

параметры настройки регулятора ($K_d=154.86$; $K_i=0.0438$; $K_p=16.45$) должны быть установлены в программе контроллера и обеспечат приемлимое качество регулирования, выражаемое параметрами: перерегулирование около 10 % (что меньше 20 %), статическая ошибка отсутствует, время регулирования около 38 с.

Список использованных источников

1. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 376 с.

Abstract. To raise quality of manufacture of dairy production it is possible only under condition of exact maintenance of technological parameters. The basic such parameter in the course of cottage cheese manufacturing is the temperature of pasteurization of milk. Optimization of process of maintenance of temperature demands carrying out of modeling of action of microprocessor system of automatic control. Found in process of modelling parametres of adjustment of a regulator ($K_d=154.86$; $K_i=0.0438$; $K_p=16.45$) should be established in the program of the controller and will provide приемлимое the quality of regulation expressed in parametres: reregulation about 10 % (that there are less than 20 %), a static error is absent, regulation time nearby 38 s with.

УДК 631.37:658.264(075.8)

Клинова В.Ф., старший преподаватель;

Сырокваш Н.А., старший преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрены ключевые моменты внедрения тепловых насосов в систему отопления, а также сравнительный анализ системы отопления с газовым и электродкотлом, а также тепловым насосом.

С 1 января 2019 года в стране действует специальный тариф на электроэнергию, которая расходуется на нужды отопления и горячего водоснабжения жилых домов. Его сразу окрестили «три копейки», так как при соблюдении всех условий (отдельный счетчик электроэнергии и отсутствие централизованного тепло- и газоснабжения дома) электроэнергия, потребляемая «приемниками электрической энергии», будет оплачиваться по 3,35 копейки/кВт·ч [1]. Как поясняет «Белэнерго», к приемникам относятся электрические котлы, водонагревательные установки, теплые полы и тепловые насосы.

Тепловые насосы относятся к категории энергосберегающего оборудования. Они позволяют использовать общедоступное тепло грунта, грунтовых вод, рек, водоемов, окружающего воздуха для нагрева воздуха и воды в доме.

Главное достоинство теплового насоса в том, что, потребляя один киловатт электрической энергии, в зависимости от условий он выдает от 3 до 5 кВт тепловой

Соответственно, в отличие от электрического котла, к тепловому насосу требуется подведение в 3–5 раза меньшей установленной мощности. А это важно. Дело в том, что далеко не везде электро-снабжающая организация может выделить для домовладельцев требуемую мощность в 10–30 кВт, необходимых для работы электродкотлов. В то же время 5–10 кВт выделенной мощности может быть более чем достаточно для отопления и покрытия общедомовых бытовых нужд в случае использования теплового насоса. Особенно остро этот вопрос стоит для домов большой площади.

Эффективность использования теплового насоса определяется коэффициентом преобразования или коэффициентом трансформации (обозначается как COP). Для современных тепловых насосов величина COP может достигать 5–5,5. Значение COP=5 показывает, что при подводе к тепловому насосу 1 кВт электрической энергии можно получить 5 кВт тепла. Стоит отметить, что тепловые насосы обеспечивают не только отопление и горячее водоснабжение, но и охлаждение дома летом.

Считаем затраты на отопление дома газовым котлом, электродкотлом и тепловым насосом за отопительный сезон.

Допустим, расчетная тепловая нагрузка на отопление частного дома составляет 12 кВт (хорошо утепленный дом площадью 180–240

«квадратов» при условии поддержания в доме температуры $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ при минимальной температуре наружного воздуха $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для большей прозрачности расчетов расход тепла на горячее водоснабжение в нашем примере учитывать не будем. Поэтому на один отопительный сезон продолжительностью 6,5 месяца нашему дому потребуется 27 тысяч кВт тепла на отопление (23,3 Гкал в сезон).

Рассмотрим вариант с установленным газовым котлом. На производство такого количества тепла придется сжечь не менее 2,7 тысяч м^3 природного газа. С новым тарифом в 0,1143 рублей/ м^3 хозяину дома в этом случае придется заплатить около 310 рублей за сезон, то есть почти 50 рублей в месяц. Приемлемая сумма, но стоит учитывать и то, что во второй половине 2019 года тариф на газ вырос до 0,1190 рублей/ м^3 , а в летний период использовать газ на бытовые нужды будет традиционно в 3,5 раза дороже – 0,4114 рублей/ м^3 .

Предположим, что в качестве источника тепла в доме используется электродом. Его КПД составляет не менее 98 %. Это означает, что на производство 27 тысяч кВт тепла для отопления нашего дома электрическому котлу потребуется «сжечь» примерно столько же киловатт электрической энергии. Соответственно, с новым низким тарифом в 0,0335 рублей/кВт·ч владельцам электродома придется заплатить более 900 рублей за сезон, или около 140 рублей в месяц.

Как видим, даже с применением специального субсидируемого тарифа отапливать дом электричеством будет в 3 раза дороже, чем использовать природный газ. Электрический же котел будет выгоднее в эксплуатации, чем газовый, только при нагреве воды в бойлере летом.

С установкой теплового насоса ситуация складывается следующим образом. При среднем коэффициенте преобразования теплового насоса COP=4 на производство все тех же 27 тысяч кВт тепла на обогрев дома тепловому насосу потребуется затратить всего 6,75 тысяч кВт·ч электрической энергии. Умножаем на тариф в 0,0335 рублей/кВт·ч и получаем, что за отопительный сезон в этом случае придется заплатить лишь 226 рублей, то есть 35 рублей в месяц. А это уже дешевле газа.

Средний срок эксплуатации тепловых насосов – 20 лет, электрических котлов – 7–8 лет, газовых – 7–15 лет в зависимости от производителя и условий эксплуатации.

Получается, что тепловой насос при таких тарифах на электричество и газ – вне конкуренции. Основным минусом, ограничивающим массовое применение тепловых насосов в Беларуси, остается относительно высокая величина капитальных затрат на оборудование и монтаж.

К примеру, стоимость теплового насоса европейского производства тепловой мощности около 10 кВт составляет от 4 до 8 тысяч евро в зависимости от конкретного бренда, типа, оснащения и функционала. Китайская продукция дешевле, но покупать ее можно только при наличии действующего сервисного центра. Конечная стоимость комплекта оборудования с монтажом может достигать 5,5–10 тысяч евро.

Конечно на первый взгляд сумма не маленькая, по сравнению с затратами на отопление с электродкотлом и газовым оборудованием, что мы можем увидеть в таблице 1.

Таблица 1– Ценовая характеристика отопительного оборудования

Наименование	Газовое отопление	Электрическое отопление
Стоимость оборудования котельной (ориентировочная)	2170 рублей (котел Bosch 6000, датчик бойлера, бойлер косвенного нагрева)	2657 рублей (Proterm Skat12K, бойлер косвенного нагрева, модуль подключения бойлера к электродкотлу)
Монтаж, подключение, затраты на проектирование	от 2500 рублей (с учетом подключения к существующей магистрали, построенной за госсчет)	500–600 рублей (ориентировочно, с учетом счетчиков, ящиков и кабеля). Без учета стоимости проекта
Обслуживание	От 70 рублей в год	70 рублей, разово

Порядок цифр такой: минимальная ориентировочная стоимость газового отопления – 4740 рублей, 3227 рублей – электродкотел (без учета расходов на проект).

И тем не менее, для тех, у кого нет газа, а выделенной мощности электросети не хватает для подключения электродкотла, инвестиции в тепловой насос не кажутся сверхдорогим мероприятием, одно-

значно можем сказать, что тепловые насосы занимают достойное место в системе отопления.

Список использованных источников

1. Об установлении тарифов на жилищно-коммунальные услуги для населения на 2019 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://president.gov.by/ru/official_documents-_ru/view/ukaz-492-ot-22-dekabrja-2018-g-20130/ – Дата доступа: 14.05.2019.

Abstract. This article discusses the key points of the introduction of heat pumps in the heating system, as well as a comparative analysis of the heating system with gas and electric boiler and a step-pump.

УДК 664

Пашкова Е.С., ст. преподаватель;

Бренч М.В., ст. преподаватель;

Расолько Л.А., кандидат биологических наук, доцент;

Колесник Р. И., студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**

Аннотация. *Повышение рентабельности и конкурентоспособности и конкурентоспособности перерабатывающих производств определяется не только внедрением инновационных технологических процессов переработки сельскохозяйственного пищевого сырья, но также внедрением производительного обслуживания оборудования с участием всего персонала (ТРМ). Современные управленческие подходы к оценке эффективности производственных систем способствуют внедрению инструментов бережливого производства.*

Основная часть. Основная задача технологических систем и процессов – выпуск безопасной пищевой продукции гарантированного техническими нормативными актами качества. Проведение