатылатын сүттің массасына байланысты жиналатын салқын су массасы, судың жылу жүктемесі, суық аккумулятордың жазғы және қысқы кезеңдегі қуаты, жылуалмасу бетінің ауданы, жылуалмасу коэффициенті.

Ғарыш кеңістігіне жылу бөлетін радиатордың ауданы анықталды.

Үшінші тарауда ғарыш кеңістігіне жылу бөлу арқылы сүт салқындататын тәжірибелік құрылғысы жасалынды. Тәжірибелік құрылғының сипаттамасы және оны зерттеу әдістері келтірілген.

Бұл тарауда судың түнгі уақытта салқындауы, суытқыштың жылу бөліну әсерінен салқындауы, сүтті салқындату кезінде алынған эксперименттік нәтижелер көрсетілген.

Эксперименттік қондырғы жылу бөліну арқылы түнгі уақытта суықты жинауға (жылы мезгілдерде) немесе мұз жинауға (суық мезгілдерде) мүмкіндік береді. Күндізгі уақытта жиналған суық сүтті салқындатуға пайдаланылады.

Жылу бөлірудің тәжірибелік зерттеулері нәтижесінде, тәжірибелік қондырғыдағы насосты қоспас бұрын, радиатор бетінің температурасы атмосфералық ауа температурасынан 2-3°C-қа төмен болды, ол оның атмосфералық ауадан төмен температураға салқындайтындығын және жұмысқа қабілеттілігін көрсетеді.

Сүттің соңғы температурасының орташа атмосфералық ауа температурасына тәуелділігі анықталды. Ол тәуелділік кестеден атмосфералық ауа температурасы (-10°C) болғанда, сүттің қажетті температурасын +4°C алуға болатындығын көреміз.

Жүргізілген тәжірибелік зерттеулер әртүрлі температурада, бұлттылықта сүтті салқындату Алматы қаласының климаттық жағдайында 29 бен 100 % аралығында болатынын көрсетті.

Эксперименттік зерттеулер жылдың әртүрлі уақыттарында жүргізілді. Күзде және қыста (суық мезгілде) алынған мәліметтер сүт 37 °C-тан 4°C-қа дейін салқындатуға болатындығын, ал жазда және көктемде (өте ыстық және жылы уақытта) сүт температурасын 20...26°C дейін төмендетуге болатындығын көрсетті.

Төртінші тарауда құрылғының компьютерлік моделі ұсынылған.

Компьютерлік модельдің жыл бойы жасайтын жұмысның әдістемесі мен алгоритмі жасалынды, ол салқындатылатын сүт мөлшеріне және қондырғы орналасқан жердің климаттық жағдайына байланысты жобалау параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

Қазақстанның үш қаласының климаттық жағдайларының мәліметтері енгізілді.

Суытуға түсетін сүт мөлшерінің 5-тен 20000 кг-ға дейінгі қондырғылардың жобалау параметрлері анықталды.

Қазақстанның үш қаласы: Алматы, Өскемен, Қостанай қалаларында ауа температурасына байланысты сүттің соңғы температурасына тәуелділігі тұрғызылды.

Бір жылға электр энергиясын тұтынудың салқындатуға кететін сүт массасына тәуелділігі есептеледі. Нәтижесінде салқындатылатын сүттің массасы артқан сайын (300 кг-нан жоғары), тоңазытқыш машиналарымен салыстырмалы түрде жасалынған қондырғының энерготімділігі артатыны анықталынды.

Жасалынған қондырғының энерготімділігі Қазақстанның үш қаласында Алматы үшін 32%, Өскемен үшін 40% және Қостанай үшін 40% құрады.

Есептеу нәтижелері бойынша сүтті қажетті температурасына дейін тоңазыту машинасын пайдаланбай Қостанайда 4 ай, Өскеменде 3 ай, Алматыда 1 ай жұмыс жасайтыны анықталды.

Бесінші тарауда техникалық және экономикалық тиімділігін есептеу көрсетілген. Қондырғының бағасын ақтау мерзімі 1,6 жыл екені анықталды.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері Халықаралық ғылыми практикалық конференцияларда жарияланды:

- «Қазақстан-Холод 2017» VII Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы, 15-16 наурыз, 2017 ж. - Алматы: АТУ, (Алматы, Қазақстан 2017 ж.);

- IV Міжнародна конференція «інноваційні підходи і сучасна наука», (30 березня 2018 р.) - Київ: Центр наукових публікацій, збірник на укових публікацій «Велес», (Київ, Україна 2018 г.);

- V Халықаралық Фараби оқулары. 4 Халықаралық «Ресейлік-Қазақстандық» ғылыми-практикалық конференция «Функционалды материалдардың химиялық технологиялары», 12-13 сәуір 2018 ж. - Алматы: Әл - Фараби атындағы ҚазҰУ (Алматы, ҚР 2018 ж.);

- AIP Conference Proceedings, Published by the American Institute of Physics, (USA 2018y.);

- IV ғаламдық ғылым және инновация 2019: Орталық Азия. Халықаралық ғылыми-практикалық конференция, 21 қаңтар, (Астана, Қазақстан 2019);

- «Қазақстан-Холод 2019» IX Халықаралық ғылыми -техникалық конференциясы, 20-21 ақпан, 2019 - Алматы: АТУ, (Алматы, Қазақстан 2019);

- XII Всеукраїнська Науково-Технічна Конференція «Современные проблемы холодильной техники и технологи», 27-28 вересня 2019 р. – Одесса: ОНАПТ, (Одесса, Україна 2019 г.);

- Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції, Том 1 и Том 2, 26-28 вересня 2019 р. – Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, (Миколаїв, Україна 2019 г.).

Жұмыстың нәтижелері Қазақстанда және шетелде өткізілетін халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда ұсынылып, Алматы технологиялы университетінің «Механикаландыру және өндірістік процестерді автоматтандыру» кафедрасының кеңейтілген отырысында талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 16 ғылыми жұмыс жарияланған. Оның ішінде: Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті

ұсынған журналдарда 3 мақала; Украина жоғары аттестаттау комиссиясының журналындағы 1 мақала; Нөлдік емес импакт- факторы бар журналда 1 мақала және 1 жарияланым (Web of Science және Scopus мәліметтер базасына енгізілген); Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда 8 жарияланым; Қазақстан Республикасының пайдалы моделіне 2 патент алынды: №3797 «Радиациялық салқындатуы бар энергия үнемдейтін қондырғы» және №4408 «Сүтті салқындатуға арналған қондырғы».

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, әдебиеттерді шолу, теориялық есептеулер, эксперименттік зерттеулер, компьютерлік модельдеу және қорытындыларды талқылаудан, техника-экономикалық тиімділік пен қорытындыдан тұрады.

Пайдаланылған әдебиет көздерінің тізімі 152 атаудан тұрады. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 127 бетінде ұсынылған, 19 кесте, 86 сурет және 11 қосымшадан тұрады.

АЛИМКЕШОВА АСЕЛЬ ХАЛМАХАНБЕТОВНА

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ИСТОЧНИКА
ЭНЕРГИИ**

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу PhD-докторанта
Алимкешовой Асель Халмаханбетовны
на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
6D072400 – Технологические машины и оборудование

Актуальность работы. Первый Президент Республики Казахстан Назарбаев Нурсултан Абишевич в Послании народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» в 2018 году определил 10 приоритетных направлений развития страны, во втором Послании «Дальнейшее развитие ресурсного потенциала» сказал:

«...Сегодня на возобновляемые источники энергии приходится четверть мирового производства электроэнергии. По прогнозам, к 2050 году этот показатель достигнет 80%.

Мы поставили задачу довести долю альтернативной энергии в Казахстане до 30% к 2030 году...».

Одним из задач реализации Государственной программы развития агропромышленного комплекса являются обеспечение продовольственной безопасности, повышение уровня технической оснащенности и интенсификации производства в агропромышленный комплекс.

С 01 января 2020 года завершается отсрочка, предоставленная Казахстану в Таможенном союзе по внедрению отдельных требований технических регламентов по безопасности сырого молока. Перерабатывающие заводы не вправе принимать сырое молоко, которое не соответствует регламентированным требованиям. Соблюдение обязательных требований безопасности при сборе и транспортировки молока способствуют реализации задач продовольственной безопасности.

Существующие технологии и оборудование для охлаждения молока в фермерских условиях, в основном используют искусственный холод, который потребляет значительное количество электроэнергии, а также ограничиваются экологическими требованиями Монреальского протокола, направленного на сокращение использования озоноразрушающих холодильных агентов и парниковых газов.

Проведенный анализ показал, что в фермерских хозяйствах для первичного охлаждения молока, используется технологии с применением естественного холода, но их недостатком является, невысокая энергоэффективность.

В современных видах оборудования при использовании систем испарительного охлаждения (градирен), присутствуют проблемы, как замерзание воды при температуре атмосферного воздуха ниже 0°C, а в жаркое время происходит испарение жидкости, что ведет к постоянному расходу пресной воды.

Для выполнения послания первого Президента, программы правительства и устранения выявленных технических недостатков, было выбрано направление исследовательской работы разработки установки с более эффективным способом охлаждения молока на ферме с применением возобновляемого источника энергии.

Объект исследования: установка для охлаждения молока с использованием возобновляемого источника энергии.

Предметом исследовательской работы является: процесс охлаждения теплоносителя в радиаторе, в аккумуляторе холода и их влияние на процесс охлаждения молока.

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности установки для охлаждения молока на фермерском хозяйстве в результате теплового излучения в космическое пространство (радиационного охлаждения).

На основе проведенного литературного анализа и в соответствии с целью решались следующие задачи:

- 1) провести анализ существующих установок с использованием естественного холода в фермерском хозяйстве, для выявления наиболее перспективных направлений исследования;
- 2) разработать конструкции установок для охлаждения молока с использованием теплового излучения в космическое пространство;
- 3) выбрать, обосновать и изготовить наиболее эффективную конструкцию экспериментальной установки для охлаждения молока;
- 4) провести экспериментальное исследование при различных температурах, влажности наружного воздуха и облачности в круглогодичном цикле;
- 5) разработать метод, алгоритм расчета и компьютерную модель для определения параметров установки в зависимости от климатических условий;
- 6) провести оценку эффективности применения установки для некоторых регионов Казахстана с моделированием годового цикла работы;
- 7) провести оценку технико-экономической эффективности установки для охлаждения молока.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые:

- разработана методика и алгоритм расчета установки для охлаждения молока с использованием теплового излучения в космическое пространство;

- установлена зависимость изменения температуры молока от условной температуры ночного неба;
- установлена зависимость конечной температуры молока от средненочной температуры атмосферного воздуха;
- разработана компьютерная модель для реализации алгоритма, позволяющая рассчитать конструктивные параметры и энергоэффективность установки для различных регионов в зависимости от объема охлаждаемого молока.

Практическая ценность работы:

- разработана установка (патент РК на ПМ №3797) для охлаждения молока, которая позволяет снизить расход электроэнергии за счет использования возобновляемого источника энергии;
- разработанный метод расчета и компьютерная модель позволят производить проектирование установки для охлаждения молока с использованием теплового излучения в космическое пространство.
- получены результаты оценки области эффективного применения установки для охлаждения молока, обусловленные регионом расположения объекта охлаждения.

Научные положения, выносимые на защиту:

- доказана целесообразность применения теплового излучения в космическое пространство для охлаждения молока;
- получены результаты экспериментальных исследований, доказывающие возможность охлаждения молока;
- разработана методика и алгоритм расчета, компьютерная модель для реализации алгоритма, позволяющая рассчитать конструктивные параметры и энергоэффективность установки для различных регионов в зависимости от объема охлаждаемого молока.

Личный вклад автора.

Автором проведен анализ существующих установок с использованием естественного холода в фермерском хозяйстве, обоснована актуальность, разработана экспериментальная установка и проведены исследования.

Автор участвовал в разработке методики и алгоритма расчета, в компьютерном моделировании и в разработке запатентованных установок.

Структура и объём работы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Общий объем 127 страниц, в том числе 19 таблиц, 86 рисунков, 152 литературных источников и 11 приложений.

В первой главе был проведен обзор литературы.

Проведенный анализ литературы показал, что разработка и внедрение систем охлаждения молока с использованием Эффективного излучения Земли, позволяет установке охлаждаться ниже температуры окружающего воздуха и таким образом уменьшить затраты на электроэнергию.

Во второй главе на основе расчетно-теоретического анализа разработаны и запатентованы конструкционные варианты установок.

Выбрана конструкция, которая соответствует необходимым требованиям для охлаждения молока и позволяет сократить потребление электроэнергии за счет теплового излучения в космическое пространство.

В баке для охлаждения молока рассчитывались: тепловая нагрузка от молока, площадь теплообменной поверхности внутреннего бака охладителя, коэффициент теплопередачи стенки бака-охладителя, требуемая мощность насоса для подачи воды в бак охладитель.

В аккумуляторе холода рассчитывались: масса аккумулируемой воды в зависимости от массы охлаждаемого молока, тепловая нагрузка от воды, мощность аккумулятора холода для летнего и зимнего периода, площадь теплообменной поверхности змеевика, коэффициент теплопередачи змеевика.

Определили площадь радиатора с тепловым излучением в космическое пространство.

В третьей главе представлена разработанная и изготовленная экспериментальная установка для охлаждения молока с использованием теплового излучения в космическое пространство. Приведено описание экспериментальной установки и методы его исследования.

В этой главе показаны результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований процесса охлаждения молока, охлаждения воды в ночное время, охлаждения теплоносителя за счет теплового излучения.

Экспериментальная установка позволяет производить охлаждение за счет использования теплового излучения, аккумулируя в ночное время холодную воду (в теплое время года) или намораживая лед (в холодное время года) в аккумуляторе холода. Аккумулированная вода используется для охлаждения молока в дневное время.

В результате экспериментальных исследований теплового излучения, перед запуском насоса теплоносителя, температура поверхности радиатора была ниже атмосферного воздуха на 2-3°C, что говорит об его работоспособности - охлаждаться ниже атмосферного воздуха.

Получена зависимость конечной температуры молока от среднenoчной температуры атмосферного воздуха. График зависимости показывает, что при температуре атмосферного воздуха (-10°C), молоко охлаждается до требуемой температуры +4°C.

Проведенные экспериментальные исследования при различных температурах, влажности, облачности наружного воздуха показывают возможность отвода тепла с 29 до 100 % от молока, в климатических условиях города Алматы.

Экспериментальные исследования проводились в разные времена года. Полученные данные в осеннее и зимнее время (в холодные периоды) показали, что молоко можно охлаждать с 37°C до 4°C, а в летнее и весеннее время (в очень жаркие и теплые периоды) можно снижать температуру молока до 20...26°C.

В четвертой главе представлена компьютерная модель установки для охлаждения молока с использованием теплового излучения.

Была разработана методика и алгоритм компьютерного моделирования годового цикла работы установки, которые позволяют определять конструктивные параметры в зависимости от количества охлаждаемого молока и климатических условий расположения установки.

Введены метеоданные с разными климатическими условиями с трех городов Казахстана.

Определены конструктивные параметры установок, в зависимости от количества поступающего на охлаждение молока от 5 до 20000кг.

Построены графики зависимости конечной температуры молока от температуры атмосферного воздуха для трех городов Казахстана: Алматы, Усть-Каменогорск, Костанай.

Рассчитана зависимость потребления электроэнергии за год от массы поступающего на охлаждение молока. В результате установлено, что с увеличением массы охлаждаемого молока (более 300кг молока), повышается энергоэффективность разработанной установки, по сравнению с обычной парокомпрессионной холодильной машиной (ПКХМ).

Определена энергоэффективность разработанной установки для трех городов Казахстана, которая составляет для города Алматы 32%, для города Усть-Каменогорск 40%, для города Костанай 42%.

Также результаты расчетов показывают, что можно охлаждать молоко до требуемой температуры (до +4°C) без ПКХМ в климатических условиях города Костанай 4 месяца, в Усть-Каменогорске 3 месяца, в Алматы 1 месяц.

В пятой главе представлен расчет технико-экономической эффективности. Определен срок окупаемости установки 1,6 года.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены на Международных научно-практических конференциях:

- VII Международная научно-техническая конференция «Казахстан-Холод 2017», 15-16 марта 2017 г. - Алматы: - АТУ, (Алматы, РК 2016 г.);

- IV Міжнародна конференція «інноваційні підходи і сучасна наука», (30 березня 2018 р.) - Київ: Центр наукових публікацій, збірник наукових публікацій «Велес», (Київ, Україна 2018 г.);

- V Международные фарабиевские чтения. 4 Международная Российско-Казахстанская Научно-практическая Конференция «Химические технологии функциональных материалов», 12-13 апреля 2018 г. - Алматы: - КазНУ им. Аль-Фараби, (Алматы, РК 2018 г.);

- AIP Conference Proceedings, Published by the American Institute of Physics, (USA 2018y.);

- IV Глобальная наука и инновации 2019: Центральная Азия. Международная научно-практическая конференция, 21 января, (Астана, РК 2019 г.);

- IX Международная научно-техническая конференция «Казахстан-Холод 2019», 20-21 февраля 2019 г. - Алматы: АТУ, (Алматы, РК 2019 г.);

- XII Всеукраїнська Науково-Технічна Конференція «Современные проблемы холодильной техники и технологи», 27-28 вересня 2019 р. – Одесса: ОНАПТ, (Одесса, Україна 2019 г.);

- Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції, Том 1 и Том 2, 26-28 вересня 2019 р. – Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, (Миколаїв, Україна 2019 г.).

Результаты работы представлены на международных научно-практических конференциях, проведенных в Казахстане и за рубежом, доложены и обсуждены на расширенном заседании кафедры «Механизация и автоматизация производственных процессов» Алматинского технологического университета.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликованы 16 научных работ. В том числе: 3 статьи в журналах рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан; 1 статья в Украинском ВАК журнале; 1 статья и 1 публикация в журнале с ненулевым импакт-фактором (входящих в базу данных WebofScience и Scopus); 8 публикации в международных научно-практических конференциях; получено 2 патента на полезную модель РК: №3797 от 02.10.2018г. «Энергосберегающая установка с радиационным охлаждением»; №4408 от 05.04.2019г. «Установка для охлаждения молока».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, литературного обзора, теоретического расчета, экспериментальных исследований, компьютерного моделирования и их обсуждения с выводами, технико-экономической эффективности и заключения.

Список использованных источников включает в себя 152 наименований. Работа изложена на 127 страницах компьютерного текста, содержит 19 таблиц, 86 рисунков и 11 приложений.

ALIMKESHOVA ASEL KHALMAKHANBETOVNA

**DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR COOLING MILK USING
A RENEWABLE ENERGY SOURCE**

ANNOTATION

for the thesis of a PhD doctoral candidate
Alimkeshova Asel Khalmakhanbetovna
for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty
6D072400 - Technological machines and equipment

The relevance of the work. The first President of the Republic of Kazakhstan, Nazarbayev Nursultan Abishevich, in his Address to the people of Kazakhstan, “New Development Opportunities under the Fourth Industrial Revolution” in 2018, identified 10 priority areas for the country's development, in the second Address “Further Development of Resource Potential” said:

“... Today, renewable energy accounts for a quarter of the world's electricity production. According to forecasts, by 2050 this figure will reach 80%.

We set the task to increase the share of alternative energy in Kazakhstan to 30% by 2030 ... ”.

One of the tasks of the implementation of the State program for the development of the agro-industrial complex is to ensure food security, increase the level of technical equipment and intensify production in the agro-industrial complex.

From January 1, 2020, the deferment granted to Kazakhstan in the Customs Union on the implementation of certain requirements of technical regulations for the safety of raw milk is coming to an end.

Processing plants are not entitled to accept raw milk, which does not meet the regulated requirements. Compliance with the mandatory safety requirements for the collection and transportation of milk contribute to the implementation of food safety objectives.

Existing technologies and equipment for cooling milk under farm conditions mainly use artificial cold, which consumes a significant amount of electricity, and are also limited by the environmental requirements of the Montreal Protocol, aimed at reducing the use of ozone-depleting refrigerants and greenhouse gases.

The analysis showed that in farms for the primary cooling of milk, technologies using natural cold are used, but their disadvantage is low energy efficiency.

In modern types of equipment when using evaporative cooling systems (cooling towers), there are problems like freezing water at atmospheric air temperatures below 0 ° C, and in hot weather liquid evaporates, which leads to a constant flow of fresh water.

To carry out the message of the first President, the government program and eliminate identified technical shortcomings, the direction of research work was

chosen to develop a plant with a more efficient way of cooling milk on a farm using a renewable energy source.

Object and subject of research.

Object of study: installation for cooling milk using a renewable energy source.

The subject of research is: the process of cooling the coolant in the radiator, in the cold accumulator and their influence on the process of cooling milk.

The aim and objectives of the study.

The aim of the thesis is to increase the efficiency of the installation for cooling milk on the farm due to thermal radiation in outer space.

Based on the conducted literature analysis and in accordance with the goal, the following tasks were solved:

- 1) to analyze existing facilities using natural cold in the farm, to identify the most promising areas of research;
- 2) to develop the design of installations for cooling milk using thermal radiation into outer space;
- 3) select, justify and manufacture the most effective design of the experimental installation for cooling milk;
- 4) conduct an experimental study at various temperatures, humidity, and cloud cover in a year-round cycle;
- 5) to develop a method, calculation algorithm and computer model for determining the installation parameters depending on climatic conditions;
- 6) to evaluate the effectiveness of the installation for some regions of Kazakhstan with modeling the annual cycle of work;
- 7) to evaluate the technical and economic efficiency of the installation for cooling milk.

The main content of the work. The dissertation consists of introduction, five chapters, conclusion, list of used literature.

The first chapter reviewed the literature.

An analysis of the literature showed that the development and implementation of milk cooling systems using the Earth's Effective Radiation allows the unit to cool below ambient temperature and thus reduce energy costs.

In the second chapter, on the basis of the theoretical calculation, structural design options are developed and patented. A design has been selected that meets the necessary requirements for cooling milk and can reduce energy consumption due to thermal radiation in outer space.

The following was calculated in the tank for cooling milk: the heat load from milk, the area of the heat exchange surface of the inner tank of the cooler, the heat transfer coefficient of the wall of the tank cooler, the required pump capacity for supplying water to the tank cooler.

The following was calculated in the cold accumulator: the mass of accumulated water depending on the mass of the milk being cooled, the heat load from water, the capacity of the cold accumulator for the summer and winter periods, the heat exchange surface area of the coil, the heat transfer coefficient of the coil.

The area of the radiator with thermal radiation in outer space was determined.

The third chapter presents the designed and manufactured experimental unit for cooling milk using thermal radiation in outer space. A description of the experimental setup and methods for its research are given.

This chapter shows the results obtained in experimental studies of the process of cooling milk, cooling water at night, cooling the coolant due to thermal radiation.

The experimental setup allows cooling through the use of thermal radiation, accumulating cold water at night (during the warmer months) or freezing ice (in the cold season) in the cold accumulator. Accumulated water is used to cool milk in the daytime.

As a result of an experimental study of thermal radiation, before starting the coolant pump, the surface temperature of the radiator was 2-3 ° C lower than atmospheric air, which indicates its operability - to be cooled below atmospheric air.

The dependence of the final temperature of milk on the average temperature of atmospheric air is obtained. The dependence graph shows that at atmospheric air temperature (-10 ° C), milk is cooled to the required temperature + 4 ° C.

The conducted experimental studies at various temperatures, humidity, and cloudiness of the outdoor air show the possibility of heat removal from 29 to 100% of milk, in the climatic conditions of the city of Almaty.

Experimental studies were carried out at different times of the year. The data obtained in autumn and winter (in cold periods) showed that milk can be cooled from 37°C to 4°C, and in summer and spring time (in very hot and warm periods) it is possible to lower the milk temperature to 20 ... 26 °C.

The fourth chapter presents a computer model of an installation for cooling milk using thermal radiation.

A methodology and algorithm for computer simulation of the annual cycle of the installation were developed, which allow us to determine the design parameters depending on the amount of milk being cooled and the climatic conditions of the installation.

Introduced weather data with different climatic conditions from three cities of Kazakhstan.

The design parameters of the plants are determined, depending on the amount of milk supplied for cooling from 5 to 20,000 kg.

Charts of the dependence of the final temperature of milk on the temperature of the air for three cities of Kazakhstan: Almaty, Ust-Kamenogorsk, Kostanay.

The dependence of electricity consumption for a year on the mass of milk supplied for cooling is calculated. As a result, it was found that with an increase in the mass of chilled milk (more than 300 kg of milk), the energy efficiency of the developed installation increases, compared with a conventional vapor compression refrigeration machine.

The energy efficiency of the developed installation was determined for three cities of Kazakhstan, which is 32% for the city of Almaty, 40% for the city of Ust-Kamenogorsk, and 42% for the city of Kostanay.

Also, the calculation results show that it is possible to cool milk to the required temperature (up to + 4°C) without PCM in the climatic conditions of the city of Kostanay for 4 months, in Ust-Kamenogorsk for 3 months, in Almaty for 1 month.

The fifth chapter presents the calculation of technical and economic efficiency. The payback period of the installation is 1.6 years.

The scientific novelty of the results is that for the first time:

- the methodology and algorithm for calculating the installation for cooling milk using thermal radiation in space were developed;
- the dependence of changes in the temperature of milk on the conditional temperature of the night sky has been established;
- the dependence of the final temperature of milk on the average temperature of the air;
- a computer model was developed for implementing the algorithm, which allows calculating the design parameters and energy efficiency of the installation for different regions depending on the volume of milk being cooled.

Scope: the developed installation can be used for cooling milk in farms.

The practical value of the work: the developed installation for cooling milk allows you to reduce energy consumption through the use of a renewable energy source. At the same time, maintaining the quality of the cooled milk, in accordance with the standards of the Republic of Kazakhstan, the Russian Federation and the European standard. The developed calculation method and the computer model will allow the design of a milk cooling unit using TIVKP.

Personal contribution of the author.

The author analyzed existing installations using natural cold in the farm, justified the relevance, developed an experimental installation and conducted research.

The author participated in the development of a calculation methodology and algorithm, in computer modeling and in the development of patented installations.

Operational test. The main results of the dissertation work were reported at the International scientific and practical conferences:

- VII International Scientific and Technical Conference "Kazakhstan-Cold 2017", March 15-16, 2017 - Almaty: - ATU, (Almaty, Kazakhstan 2016);
- IV International conference iinnovatsiynipinipidhodi i sohasna science, (30 birch 2018 p.) - Kyiv: Center for Science Publishing, zbirnik on ukiy publication БелVeles ', (Kiev, Ukraine 2018);
- V International Farabi readings. 4 International Russian-Kazakhstan Scientific and Practical Conference "Chemical Technologies of Functional Materials", April 12-13, 2018 - Almaty: - KazNU named after Al-Farabi, (Almaty, Kazakhstan 2018);
- AIP Conference Proceedings, Published by the American Institute of Physics, (USA 2018y.);
- IV Global Science and Innovation 2019: Central Asia. International Scientific and Practical Conference, January 21, (Astana, Kazakhstan 2019);

- IX International Scientific and Technical Conference "Kazakhstan-Cold 2019", February 20-21, 2019 - Almaty: ATU, (Almaty, Kazakhstan 2019);
- XII All-Ukrainian Science and Technology Conference "Modern problems of refrigeration equipment and technology", 27-28 spring 2019 - Odessa: ONAPT, (Odessa, Ukraine 2019);
- Innovations in shipbuilding and ocean technology: Materials of the Xth International Science-and-Technology Conference, Volume 1 and Volume 2, 26-28 Sunday 2019 p. - Mikolaev: National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, (Mikolaev, Ukraine 2019).

The results of the work are presented at international scientific and practical conferences held in Kazakhstan and abroad, reported and discussed at an expanded meeting of the Department of Mechanization and Automation of Production Processes of Almaty Technological University.

Publications On the topic of dissertation work published 16 scientific papers. Including: 3 articles in magazines recommended by the Committee for Control in the Field of Education and Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan; 1 article in the Ukrainian Higher Attestation Commission journal; 1 article and 1 publication in a journal with a non-zero impact factor (included in the Web of Science and Scopus database); 8 publications in international scientific and practical conferences; 2 patents for a utility model of the Republic of Kazakhstan were obtained: No. 3797 dated 10/02/2018. "Energy-saving installation with radiation cooling"; No.4408 dated 04/05/2019 "Installation for cooling milk."

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of introduction, literature review, theoretical calculation, experimental studies, computer modeling and discussion with conclusions, technical and economic efficiency and conclusions.

The list of sources used includes 152 items. The work is set out on 127 pages of computer text, contains 19 tables, 86 figures and 11 attachments.