

ОТЗЫВ
рецензента на диссертационную работу
Алимкешовой Асель Халмаханбетовны
на тему «Разработка установки для охлаждения молока с
использованием возобновляемого источника энергии», представленную
на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
6D072400 - «Технологические машины и оборудование»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами

Первый президент Республики Казахстан Назарбаев Нурсултан Абишевич в своем Послании народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» в 2018 году одним из приоритетных направлений дальнейшего развития ресурсного потенциала, отметил, что «...Важно повысить требования к энергоэффективности и энергосбережению предприятий, а также экологичности и эффективности работы самих производителей энергии...

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

Для реализации задач Государственной программы развития агропромышленного комплекса, требований технических регламентов по безопасности сырого молока перерабатывающие заводы не вправе принимать не соответствующее регламентированным требованиям сырое молоко.

Поэтому применение безвредной и альтернативной энергии в молочной промышленности, для первичной обработки сырого молока, является актуальной темой исследования.

2. Научные результаты и их обоснованность

Задачи, поставленные в данной диссертационной работе, соответствуют общей поставленной цели разработки. Выполнен анализ проблем, требующих решения для успешного проведения исследовательских работ на молокоохладительной установке.

Итогом проведенных научных исследований являются:

- три варианта схемы для охлаждения молока с использованием возобновляемого источника энергии;
- были проведены расчеты и моделирование установок. Был выбран самый оптимальный вариант схемы экспериментальной установки;
- проведены экспериментальные исследования, получены результаты этих исследований, на основе этих результатов построены зависимости конечной температуры молока от средненочной температуры атмосферного воздуха, также конечной температуры молока от температуры ночного неба, величина достоверности аппроксимаций которых составляет 0,9;
- разработана компьютерная модель для реализации алгоритма, позволяющая рассчитать конструктивные параметры и энергоэффективность установки для различных регионов (Усть-Каменогорск, Алматы и Костанай) в зависимости от объема охлаждаемого молока. 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. Установлено, что чем больше масса охлаждаемого молока (больше 300кг), тем выгоднее использовать установку для охлаждения молока с использованием теплового излучения в космическое пространство по сравнению с обычной холодильной машиной;

- определено, что установка для охлаждения молока с использованием теплового излучения потребляет в климатических условиях города Алматы 68%, для города Усть-Каменогорск 60%, для города Костанай 58% электроэнергии от энергии, потребляемой холодильной машиной;

- определена снимаемая тепловая нагрузка разработанной установки, которая показывают, что в климатических условиях города Костанай 4 месяца можно работать без холодильной машины, охлаждая молоко до требуемой температуры данной установкой.

Таким образом, в процессе выполнения диссертационной работы был решен широкий комплекс задач, направленных на разработку и совершенствование установки для охлаждения молока с использованием возобновляемого источника энергии.

Основные результаты, полученные в ходе исследования, подтверждаются публикациями в научных журналах рекомендованных ККСОН МОН РК (3 статьи), широким представлением на международных конференциях РК и за рубежом (8 публикаций), 1 статья в журнале (*Eastern European Journal of Enterprise Technologies*) и 1 публикация (*AIP Conference Proceedings, USA*) в сборнике конференции с ненулевым импакт-фактором (входящих в базу данных *Web of Science* и *Scopus*).

Новизна разработанных установок подтверждается 2 патентами РК на полезную модель.

Таким образом, научные результаты диссертации являются значимыми и обоснованными, поставленные в данной диссертационной работе задачи выполнены полностью.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников. Общий объем 127 страниц, в том числе 19 таблиц, 86 рисунков, 152 литературных источников и 11 приложений. Диссертационная работа выполнено в соответствии с требованиями, с соблюдением внутреннего единства, взаимосвязанности разделов работы и логической последовательности представления результатов. Результаты, выводы и заключения соискателя, сформулированные в диссертации, соответствуют поставленным задачам.

Положения, выносимые на защиту, вполне обоснованы полученными результатами. Основные положения, выносимые на защиту:

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

Обоснованность и достоверность каждого научного результата (положения) не вызывает сомнения, так как данные результаты (научные положения) получены с использованием апробированных и хорошо зарекомендовавших себя методов исследования, базируются на данных, полученных с применением известных и общепринятых в данной области методов эксперимента, подкрепляются патентами и публикациями в рецензируемых изданиях.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые:

- разработана методика и алгоритм расчета установки для охлаждения молока с использованием теплового излучения;
- 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.

5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Научные результаты, полученные в диссертационной работе, обладают несомненной практической и теоретической значимостью. Практическая ценность работы заключается в следующем:

- разработанная установка (патент РК на ПМ №3797) для охлаждения молока, позволяет снизить расход электроэнергии за счет использования возобновляемого источника энергии. При этом, сохраняя качество охлаждаемого молока, соответствующего стандартам Республики Казахстан, Российской Федерации и Европейского стандарта. Имеется протокол испытаний №6187 (а) от 20 ноября 2018 года, который проведен в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов при АО «Алматинский технологически Университет» на микробиологические показатели КМАФАиМ, КОЕ/г (см^3), который показал фактические результаты до охлаждения $3 \cdot 10^5$, а после охлаждения на экспериментальной установке $3,5 \cdot 10^5$ (в течение 2 часов до

4°C). По нормативным документам составляет $5*10^5$, то есть не превышает нормы.

- разработанный метод расчета и компьютерная модель позволяют 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.

6. Замечания, предложения по диссертации

1. При расчете теплообмена (гл.2) предполагалось, что вода будет орошать бак-молокоохладитель, а в экспериментальной установке (раздел 3.2) орошение не предусмотрено. Это не совсем корректно, так как изменяются условия теплообмена.

2. При определении коэффициента теплопередачи для змеевика (гл.2, стр.65) используется величина коэффициента теплопроводности равная 402, тогда как при определении коэффициента теплопередачи для бака-охладителя коэффициент теплопроводности равен 236, хотя они выполнены из одного материала- алюминия.

3. В главе 2 (стр.60) при записи температуры молока в процессе его охлаждения водой и изменение температуры воды используется символ К. Что он означает - градус Кельвина? Не совсем понятно, почему? В остальных расчетах используется градус Цельсия.

4. При определении коэффициента теплоотдачи для этиленгликоля по змеевику используется критериальное уравнение для нахождения критерия Nu, которое чаще применяется для турбулентного режима. При этом режим течения этиленгликоля переходной ($\text{Re}=4217$).

5. При проведении экспериментальных работ вместо молока (2,5% жирности) была использована вода, так как автор на основании графиков (рис. 43, 44 стр.77) предположил, что их теплофизические свойства близки. Однако, в фермерских хозяйствах молоко с такой жирностью вряд ли можно встретить. А для большей жирности молока, в частности, коэффициент теплопроводности в интервале температур $20\text{-}36^{\circ}\text{C}$ отличается более чем на 18%, а кинематическая вязкость более чем на 60%.

6. В выводах по главе 3 сказано, что «чем больше температура атмосферного воздуха, тем меньше время охлаждения молока». При этом, автор, видимо, ссылается на рис.56 (стр. 84). Обработка полученных данных приводит к получению регрессионного уравнения, в котором величина достоверности составляет всего 0,420, т.е. величина корреляции очень мала. А ниже на рис. 57 приводится зависимость температуры молока от температуры атмосферного воздуха, из которой следует, что чем ниже температура воздуха, тем меньше температура молока. Наблюдается противоречие. Оно заключается в том, что со снижением температуры воздуха снижается температура молока, но при этом необходимо, по мнению автора, большее время для его охлаждения.

7. Автором представлено много графиков, но не наблюдается какой-либо закономерности в их представлении. Поэтому целесообразно было бы предложить методику проведения экспериментальных исследований.
8. Что вкладывается автором в понятие коэффициент полезного действия (стр.86, рис.59) ?
9. В главе 5 « Расчет экономической эффективности» приводится расчет для охлаждения 2000 кг молока. В экспериментальных расчетах принималось 5 кг. Условия теплообмена будут отличаться, т.к. измениться гидродинамика процесса. Учитывалось ли это автором?
10. Отдельные замечания орфографического характера (стр. 82,84,87, 97, 110).

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней

В целом, работа соискателя Алимкешовой Асель Халмаханбетовны на тему «Разработка установки для охлаждения молока с использованием возобновляемого источника энергии» отвечает всем требованиям Правил присуждения ученых степеней, обладает необходимым уровнем новизны и научно-практической значимости, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072400 - «Технологические машины и оборудование».

**Доктор технических наук,
профессор кафедры
«Технологическое проектирование
пищевых производств»
Кемеровского государственного
университета**

Лобасенко Борис Анатольевич

