

УДК 637.02я73

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ-УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ СУБПРОДУКТОВ

### ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION OF SUPERHIGH-FREQUENCY HEAT TREATMENT INSTALLATION FOR BY-PRODUCTS

М. В. Белова, Н. Т. Уездный, И. Г. Ершова

M. V. Belova, N. T. Uezdny, I. G. Ershova

ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Чебоксары

**Аннотация.** В статье представлена технико-экономическая оценка применения установки с СВЧ- и ИК-энергоподводами для термообработки крови убойных животных.

**Abstract.** The article presents the technical and economic assessment of application of the superhigh-frequency and infrared heat treatment installation for blood of butcher's beasts.

**Ключевые слова:** *сверхвысокочастотная установка, субпродукты, экономическая эффективность, базовый и проектные варианты, кровь убойных животных.*

**Keywords:** *superhigh-frequency installation, by-products, economic efficiency, basic and design options, blood of butcher's beasts.*

**Актуальность исследуемой проблемы.** Определение экономической эффективности нового оборудования индивидуального исполнения позволяет оценить степень повышения производительности труда и снижения стоимости единицы производимой продукции, а также выявить наилучшие пути организации производства. Капитальные вложения, направленные на развитие сельского хозяйства, эффективны лишь в том случае, если их использование обеспечивает внедрение в производство интенсивных факторов – ресурсосберегающих технологий. Однако не всегда разрабатываемые проекты способствуют достижению максимально возможного роста эффективности основного производства в отрасли. В связи с этим определяют эффективность капиталовложений.

В данной работе расчет технико-экономических показателей проведен для выявления целесообразности изготовления СВЧ-установки для термообработки крови убойных животных и определения выгоды от внедрения ее в производство.

**Материал и методика исследований.** Экономическую эффективность технических средств определяли по методике [1], [4]. При выборе базовой установки учитывали техническую взаимозаменяемость, близость значений годовой производительности установок при одинаковом режиме эксплуатации и одинаковом качестве продукции, прогрессивность сравниваемых конструкций с точки зрения их технико-экономических показателей, равноценные санитарно-гигиенические условия обслуживающего персонала [1].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Кровь убойных животных – ценное сырье для производства продукции кормового назначения. По статистическим данным средний объем крови животных в мясокомбинатах России составляет 400 тыс. тонн в год (табл. 1). Из них 150 тыс. тонн, т. е. 37,5 %, используют для производства кормовых белковых добавок. В Чувашской Республике следует перерабатывать кровь убойных животных в объеме 780 тонн в год, из них для производства белковых добавок – 292,5 тонн. Это значит, что в каждом мясокомбинате средней мощности необходимо перерабатывать кровь убойных животных в кормовую добавку в объеме 58,5 тонн в год.

Таблица 1

## Объем обрабатываемого сырья (06.2011–06.2012 гг.)

Наименование	Российская Федерация	Чувашская Республика
Объем свиней на убой в живом весе, т/год	5717280	12000
Объем свиной крови (3,5 %), т/год	200000	420
Объем свиной крови (3,5 %), т/сутки (200 рабочих дней)	1000	2,1
Объем крупного рогатого скота на убой в живом весе, т/год	4377600	8000
Объем крови крупного рогатого скота (4,5 %), т/год	200000	360
Объем крови крупного рогатого скота (4,5 %), т/сутки	1000	1,8
<b>Итого: общий объем крови, т/год</b>	<b>400000</b>	<b>780</b>

В настоящее время варку крови до состояния готовности осуществляют паром или смесью пара и воздуха при температуре 100 °С. Для термообработки крови применяют коагуляторы различных конструкций. Они имеют следующие недостатки: а) при коагуляции крови паром процесс нагревания протекает неравномерно и длительно, а на поверхности нагрева образуется слой коагулированных белков, который ухудшает теплопередачу, поэтому значительное количество микробов, содержащихся в крови, не гибнет; б) в процессе коагуляции влажность крови за счет пара увеличивается с 80 до 86 %; в) через каждые 3...4 ч работы коагулятора его необходимо очищать от слоя крови, прилипающей к виткам шнека [3].



Рис. 1. Шнековый коагулятор крови

*За базовый вариант* принимаем шнековый коагулятор крови (рис. 1). Работа коагулятора основана на реакции крови, которая под влиянием насыщенного пара, поступающего в кровь, вызывает свертывание кровяных частиц. Коагулированная, таким образом, кровь с помощью шнекового вала перемешивается и транспортируется в верхнюю часть коагулятора, где с помощью лопаток подается к выходной горловине и выводится для дальнейшей переработки. Кровь поступает в горловину и далее через питатель во внутреннюю полость аппарата, куда одновременно через вентиль и перфорированную трубу подается пар давлением 0,2 МПа. Кровь нагревается до температуры 95 °С и шнеком перемещается к люку выгрузки. При этом сгустки крови перемешиваются и измельчаются. Шнек вращается с частотой 0,3 рад/с и перемещает массу вдоль аппарата за 90 с. Производительность аппарата – 40 кг/ч, мощность электропривода шнека – 8 кВт [3].

**Проектный вариант.** Энергоподвод к крови убойных животных в электромагнитном поле способствует значительной интенсификации процесса варки, повышению качества вареной крови и создает хорошие возможности для механизации технологического процесса. Для термообработки крови убойных животных наиболее перспективным является энергоподвод в электромагнитном поле сверхвысокочастотного и инфракрасного диапазонов. При СВЧ-энергоподводе преобразование энергии электромагнитного поля в теплоту происходит в объеме сырья, а при воздействии ИК-излучений процесс нагрева интенсифицируется за счет плотности теплового потока на поверхности сырья. Нами разрабатывается установка для термообработки крови убойных животных с использованием энергии электромагнитных излучений ИК- и СВЧ-диапазонов (рис. 2).



Рис. 2. Установка для термообработки крови убойных животных

Предложена конструкция механизированной установки для термообработки крови убойных животных с использованием СВЧ- и ИК-энергоподводов, где транспортирование дозированного сырья осуществляется в термостойких диэлектрических контейнерах, расположенных под углом в цилиндрических передвижных объемных резонаторах СВЧ-генератора [2]. Установка содержит экранирующий корпус в виде цилиндра, генераторный блок с магнетроном, резонаторные камеры, ИК-лампы, ротор, систему контроля и автоматического управления технологическим процессом, дозатор сырья. Техническая характеристика установки приведена в табл. 2

Таблица 2

Техническая характеристика установки для термообработки крови убойных животных

Наименование	Показатели
Производительность, кг/ч	40
Продолжительность одного оборота конвейера, мин	4,8
Мощность дозатора сырья, кВт	0,06
Мощность привода конвейера, кВт	0,18
Потребляемая мощность СВЧ-генератора, кВт	3,6
Мощность источников ИК-излучений, кВт	2,4
Потребляемая мощность СВЧ-установки, кВт	6,24
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,156
Частота вращения привода конвейера, об/мин	0,21
Окружная скорость передвижения контейнеров, м/с	0,023
Габариты, м (диаметр; высота)	2,5; 0,9

Результаты расчетов технико-экономических показателей применения СВЧ-установки для термообработки крови убойных животных приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Экономические показатели применения  
СВЧ-установки для термообработки крови убойных животных**

Показатели	Базовая	Проектная
Балансовая стоимость, руб.	<b>117000</b>	<b>71000</b>
Производительность установки, кг/ч	40	60
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/кг	0,2	0,117
Эксплуатационные расходы на термообработку крови, руб./ месяц	30030,5	26650,78
Себестоимость расходов на термообработку крови, руб./кг	4,29	2,54
Цена сырья, руб./кг	20	20
Себестоимость вареной крови, руб./кг	<b>24,29</b>	<b>22,54</b>
Цена реализации вареной крови руб./кг	40	40
Прибыль, руб./кг	15,71	17,46
Объем выработанной продукции, тонн/ месяц	7	10,5
Капитальные затраты, руб./(кг/месяц)	16,71	6,76
Экономический эффект, руб./год	471240	
Рентабельность, %	64,68	77,46
Срок окупаемости, месяц		2

Исследовали микробиологические показатели вареной крови 4-х образцов: первый образец – контрольный вариант, второй – термообработка крови до 40 °С, третий – до 60 °С, четвертый – до 75 °С. Исследование микробиологических параметров крови с исходной бактериальной обсемененностью 4,4 10<sup>6</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> (колониобразующая единица) показало, что при термообработке до 75 °С в установке с СВЧ- и ИК-энергоподводами происходит снижение общего микробного числа в продукте до 10 000 КОЕ/см<sup>3</sup>.

**Резюме.** Годовой экономический эффект от применения СВЧ-установки для термообработки крови убойных животных с производительностью 60 кг/ч составляет 471240 руб. Экономический эффект определяется за счет снижения эксплуатационных затрат на 3379,7 руб./месяц. В результате рентабельность повысится на 13 %, срок окупаемости составит 2 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтгаузен, А. П.* Электротермическое оборудование : справочник / А. П. Альтгаузен, М. Я. Смелянский, М. С. Шевцов. – М. : Энергия, 1967. – С. 68–81.
2. *Белова, М. В.* Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / М. В. Белова, Г. А. Александрова, Д. В. Поручиков, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 12–15.
3. *Бредихин, С. А.* Технологическое оборудование мясокомбинатов / С. А. Бредихин. – М. : Колос, 1995. – 390 с.
4. *Уездный, Н. Т.* Экономическая эффективность применения СВЧ-установки для выпечки хлебобулочных изделий / Н. Т. Уездный, И. Г. Ершова, О. В. Науменко, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 167–170.