

Литература

1. Амерханов Р.А. Тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 160 с.: ил.
2. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.: ил.
3. Баротфи И., Рафаи П. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах. /Пер. с венг. Э. Шандера, А.И. Залепукина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 228 с.: ил.
4. Дашков В.Н. Возобновляемые источники энергии в ресурсосберегающих технологиях АПК: Монография / В.Н. Дашков. – Барановичи: РУПП «Баранов. Укрупн. тип», 2003. – 184 с.
5. Научный отчет по теме 01.07. «Произвести биоэнергетический анализ производства продукции животноводства и разработать оборудование, контроллеры для управления расходом ТЭР для животноводческих комплексов» (договор 593-В). – Мн.: БелНИИАгроэнерго, 1995, – 177 с.

УДК 631.366.23: 662.997

**ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА В ПРОТОЧНОМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ
ОХЛАДИТЕЛЕ**

Севернев М.М., Кузьмич В.В., Зимницкий Д.В.
(НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства)

Проведенные сравнительные испытания показали, что комбинированные молокоохладители с непосредственного охлаждения с ТЭОМ (термоэлектрический охладитель молока) уменьшает на 40-50 % время, требуемое для охлаждения молока до температуры 4 °С, что позволяет подавить развитие микрофлоры молока и в результате снизить бактериальную обсемененность молока, при этом затраты энергии на охлаждение 1т молока возрастают на 45%, по сравнению с молокоохладителем с непосредственным охлаждением.

Исследование процессов, связанных с термоэлектрическим охлаждением молока, требует тщательных измерений температуры, скорости охлаждения молока, взаимодействия охлаждаемых слоев, а также химического и микробиологического состава.

Для проведения технологических исследований по термоэлектрическому охлаждению молока была сконструирована и изготовлена экспериментальная установка для термоэлектрического охлаждения молока (ТЭМ), которая включает в себя блок термоэлектрических элементов, воздухопроводы, осевые вентиляторы, силовое электрооборудование комплект контрольно - измерительных приборов (рисунок 1).

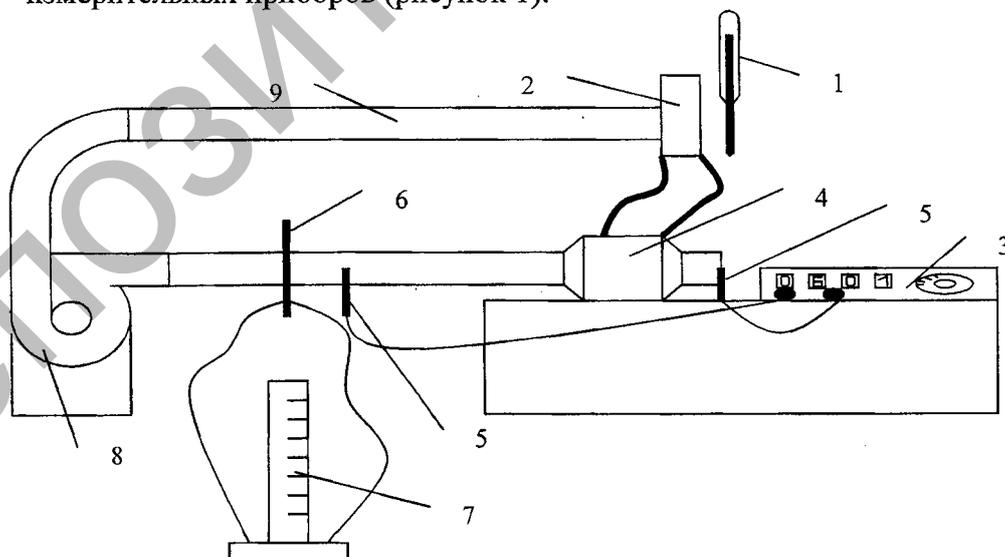


Рисунок 1 - Экспериментальная установка термоэлектрического охлаждения молока:
1- ртутный термометр; 2-смеситель с насосом; 3-милливольтметр; 4-блок с термоэлектрическими модулями; 5-измерительные термопары на входе и выходе воздуха из блока термоэлектрического охлаждения; 6-диафрагма расходомера; 7-микроманометр; 8- вентилятор
ТЭМ представляет из себя систему: воздушный радиатор - термоэлектрический мо-

дуль – молокопровод. Термоэлектрический модуль состоит из 48 таблеток Пельтье 40×40 мм с максимальной холодопроизводительностью 60 Вт. Максимальный перепад температур между горячими и холодными спаями 70°C. С холодной стороны ТЭМ расположены алюминиевые рёбра охлаждения. Контрольно – измерительные приборы, использованные в эксперименте, показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Приборы для оснащения

Наименование прибора	Количество, шт.	Погрешность измерений, %
Термопара Х-К	5	-
Вольтметр В7-21	1	При использовании с термопарой Х-К 0,15%
Микроманометр МКВ-250-0,02; 0÷250 кгс/м ²	1	0,02
Насос Н8008; производительность L=0,05 л/с	6	-
Термоэлектрический элемент ТМ-127-1.4-6.0М	48	-
Выпрямитель ВУ-42/70 с приборами контроля тока и напряжения М4200	1	2,5

Питание блока термоэлектрических модулей осуществляется выпрямителем ВУ-42/70 с возможностью изменения выходного напряжения в диапазоне от 0 до 60 В с максимальным током 30А. Молоко прокачивается насосом производительностью 0,05 л/с.

Для измерения температуры применяются термоэлектрические сплавы хромель - копель. Сигналы с температурных датчиков поступают на вход милливольтметра. Значение измеряемого напряжения сравнивается с соответствующей ему величиной температуры. Показания датчиков дублируются ртутным лабораторным термометром ГЛ-4, установленным для измерения средней температуры молока на выходе из ТЭМ в смесителе.

Термоэлементы закреплены холодной стороной с помощью термопасты на стенках теплообменника. С горячей стороны к термоэлементам присоединены рёбра охлаждения

Охлаждающий рёбра ТЭМ воздух подаётся осевым вентилятором с производительностью 500 кг/ч. Расход воздуха через ТЭМ определяется по перепаду давления при прохождении воздуха через диффузор с помощью микроманометра первого класса точности МКВ-250.

Процесс проточного термоэлектрического охлаждения молока имеет ряд особенностей и является недостаточно изученным. К этим особенностям относятся высокая скорость охлаждения потока жидкости, низкие температуры термоэлементов на охлаждающей стороне (меньше 5 °С). Низкие температуры, достигаемые термоэлементами, позволяют увеличить диаметр каналов со стороны прохождения молока. В работе [1], исследователям не удалось получить температуру молока более низкую, чем 9 °С, что выше технологически требуемой. В экспериментальной установке, показанной на рисунок 1, было достигнуто значение температуры молока 5 °С, (показано на рисунке 2), что соответствует нормируемому значению.

Молоко, двигаясь с выхода на вход ТЭМ, проходит последовательно через ряд одинаковых модулей. При этом возникает замедление периода охлаждения молока до требуемой температуры. Значение температуры в 5°С было получено за 30 мин на одном модуле при прокачивании 96л. молока и электрической нагрузке в 935 Вт (рисунок 2, кривая 1). Каждый блок приводит к снижению температуры молока на определенное значение, что в итоге, после охлаждения в цепи связанных между собой модулей, приводит к снижению температуры молока до технологически требуемого.

Сравнительные характеристики по скорости охлаждения молока приведены на рисунке 3. Здесь зависимость 1 показывает динамику снижения температуры в ванной молокоохладителя с промежуточным теплоносителем СМ-1250П. Зависимость 2 отражает динамику снижения температуры молока в ванной молокоохладителя с непосредственным охлаждением УМ2500А. На основании сопоставления зависимостей 1 и 2 можно увидеть очевидное преимущество молокоохладителя с промежуточным теплоносителем во времени охлаждения молока, по сравнению с методом непосредственного охлаждения, реализуемом в

**Секция 4: РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

УМ2500. Такой результат связан с аккумуляцией холода в виде массы льда в охладителе СМ-1250П в период между дойками на протяжении 20 часов.

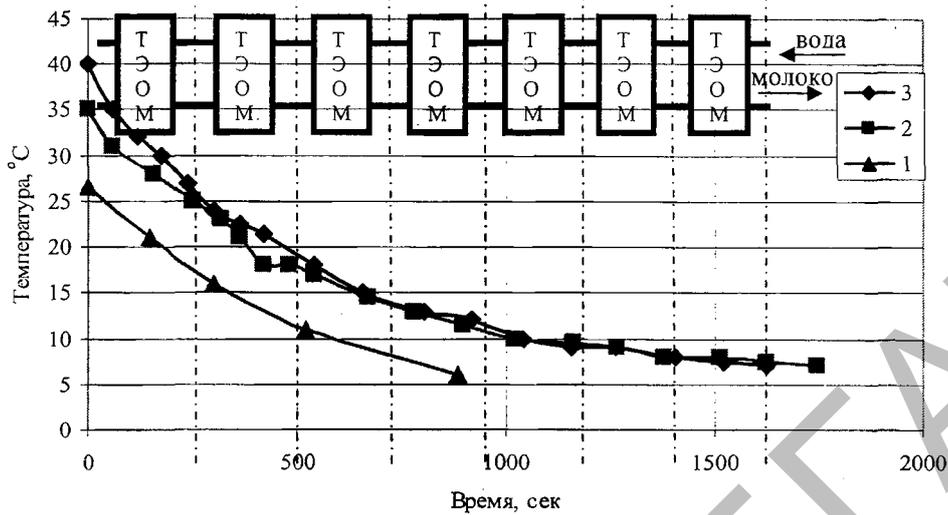


Рисунок 2 - Зависимость изменения температуры молока от времени при различных электрических нагрузках; 1- 935Вт; 2-690Вт; 3-867Вт

Кривая 3 отражает значения температур молока, получаемых при комбинировании термоэлектрического охлаждения в потоке с методом непосредственного охлаждения. ТЭОМ, работая в проточном режиме, снижает температуру молока до 12°C. Компрессорный агрегат доохлаждает молоко до 4°C. Параметры ТЭОМ подобраны на основании оптимального сочетания «цена - холодопроизводительность».

Из рисунка 3 видно, что наибольшее время на охлаждение молока затрачивает молокоохладитель с непосредственным охлаждением (кривая – 1). Молокоохладитель с промежуточным теплоносителем (кривая – 2) затрачивает на 40% меньше времени, по сравнению с охладителем с непосредственным охлаждением, что вызвано наличием дополнительного холода, аккумулированного льдом, в часы наименьшей загрузки танка молоком.

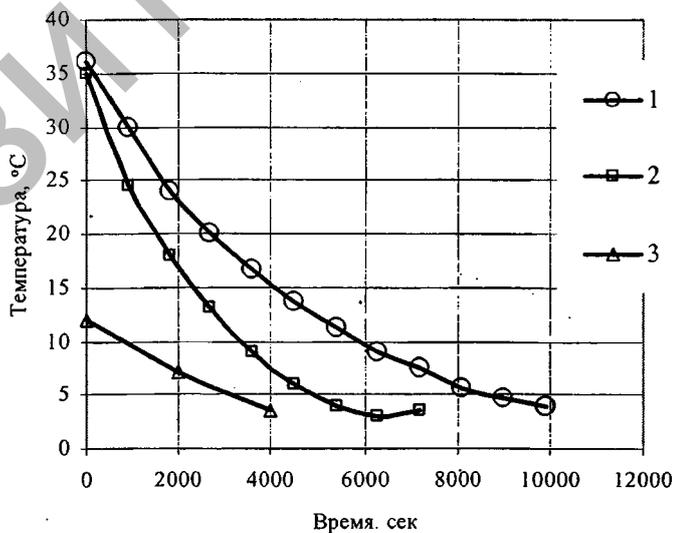


Рисунок 3 - Скорость снижения температуры молока;

1 -молокоохладитель с непосредственным охлаждением УМ2500; 2- с промежуточным теплоносителем СМ-1250П; 3- результаты экспериментального моделирования для молокоохладителя с комбинированной системой (проточное термоэлектрическое охлаждением)
Сравнительные испытания показали, что затраты энергии с использованием ТЭОМ на

охлаждение 1 тонны молока на 45% ниже, по сравнению с молокоохладителем, использующим промежуточный теплоноситель. Комбинирование молокоохладителя непосредственного охлаждения с ТЭОМ позволяет при повышении расхода электроэнергии на 3-5% снизить время охлаждения молока на 40-50 %, по сравнению с молокоохладителем с непосредственным охлаждением, и повысить качество молока.

Литература

1. Коленко Е.А. Термоэлектрические охлаждающие приборы / Е.А. Коленко - Л.: Наука, 1967 г. – 160 с.

УДК [(636.087.6+631.363):631.147]

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРОТЕИНОВУЮ КОРМОВУЮ ДОБАВКУ

*Селезнев А.Д., Пунько А.И., Шведко А.Ф. (НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства)*

Предлагаемая технология реализует принципиально новый подход к утилизации отходов биологического и растительного происхождения при этом получается корм с высокой питательной ценностью и степенью усвояемости. Преимущества каждого метода переработки по сравнению с традиционными (в котлах-утилизаторах) заключается не только в приоритете этой технологии с точки зрения охраны окружающей среды (полное отсутствие отходов, выбросов, стоков и вредного запаха), но и значительно меньшими затратами на переработку, высокой степенью стерилизации, которая делает безопасными отходы, содержащие патогенные и болезнетворные микроорганизмы.

Введение

В процессе производства и переработки продукции животноводства образуется много отходов – цельные туши павших и вынужденно забитых животных и птицы, отходы от убоя и переработки животных и т.д. – которые, при соответствующих условиях, могут стать как источником распространения болезней, так и экономичным, не причиняющим ущерба окружающей среде и экологии, высококачественным ингредиентом рациона.

В основе используемого в настоящее время технологического процесса переработки отходов животноводства в корм лежит длительная (4-5 часов), при высокой температуре (120-140 °С) и давлении 0,3-0,4 МПа обработка, которая осуществляется в варочных котлах и предусматривает их разварку, стерилизацию и сушку. При соблюдении технологических параметров эта технология обеспечивает получение стерильного продукта, но оказывает отрицательное действие на его качество. За счет длительного теплового воздействия значительная часть белка разрушается, снижается его усвояемость. Использование данной технологии требует больших энергетических затрат и сопряжено со сложностями в эксплуатации оборудования.

В основе новой технологии по переработке отходов животноводства лежит экструдирование. Резкий перепад давления при выходе экструдата из ствола экструдера приводит к разрыву стенок клеток, в том числе стенок клеток микроорганизмов, грибов и плесеней. Во время «сухой» экструзии отходы животноводства подвергаются кратковременному (до 30 секунд) воздействию высокой температуры (до 175 °С) при давлении до 40 атм., а также трению во влажной среде. Кратковременная температурная обработка оказывает минимальное воздействие на качество белка, разрушая в нем только вторичные связи, но не аминокислоты (переваримость протеина составляет 90 %, усвояемость лизина – до 88 %), инактивирует антипитательные факторы, уничтожает или подавляет до приемлемого уровня токсины бактерий, грибов и плесеней. В результате получается стерильной, обеззараженный корм. За 30 секунд пребывания сырья в экструдере содержание влаги понижается до 50 % (от исходной),