

УДК: 697.244.7

UDC: 697.244.7

**ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЗИМОВНИКОВ
ПАСЕЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА БАЗЕ
КАТАЛИТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
СЖИГАНИЯ БИОГЕННЫХ ТОПЛИВ****HEAT SUPPLYING OF BUILDINGS FOR
PLACEMENT OF BEES BASED ON
CATALYTIC DEVICES FOR BURNING
BIOGENIC FUELS**Осташенков Алексей Петрович
аспирантOstashenkov Aleksey Petrovich
posrgraduate studentОнучин Евгений Михайлович
к.т.н., доцентOnuchin Evgeniy Mikhailovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия**Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola,
Russia*

Представлен вариант реализации системы для теплоснабжения зимовника пасечного хозяйства на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив, предложена общая идеализированная модель количественной оценки эффективности технико-технологической системы

This article presents the variant of the implementation of a system for heating supplying of buildings for placement of bees based on catalytic devices for burning biogenic fuels, as well as it offers a general idealized model of quantifying the effectiveness of technical-technological system

Ключевые слова: КАТАЛИТИЧЕСКИЕ
УСТРОЙСТВА СЖИГАНИЯ, БИОГЕННОЕ
ТОПЛИВО, ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Keywords: CATALYTIC BURNING DEVICES,
BIOGENIC FUEL, ESTIMATION OF EFFICIENCY

Введение

Теплоснабжение объектов сельского хозяйства, предназначенных для содержания животных, имеет свою специфику, связанную с особенностями функционирования и размещения хозяйств. Последнее предусматривает применение автономного технологического оборудования ввиду отсутствия или значительного износа сетей централизованного энергоснабжения. Стоит также заметить, что обеспечение нормируемых показателей микроклимата внутри помещений для размещения животных предполагает наличие системы контроля микроклимата. В связи с этим необходимо рассматривать систему теплоснабжения как часть сложного комплекса технических систем, применяемых для регулирования нормируемых показателей микроклимата животноводческих помещений. В отношении пасечных хозяйств следует также учитывать экологическую безопасность всех звеньев в цепи обеспечения условий содержания животных.

При проектировании системы теплоснабжения объектов для содержания пчел (зимовников) следует учитывать перспективы применения в качестве топлива для обеспечения функционирования теплогенерирующего оборудования местных возобновляемых источников энергии. В контексте рассмотрения пасечных хозяйств таким источником может служить биогенное топливо, получаемое за счет переработки сельскохозяйственных культур - медоносов, размещение которых и определяет местоположение пасечных хозяйств. Топливо, получаемое в результате переработки сельскохозяйственных культур, можно использовать в технико-технологической системе на базе каталитических устройств сжигания биогенных топлив, что позволит обеспечить функционирование системы теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Состояние исследований и актуальность работы

Обеспечение оптимальных параметров микроклимата для успешной зимовки пчелиных семей является важной задачей [1]. Из факторов внешней среды, влияющих на процесс зимовки, важнейшими являются температура, влажность, содержание углекислого газа. Характер температурных и влажностных режимов, а также особенности воздухообмена в улье указывают на необходимость соблюдения определенных условий при содержании пчелиных семей в условиях зимовника. Это позволит сократить количество корма, потребляемого в течение всего периода зимовки, а также улучшит жизнеспособность пчелиных семей. Благополучный исход зимовки во многом определяет скорость развития пчелиных семей весной, их продуктивность, а, в конечном счете, производительность труда пчеловодов и экономическую эффективность работы пасечного хозяйства в целом.

Экономический ущерб, который несёт пчеловодство России от плохой зимовки пчёл, примерно равен стоимости всего получаемого от

них мёда. [2]. В этой связи целесообразна разработка новых технико-технологических решений, позволяющих обеспечивать требуемые параметры микроклимата в помещениях для размещения пчелиных семей.

Практика проведения зимовки пчелиных семей в условиях зимовника показывает, что в отличие от зимовки на воле, даже незначительное понижение температуры до $-4...-5^{\circ}\text{C}$ является нежелательным. Объясняется это тем, что при зимовке на воле водяные пары, выходящие из улья, нигде не задерживаются. В холодном же помещении эти пары оседают на стенках и потолке, образуя слой инея, который с потеплением тает, в результате чего образуется сильная сырость. Излишняя же сухость воздуха в помещении также недопустима, поскольку зимой пчелы утоляют жажду той влагой, которую впитывает распечатанный мед из воздуха, поэтому в слишком сухом помещении пчелы страдают от жажды [3]. Следовательно, технология содержания пчелиных семей в условиях зимовника должна быть нацелена на контроль температурного и газового режимов зимнего клуба, что может быть достигнуто двумя способами: путем периодических посещений пчеловодом зимовника или путем применения автоматизированной системы контроля микроклимата пчелиных семей.

Первый путь активно используется в настоящее время большинством пасечных хозяйств [4] и на практике можно увидеть определенные негативные последствия, в частности, отсутствие постоянного контроля температуры, влажности и содержания CO_2 , что приводит, при включении отопления зимовника, к колебаниям температуры, которые оказывают негативное влияние на пчелиные семьи.

Данный опыт показывает, что применение автоматизированной системы контроля микроклимата пчелиных семей является более предпочтительным [5]. Технически данная система может быть реализована различными способами: от регулирования температуры в

зимовнике до контроля температурного режима каждой пчелиной семьи. Наиболее простое регулирование температуры всего помещения является целесообразным, если пчелиные семьи, которые содержатся в зимовнике, обладают равным числом рабочих пчел, что является характерным для крупных пасечных хозяйств, обладающих достаточными ресурсами для отдельного содержания пчелиных семей с различной силой. Таким образом, наиболее перспективным методом обеспечения нормируемых параметров микроклимата пчелиных семей в условиях крупных пасечных хозяйств является использование автоматизированной системы контроля микроклимата, включающей в себя подсистему контроля воздухообмена и систему теплоснабжения, являющуюся предметом исследования данной работы.

Объект исследования: система контроля микроклимата помещений для размещения пчелиных семей;

Предмет исследования: система теплоснабжения зимовников пасечных хозяйств;

Цель: разработка системы теплоснабжения зимовников пасечных хозяйств на базе каталитических устройств сжигания биогенных топлив;

Задачи работы:

- выбор источника биогенного топлива;
- разработка системы теплоснабжения на базе каталитического устройства сжигания биогенного топлива;
- моделирование работы системы теплоснабжения зимовника;
- проведение вычислительного эксперимента и анализ результатов.

Исходя из специфики функционирования зимовников пасечных хозяйств, необходимо выделить ряд требований к системе теплоснабжения, а именно: автономность, экологическая безопасность всех звеньев в цепи обеспечения условий содержания животных и низкая

материалоемкость, как критерий эффективности технико-технологической системы для теплоснабжения зимовников.

Выбор источника биогенного топлива

Основными источниками биогенных топлив для теплоснабжения зимовников, учитывая требования к размещению пасечных хозяйств, являются семена масленичных культур (рапса, льна и др.) и отходы сельского хозяйства (ботва, стебли, сено). Продуктами переработки растений являются растительные масла, топливные гранулы (пеллеты), топливные брикеты, которые производят из ботвы и стеблей растений. Из вышеперечисленных продуктов наибольший интерес представляет растительное масло, поскольку может применяться не только как топливо в каталитических системах теплоснабжения производственных объектов агропромышленного комплекса, но и быть использовано в качестве сырья для производства биодизеля – топлива, получаемого путем переэтерификации ацилглицеринов масла с метиловым спиртом. Учитывая также мировую тенденцию к увеличению площадей энергетических плантаций масленичных культур, можно сделать вывод, что растительное масло является наиболее перспективным биогенным топливом.

При выборе источника биогенного топлива следует учитывать не только технические характеристики конечного продукта, но и распространенность масленичной культуры, из которой топливо производится. Критерием распространенности сельскохозяйственной культуры можно выбрать величину посевных площадей. Немаловажным фактором является также урожайность сельскохозяйственной культуры, поскольку от нее зависит обеспеченность пасечного хозяйства топливными ресурсами на весь период зимовки пчелиных семей. Кроме того, желательно учитывать перспективность использования масленичной культуры в качестве растения-медоноса, для повышения продуктивности пасечных хозяйств.

Для определения перспектив использования конкретного вида масленичных культур в качестве источника биогенного топлива, необходимо оценить статистические данные по распространенности каждого вида масленичных растений. По данным Росстата, наибольшей урожайностью из масленичных культур обладает рапс озимый [6]. Однако, несмотря на тенденцию к увеличению площадей, занятых рапсом, можно отметить относительно небольшой валовой сбор этой сельскохозяйственной культуры, что связано с размером посевных площадей. Малые посевные площади можно объяснить тем фактом, что изготовление рапсового масла в промышленных масштабах в России началось только в 2007 г. [7].

В контексте исследования перспективы использования растительного масла в качестве топлива для обеспечения функционирования технико-технологической системы на базе каталитических устройств сжигания, наиболее важными техническими свойствами для нас являются:

–теплота сгорания, характеризующая количество выделившейся теплоты при полном сгорании массовой единицы вещества;

–цетановое число, определяющее период задержки от впрыска топлива до начала его окисления;

Наиболее перспективным источником биогенного топлива в отношении технических свойств, является рапс, поскольку обладает максимальным значением цетанового числа среди масленичных культур, возделываемых в Российской Федерации [8]. Хотя по теплоте сгорания рапсовое масло несколько уступает соевому, но в тоже время значительно превосходит по величине цетанового числа.

Разработка системы теплоснабжения на базе каталитического устройства сжигания биогенного топлива

При проектировании системы теплоснабжения на базе каталитических устройств сжигания биогенных топлив нужно учитывать ряд особенностей функционирования зимовников пасечных хозяйств:

–относительно низкая нормируемая температура воздуха внутри помещения для размещения ульев, ввиду необходимости понижения метаболизма пчел для уменьшения потребления кормовых запасов;

–сезонность работы зимовника; с понижением температуры наружного воздуха ниже определенного уровня, зависящего от породы медоносных пчел, ульи убирают в зимовник, на период времени, зависящий от температуры наружного воздуха;

–обязательное наличие приточной и вытяжной вентиляции, ввиду необходимости поддержания определенной влажности воздуха;

–необходимость контроля взаимосвязанных параметров температуры и абсолютной влажности воздуха внутри помещения для размещения ульев.

Первые две особенности важно учитывать при выборе теплоносителя, используемого в системе теплоснабжения [9]. В контексте рассмотрения зимовников пасечных хозяйств наиболее целесообразным является применение воздушной системы теплоснабжения, обладающей рядом преимуществ по сравнению с другими типами теплоносителя, а именно:

–меньшая материалоемкость, ввиду отсутствия радиаторов. При применении технико-технологической системы на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив также отсутствует необходимость в использовании воздуховодов, поскольку инфракрасные обогреватели могут устанавливаться непосредственно в отапливаемом помещении [10];

–возможность пуска системы отопления при отрицательной температуре наружного воздуха; что является важным свойством, учитывая режим работы зимовников пасечных хозяйств, а также

возможность отказов оборудования, относящихся к системе теплоснабжения, что позволит после выполнения ремонтных работ вновь возобновить теплоснабжение с минимальными затратами;

–малая инерционность системы теплоснабжения; для прогрева помещения требуется меньше времени и количества теплоты;

–безопасность, ввиду отсутствия опасности для биологических организмов из-за протечек теплоносителя;

Регулирование температуры воздуха внутри помещения для размещения ульев при применении технико-технологической системы на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив может быть реализовано по принципу, представленному на рисунке 1.

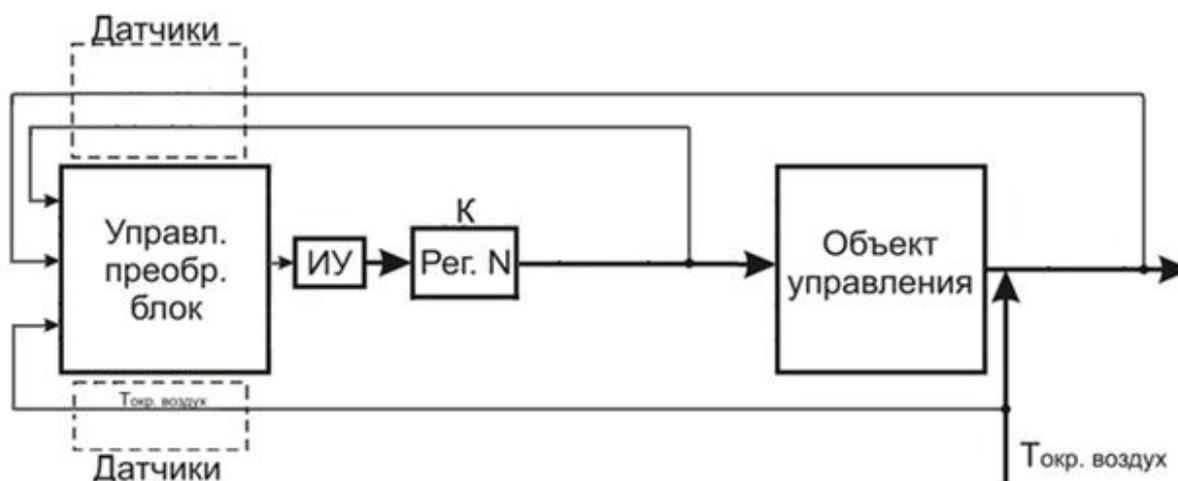


Рисунок 1 - Система управления параметрами каталитического устройства

Обозначения на рисунке 1: К – каталитическое устройство сжигания биогенного топлива, Рег.N – регулятор мощности источника, ИУ – исполнительное устройство;

Параметры объекта управления зависят от нормируемых характеристик микроклимата и от параметров окружающей среды, которые могут меняться в широких пределах, в зависимости климатических условий [11]. Для учета влияния окружающей среды,

<http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/85.pdf>

измеряется температура окружающего воздуха. По ней в управляюще-преобразующем блоке определяется значение необходимой тепловой мощности, которую нужно передать объекту теплоснабжения для поддержания нормируемых параметров. Затем подается сигнал на регулятор мощности каталитического устройства.

Моделирование работы системы теплоснабжения зимовника

Представим систему контроля микроклимата зимовника пасечного хозяйства, как систему с сосредоточенными параметрами. Это допущение обусловлено наличием конструктивных решений, обеспечивающих достаточную равномерность параметров микроклимата в помещениях [12]. В результате систему для контроля микроклиматических параметров можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 2. Обозначения на рисунке: T_0 , w_0 , g_0 – соответственно температура, влагосодержание, концентрация углекислого газа наружного воздуха, M – объем помещения; T , w , g – соответственно температура, влагосодержание, концентрация углекислого газа воздуха внутри помещения; P_B , W_B , G_B – тепловая мощность, влагосодержание, газовыделение неуправляемого источника (пчелиные семьи); P – тепловая мощность управляемого источника; V, U – соответственно воздухоподача приточного и вытяжного вентиляторов.

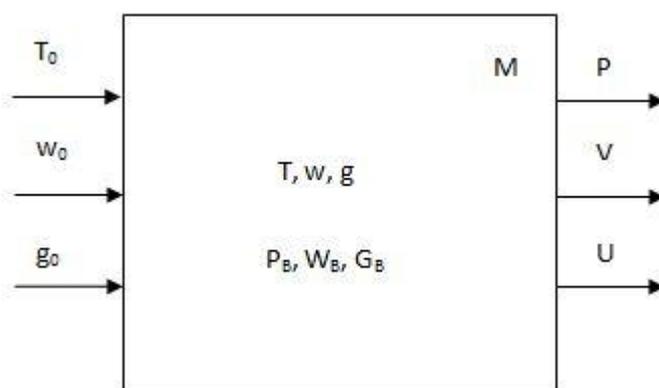


Рисунок 2 - Общая схема системы для контроля микроклимата принятая при моделировании

Для построения математической модели суточного цикла работы разработанных технико-технологических систем для теплоснабжения зимовника пасечного хозяйства, нужно определить величины, воздействующие на объект исследования, и величины, характеризующие его состояние или результат функционирования. Первые называют входными величинами, или факторами, а вторые – выходными или откликом. Входными факторами являются: относящиеся к медоносным пчелам - мощность неуправляемого источника теплоты $P_{в}$, источник влажности с влагосодержанием $w_{в}$ и газовыделением $G_{в}$, относящиеся к внешним факторам – температура, влажность и концентрация углекислого газа в наружном воздухе, относящиеся к конструктивным параметрам – объем помещения, материал теплоизоляции, характеризующийся коэффициентом теплопотерь через стены, пол и потолок помещения. Выходными факторами (откликами) вычислительного эксперимента являются параметры, характеризующие эффективность функционирования технико-технологических систем. К ним относятся: коэффициент загрузки по номинальной мощности, материалоемкость технико-технологической системы. Таким образом, целью математического моделирования суточного цикла работы разработанных технико-технологических систем является установление зависимостей между входными факторами и выходными откликами.

Математическая модель суточного цикла работы технико-технологических систем для теплоснабжения зимовника пасечного хозяйства реализована в среде Microsoft Office Excel.

Принципы моделирования

Сначала осуществляется ввод входных величин, которые представляют собой параметры объекта моделирования (размеры помещения и т.д.) и внешние параметры моделирования (совокупность

внешних условий, присущих району, на разных этапах моделирования – температура, влажность, концентрация углекислого газа в наружном воздухе). Внешний вид окна ввода конструктивных параметров объекта теплоснабжения представлен на рисунке 3.

	А	В
1		
2	Параметры помещения для размещения ульев	
3	высота, м	3,0
4	длина, м	12,0
5	ширина, м	9,0
6		
7		
8	количество ульев размещенных в помещении, шт	250,0
9	Объем помещения, м ³	324,0
10	Суммарная выделяемая влага, г/ч	416,667
11	Суммарное выделяемое количество CO ₂ , л/ч	416,6665
12	Суммарная мощность неуправляемого источника, Вт/ч	3900
13	Константы	
14	Температура внутри помещения, °С	5,0
15	Абсолютная влажность внутри помещения, г/м ³	5,4
16	Содержание углекислого газа, л/м ³	40,0
17	количество влаги выделяемое единичным неуправляемы источником, г/ч	1,667
18	количество CO ₂ выделяемое единичным неуправляемы источником, л/ч	1,667
19	единичная тепловая мощность неуправляемого источника, Вт/ч	15,600
20	теплоемкость сухого воздуха, Дж/(кг*К)	1005
21	плотность сухого воздуха при +4 °С, кг/м ³	1,269
22	Количество углекислого газа в наружном воздухе, л/м ³	0,300

Рисунок 3 - Внешний вид окна ввода конструктивных параметров

Затем следует подстановка параметров в расчетную часть, в рамках которой определяется характер влияния (функциональный, случайный) и условия изменения параметров с течением времени. При расчетах в рамках шага моделирования принимается, что условия являются постоянными, и расчет ведется по формулам для стационарных процессов изменения параметров микроклимата помещения. Шаг моделирования выбирается с учетом соблюдения постоянства условий в течение него. Далее осуществляются запись значений для шага моделирования в таблицу результатов. Производится изменение внешних условий в зависимости от их колебаний с течением времени. Измененные в течение шага входные параметры подставляются в расчетную часть на следующем шаге моделирования. Далее процесс повторяется вплоть до последнего шага

моделирования. В результате расчета математической модели получается таблица выходных данных, состоящая из значений расчетных параметров на каждом шаге моделирования.

Расчетные формулы

Расчетная формула для определения тепловой мощности, необходимой для поддержания нормируемого температурного режима пчелиных семей в условиях зимовника пасечного хозяйства представлена в выражении (1) [13]:

$$P = c_{\text{B}}\rho M((T - T_{\text{о}})(2(v + u) + \delta) + \gamma(w - w_{\text{о}}) - p_{\text{B}}) \quad (1)$$

где $p_{\text{B}} = \frac{P_{\text{B}}}{c_{\text{B}}\rho M}$, $\gamma = \frac{2.25}{c_{\text{B}}\rho}$, $\delta = \frac{\varepsilon}{c_{\text{B}}\rho}$, $v = \frac{V}{M}$, $u = \frac{U}{M}$,

P - мощность управляемого источника тепла,

c_{B} – теплоемкость сухого воздуха,

ρ - плотность сухого воздуха,

M - объем помещения,

T - температура внутри помещения,

$T_{\text{о}}$ - температура наружного воздуха,

U – воздухоподача вытяжных вентиляторов,

V - воздухоподача приточных вентиляторов,

ε – коэффициент теплопотерь через стены, пол, потолок помещения,

w – влагосодержание внутри помещения,

$w_{\text{о}}$ – влагосодержание наружного воздуха,

P_{B} - мощность неуправляемого источника тепла.

Формула для определения объема вентиляции по содержанию углекислоты, при условии равенства объемов приточного и вытяжного воздуха, имеет вид:

$$U = \frac{G_{\text{B}}}{(G - G_{\text{о}})} \quad (2)$$

где

G_B – суммарное количество углекислого газа, которое выделяют животные, л/ч,

G - допустимое количество углекислого газа в 1 м³ воздуха – 40 л/м³ или 4 %,

G_0 - количество углекислого газа в 1 м³ атмосферного воздуха – 0,3 л/м³ или 0,03 %.

Формула для определения объема вентиляции по влажности, при условии равенства объемов приточного и вытяжного воздуха, имеет вид:

$$U = \frac{W_B}{(W - W_0)} \quad (3)$$

где

W_B – суммарное количество влаги, которое выделяют животные, г/ч,

W - абсолютная влажность воздуха внутри помещения при 5°C, равная 5,4 г/м³,

W_0 - абсолютная влажность атмосферного воздуха, г/м³.

Проведение вычислительного эксперимента и анализ результатов

Используя значения максимальной потребляемой мощности в течение самой холодной недели за рабочий период функционирования зимовника пасечного хозяйства, определим коэффициент загрузки по номинальной мощности. Формула для расчета коэффициента загрузки технико-технологической системы на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив имеет вид:

(4)

где - коэффициент загрузки по номинальной мощности;

Q_{\max} – максимальная загрузка системы теплоснабжения за шаг моделирования,

– установленная мощность технико-технологической системы.

Материалоемкость, как критерий эффективности технико-технологической системы на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив, можно определить с помощью формулы:

(5)

где

m – материалоемкость,

M – масса технико-технологической системы на базе каталитического устройства сжигания биогенных топлив,

– генерируемая тепловая мощность технико-технологической системы.

На рисунке 4 представлен график зависимости коэффициента загрузки технико-технологической системы от потребляемой зимовником тепловой мощности. Вид графика позволяет сделать следующий вывод: максимум коэффициента использования технико-технологической системы приходится на самую холодную неделю за период рабочего режима работы зимовника пасечного хозяйства.



Рисунок 4 - Коэффициенты загрузки технико-технологической системы в течение рабочего режима

На рисунке 5 представлен график зависимости материалоемкости технико-технологической системы от генерируемой тепловой мощности. Вид графика позволяет сделать вывод о том, что с увеличением генерируемой тепловой мощности материалоемкость снижается, и,

следовательно, повышается эффективность использования технико-технологической системы.

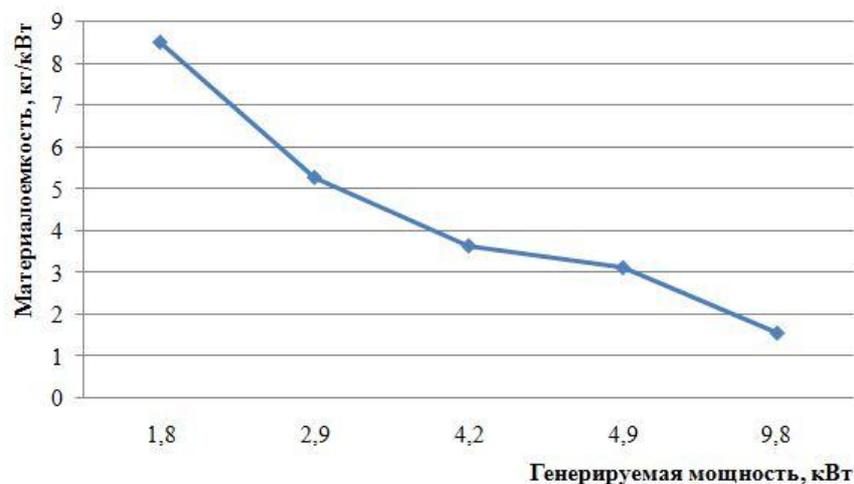


Рисунок 5 - Материалоёмкость технико-технологической системы в зависимости от генерируемой тепловой мощности

Выводы. Переход к непрерывному контролю параметров микроклимата помещений для размещения пчелиных ульев позволяет повысить эффективность ведения пасечного хозяйства, однако внедрение систем контроля требует учета особенностей функционирования зимовников пасечных хозяйств. В этой связи наиболее перспективным является применение автономных технико-технологических систем для обеспечения функции теплоснабжения на базе каталитических устройств сжигания биогенных топлив, что позволит использовать местные возобновляемые источники энергии. Наиболее перспективным видом биогенного топлива является рапс ввиду высокой урожайности, распространенности посевных площадей по территории РФ, а также оптимальным техническим характеристикам для сжигания в каталитическом устройстве.

Разработанная математическая модель системы теплоснабжения на базе каталитического устройства сжигания биогенного топлива позволяет оценить период максимального потребления тепловой мощности,

необходимой для поддержания нормируемых параметров микроклимата внутри зимовника. Предложенные идеальные модели оценки эффективности технико-технологической системы позволяют выполнить количественную оценку для конкретного пасечного хозяйства.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7089 от 12 июля 2012 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

Библиографический список

1. Лаврехин Ф.А., Панкова С.В. Биология медоносной пчелы. -3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. 303 с.
2. Туников Г. М., Лебедев В. И., Торопцев А. И. Научно-обоснованная технология безотходной зимовки пчелиных семей: учебник / Рязанская ГСХА. Рязань, 1996. 68 с.
3. Харченко Н. А. Пчеловодство: Учеб. Для студ. Вузов. М., 2003. 368 с.
4. Кокорев Н., Чернов Б. Зимовка пчел./М., 2005. 128 с.
5. Еськов Е.К., Рыбочкин А.Ф., Захаров И.С., Тобоев В.А. Микроклимат пчелиного жилища, его контроль и регулирование: монография / Курск. Гос. ун-т.; Курск. Гуманит.-техн. ин-т., Курск, 2009. 446 с.
6. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/# (дата обращения 5.05.2013).
7. Биоэнергетика России в XXI веке Российское энергетическое агентство ФГБУ РЭА МИНЭНЕРГО РФ. 2012.
8. Несиоловский О.Г., Корева И.И. Перспективы использования топлив биологического происхождения URL:<http://elibrary.ru/item.asp?id=16217971> (дата обращения 5.05.2013).
9. Сканава А.Н. Махов Л.М. Отопление. уч. для вузов / АСВ. Москва. 2008. 576с.
10. Онучин Е.М., Медяков А.А., Каменских А.Д., Анисимов П.Н. Нестационарные каталитические системы для утилизации биогаза / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 78. С. 343-358.
11. Сидыганов Ю.Н., Онучин Е.М., Шамшуров Д.Н., Костромин Д.В., Медяков А.А., Яблонский Р. В. Математическое моделирование процессов автономного энергообеспечения тепличного комплекса на базе местных возобновляемых источников энергии. // Научная библиотека elibrary.ru. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17288379> (дата обращения 5.05.2012)

12. Медяков А.А., Онучин Е.М., Каменских А.Д., Анисимов П.Н. Математическая модель энергетической системы ТАЛБЭК. // Научная библиотека elibrary.ru. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18115499> (дата обращения 7.05.2012)

13. Е.А. Воронин, С.С. Зимнов Математическое описание системы микроклимата как объекта автоматического управления// Научная библиотека elibrary.ru. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11738849> (дата обращения 5.05.2012)

References

1. Lavrehin F.A., Pankova S.V. *Biologija medonosnoj pchely*. -3-e izd., pererab. i dop. – М.: Kolos, 1983. 303 s.

2. Tunikov G. M., Lebedev V. I., Toropcev A. I. *Nauchno-obosnovannaja tehnologija bezothodnoj zimovki pchelinyh semej: uchebnik / Rjazanskaja GSHA. Rjazan'*, 1996. 68 s.

3. Harchenko N. A. *Pchelovodstvo: Ucheb. Dlja stud. Vuzov*. М., 2003. 368 s.

4. Kokorev N., Chernov B. *Zimovka pchel./M.*, 2005. 128 s.

5. Es'kov E.K., Rybochkin A.F., Zaharov I.S., Toboev V.A. *Mikroklimat pchelinogo zhilishha, ego kontrol' i regulirovanie: monografija / Kursk. Gos. un-t.; Kursk. Gumanit.-tehn. in-t.*, Kursk, 2009. 446 s.

6. Sel'skoe hozjajstvo, ohotа i lesnoe hozjajstvo URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/# (data obrashhenija 5.05.2013).

7. *Biojenergetika Rossii v XXI veke* Rossijskoe jenergeticheskoe agentstvo FGBU RJeA MINJeNERGO RF. 2012.

8. Nesiolovskij O.G., Koreva I.I. *Perspektivy ispol'zovanija topliv biologicheskogo proishozhdenija* URL:<http://elibrary.ru/item.asp?id=16217971> (data obrashhenija 5.05.2013).

9. Skanavi A.H. Mahov L.M. *Otoplenie. uch. dlja vuzov / ASV. Moskva*. 2008. 576s.

10. Onuchin E.M., Medjakov A.A., Kamenskih A.D., Anisimov P.N. *Nestacionarnye kataliticheskie sistemy dlja utilizacii biogaza / Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. № 78. S. 343-358.

11. Sidyganov Ju.N., Onuchin E.M., Shamshurov D.N., Kostromin D.V., Medjakov A.A., Jablonskij R. V. *Matematicheskoe modelirovanie processov avtonomnogo jenergoobespechenija teplichnogo kompleksa na baze mestnyh vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии*. // *Nauchnaja biblioteka elibrary.ru*. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17288379> (data obrashhenija 5.05.2012)

12. Medjakov A.A., Onuchin E.M., Kamenskih A.D., Anisimov P.N. *Matematicheskaja model' jenergeticheskoi sistemy TALBJeK*. // *Nauchnaja biblioteka elibrary.ru*. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18115499> (data obrashhenija 7.05.2012)

13. E.A. Voronin, S.S. Zimnov *Matematicheskoe opisanie sistemy mikroklimate kak ob#ekta avtomaticheskogo upravlenija*// *Nauchnaja biblioteka elibrary.ru*. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11738849> (data obrashhenija 5.05.2012)