

УДК 638.141.3

UDC 638.141.3

05.00.00 Технические науки

05.00.00 Technical sciences

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА
В УЛЬЯХ****APPLICATION OF ELECTRICAL
TECHNOLOGIES FOR ENHANCING
OF IN-HEAVE MICROCLIMATE**

Оськин Сергей Владимирович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
электрических машин и электропривода,
SPIN-код: 2746-7547

Oskin Sergey Vladimirovich
Doctor of Technical Sciences, professor,
Head of Department of Electrical Machines and
Drives, SPIN-code: 2746-7547

Овсянников Дмитрий Алексеевич
к.т.н., доцент кафедры электрических машин и
электропривода, SPIN-код: 2802-4906
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Ovsyannikov Dmitri Alexeyevich
Cand.Tech.Sci., associate Professor of Electrical Ma-
chines and Drives, SPIN-code: 2802-4906
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Одним из комплексных показателей оценки производительности труда является рентабельность производства. Повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем применения эффективных электротехнологий. Улучшение параметров микроклимата в ульях позволяет улучшить обмен веществ у пчел за счет снижения нагрузки иммунной системы, тем самым повысить интенсивность весеннего развития. Произведены расчеты полных тепловых потерь в улье без озонирования и с озонированием. Используя полученные расчеты и графики, можно создать автоматизированную систему управления микроклиматом в улье. В статье представлены графики зависимости тепловых потерь в улье от температуры наружного воздуха и его относительной влажности, полученные экспериментально. Доказано, что при изменении температуры наружного воздуха от -15 до 8°C и изменении влажности наружного воздуха от 60 до 100 % тепловые потери улья уменьшаются от 4–5 Вт до 0,2–0,4 Вт. Сделан вывод о том, что обработка пчел озоном, наряду со снижением концентрации болезнетворных микроорганизмов, позволит уменьшить энергетические потери за счет снижения воздухообмена, т.е. улучшить условия для развития пчелиной семьи

One of the integrative indicators of over-all performance estimation is profitability of the production. It is possible to increase competitiveness of beekeeping production as well as national food security via implementation of efficient electrical technologies. Enhancing of microclimate parameters in hives allows us to enhance the intensity of spring development of bees. The counting of integrate heat losses in heaves with ozone treatment and without the one was carried out. Using the obtained results and graphs we can develop the automation system for in-heave microclimate control. The article presents the graphs of heat losses in a beehive on the outdoor temperature and relative humidity, which were obtained experimental. It is proved that when the outdoor temperature from -15 to 8 ° C and the change in ambient air humidity of 60 to 100% heat loss beehive decrease from 4-5 W to 0.2-0.4 W. It is concluded that treatment of bees by ozone, while reducing the concentration of pathogenic microorganisms, will reduce the energy loss by reducing the air exchange, i.e. improve conditions for the development of the bee colony

Ключевые слова: РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПЧЕЛОВОДСТВА, УЛЬИ, ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ПОТЕРИ ТЕПЛА, ВЕНТИЛЯЦИЯ УЛЬЕВ, ОЗОНИРОВАНИЕ, ВНУТРИУЛЬБЕВАЯ ВЛАЖНОСТЬ

Keywords: PROFITABILITY OF BEEKEEPING, HEAVES, MICROCLIMATE PARAMETERS, ELECTRICAL TECHNOLOGIES, HEAT LOSSES, IN-HEAVE VENTILATION, OZONETREATMENT, IN-HEAVE HUMIDITY

Наша страна значительно отстает в мире по производительности труда как в целом по отрасли – сельскохозяйственном производстве, так, в частности, в пчеловодстве. Одним из комплексных показателей оценки

производительности труда являются рентабельность производства или рентабельность труда. В литературе [9, 11] предложена новая формула для расчета рентабельности труда в пчеловодстве. Установлено, что чем выше уровень автоматизации и механизации основных процессов в пчеловодстве, тем будет ниже медопродуктивность одной пчелосемьи. Это связано с невозможностью индивидуального подхода к каждой пчелосемье, нельзя качественно обрезать рамки перед качкой на автоматизированных установках, при качке на медогонках с электроприводом возможны поломки и обрывы рамок, повреждения вошин и т.д., что приводит к дополнительным энергетическим затратам пчелиной семьи на восстановление всех повреждений. С повышением уровня автоматизации и, соответственно, увеличением количества семей на пасеках пчеловод вынужден заниматься только оптовой продажей меда. Тогда как при небольшом количестве пчелосемей часть меда пчеловод продает в розницу с повышенным уровнем цены за один килограмм этого продукта. Проведен поиск оптимального решения по рентабельности труда для разных уровней автоматизации и механизации (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты поиска оптимального решения для четырех уровней автоматизации и механизации

Уровни автоматизации	Составляющие рентабельности труда по периодам				Общая рентабельность труда P_m	Норма обслуживания $H_{об}$	Затратность, $g_{ам}$
	1	2	3	4			
1	1549	3542	3542	1367	10000	132	0,66
2	3003	6867	7253	2878	20000	375	1,88
3	4385	10047	11231	4336	30000	891	4,46
4	5865	13405	15534	5196	40000	1576	7,88

Как видно из полученных результатов, при наращивании степени автоматизации можно довести рентабельность труда до уровня, характерного для передовых стран, и при этом норма обслуживания также возрастет до значений, равных значениям таких стран как США и Канада. Дальнейшее наращивание рентабельности труда возможно, но проводить его нужно

только через увеличение медопродуктивности пчелиных семей, которое осуществляется различными методами и способами.

Экономический кризис существенно повлиял на рынок меда, однако российские производители меда могут получить шанс занять высвобождающиеся ниши на мировом рынке меда. Экспорт можно существенно увеличить за счет элитных сортовых российских медов, таких как липовый, каштановый, акациевый и др. Однако из-за устаревшего оборудования и использования неэффективных и токсичных методов ветеринарно-санитарных обработок лучший отечественный мед не соответствует ветеринарно-санитарных нормам ЕС. Показатели содержания антибиотиков, фунгицидов, гербицидов-акарицидов и других примесей многократно превышают предельно допустимые концентрации. Увеличение сортовой медопродуктивности достигается подведением здоровых и сильных пчелиных семей к цветению заданного медоноса. Это возможно только при использовании современного электрооборудования и технологических приемов при обслуживании пасеки. Повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем применения эффективных электротехнологий. Отмечено в литературе [1-3, 6], что электротехнологические приемы обработки сельскохозяйственной продукции являются экологически чистыми и довольно эффективными. Необходимо определить влияние электротехнологии на степень развития пчелиных семей. Интенсивность весеннего развития пчелиных семей зависит от сложного комплекса внешних и внутренних факторов [4, 7-11]. Имеется первая группа факторов: природно-климатические и медосборные условия местности. Однако человек не может существенно воздействовать на эту группу. Вместе с тем, на отдельные факторы можно повлиять: определить основные направления специализации пчеловодства, его рационального размещения; более полное использовать кормовую базы, включая перевозки семей к источникам медо-

сбора; проводить опыление энтомофильных культур; применять те или иные методы разведения и содержания пчел; производить выбор породы пчел на основе научного обоснования с учетом приспособленности к местным условиям. Вторая группа факторов связана с созданием внутри гнезда наиболее благоприятных условий для нормальной жизнедеятельности самой пчелиной семьи. Эта группа факторов может наиболее успешно подвергаться воздействию деятельности человека. Обеспечение оптимального микроклимата пчелиного жилища – важное условие интенсивного роста семей. Для нормального развития расплода в гнезде пчел необходима относительно высокая температура (34–35°C), на поддержание которой пчелы затрачивают много энергии и соответственно корма. Относительная влажность в период роста и развития расплода также сказывается на качестве выращенных пчел. Влажность изменяет содержание воды в тканях пчел, а в связи с этим оказывает влияние на массу тела, размер тергитов.

Газовый состав (содержание кислорода и диоксида углерода) в гнезде семьи пчел непостоянен и зависит от целого ряда факторов: физиологического состояния пчелиной семьи (наличия расплода и интенсивности его выращивания, численности пчел, роевого состояния), периода сезона, места в гнезде и уровня его аэрации. Обычно в центральной части гнезда концентрация диоксида углерода выше, чем на его периферии, а концентрация кислорода убывает от периферии к центру гнезда. Весной в период весеннего роста, вследствие интенсивного обмена веществ, имеет место повышенное содержание диоксида углерода CO_2 , что часто является затормаживающим фактором роста, а при повышении концентрации CO_2 более 4 % пчелы начинают активно вентилировать гнездо, что приводит к дополнительному износу особей и дополнительному расходу корма [9].

В семьях, пораженных инфекционными и инвазионными болезнями, наблюдается значительный отход взрослых пчел, уменьшается количество выращиваемого расплода. В результате пчелиные семьи слабеют и могут

погибнуть, если не будут приняты срочные меры по их оздоровлению. Профилактика и борьба с болезнями и вредителями пчел является очень важным условием улучшения развития семей и их продуктивности.

Физические свойства озона позволяют повышать температуру и содержание кислорода в газовом составе внутриульевого воздуха, а также снижать концентрацию болезнетворных микроорганизмов. Бактерицидное действие озона объясняют высокой реакционной активностью, способностью повреждать как липиды, так и белки, окисляя СН-, ОН- и СОН- группы аминокислот, а также ненасыщенные жирные кислоты [7–9]. В зависимости от дозы и времени действия повреждаются различные клеточные органеллы и ядерный аппарат. Озон окисляет оболочки микробных клеток, затрудняя или прекращая внешний обмен веществ, и наконец, обладая высоким редокс-потенциалом делает иным электрический заряд микробной оболочки, что нарушает её проницаемость в биологические объекты [7–9]. Дезинфицирующие свойства озона позволяют существенно снизить концентрацию болезнетворных микроорганизмов во внутриульевом составе воздуха. Улучшение этого параметра микроклимата позволит улучшить обмен веществ у пчел за счет снижения нагрузки иммунной системы, улучшить интенсивность весеннего развития, так как известно, что пчелиные особи в семьях с неблагоприятной санитарной обстановкой или отягощенные заболеваниями имеют более низкую воспитательную способность и, следовательно, выкармливают меньше личинок на одну особь [7-10], что существенно тормозит весеннее развитие пчелиных семей.

Озон реагирует с органическими и неорганическими радикалами, возникающими при разложении органических веществ. Таким образом, начинается цепная реакция экзотермического характера. Количественно подсчитать выделившуюся энергию представляется затруднительно, так как озон является катализатором целой системы реакций, большая часть которых протекает без его непосредственного участия. Следовательно, можно

выделить следующие процессы, сопровождающие электроозонирование воздуха в улье:

1) выделение кислорода (O_2), что снижает потребность пчелиной семьи в дополнительном воздухообмене;

2) выделение энергии, т.к. все процессы являются экзотермическими, что способствует осушению воздуха в улье до оптимальной влажности (80-85%), а это позволяет сократить воздухообмен на удаление метаболической влаги и экономить энергию пчелиной семьи;

3) при получении озона идет выделению тепловой энергии и получаемая озоновоздушная смесь имеет более высокую температуру, чем температура окружающего воздуха, то есть уменьшаются энергия пчелиной семьи в весенний период на подогрев внутриульевого пространства;

4) дезинфекция внутренних поверхностей улья.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на жизнедеятельность и развитие пчелиной семьи, является состояние внутреннего микроклимата. Широкий ареал обитания медоносных пчел обусловлен тем, что в процессе многомиллионной эволюции общественного образа жизни они приспособились коллективными усилиями регулировать параметры микроклимата своего жилища. Пчелиная семья обладает способностью теплообразования и терморегуляции, управления режимом влажности и газового состава воздуха. Основным параметром внутреульевого микроклимата является температурный режим. Прежде всего, он определяется жизнедеятельностью и состоянием самой семьи, хотя и находится в определенной зависимости от температуры окружающей среды. Механизм выработки теплоты у пчел основан на мышечной активности. Температурный режим гнезда пчел стабилизируется с момента откладывания яиц маткой и появления расплода. В активный период сезона относительно стабильная температура в гнезде поддерживается в зоне размещения расплода. Оптимальная температура в постэмбриональный период составляет 34,6–35,4 °С.

Наибольшие колебания температуры в области расплода ($\pm 2^\circ\text{C}$) отмечаются на периферии гнезда со стороны, противоположной летку. Самую стабильную температуру пчелы поддерживают на участках сотов с яйцами и молодыми личинками. С увеличением возраста личинок температура начинает колебаться в пределах $\pm 0,5^\circ\text{C}$, а с началом запечатывания расплода - в пределах $\pm 2^\circ\text{C}$. Температура и влажность воздуха взаимосвязаны. В летний период влажность воздуха в гнезде колеблется от 25 до 100 % в зависимости от состояния семьи, периода сезона, погодных условий и времени суток. Наиболее высокая относительная влажность воздуха (85–95 %) поддерживается в зоне размещения открытого расплода. При 45 %-й относительной влажности воздуха яйца высыхают и из них не вылупляются личинки, а при 50–55 %-й погибает до 40 % эмбрионов. Оптимальная относительная влажность для эмбрионального развития в яйце – 70–85 %. Относительная влажность в период роста и развития расплода сказывается на качестве выращенных пчел. Она изменяет содержание воды в тканях пчел, а в связи с этим оказывает влияние на массу тела, размер тергитов. От влажности окружающего воздуха зависит продолжительность жизни взрослых пчел. Так, при содержании рабочих пчел в энтомологических садках продолжительность их жизни при 25 %-й влажности воздуха наибольшая, а наименьшая — при 97 %-й. Установлено [7–9], что излишняя влажность способствует появлению и усилению таких опасных заболеваний, как нозематоз, акарапидоз, варроатоз, европейский гнилец и др.

Для выявления количества потерь тепла пчелиной семьи, воспользуемся формулой:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{Вент}} + P_{\text{огр}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{Вент}}$ – тепловые потери улья в результате воздухообмена, Вт; $P_{\text{огр}}$ – тепловые потери улья через ограждения, Вт.

Поглощение кислорода из свежего воздуха компенсируется выделением такого же объема углекислого газа. Объем воздуха, требуемый на

удаление метаболической влаги выше объема воздуха, для протекания реакции окисления, в среднем в 18 раз [9, 10]. Минимальный расход воздуха для удаления образующейся в улье влаги $Q_{вент}$ будет равен:

$$Q_{вент} = \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в}, \quad (2)$$

где $l_{вых}$ – абсолютное влагосодержание выходящего воздуха, г/ м³; $l_в$ – абсолютное влагосодержание входящего воздуха, г/ м³, $q_{H_2O_{пч}}$ – количество воды, выделившееся в результате окисления корма пчелами, $q_{H_2O_{пч}} = 0,68 \cdot G_k$, г/ч; G_k – расход корма пчелами, г/ч.

При удалении из улья обогащенный парами воды воздух удаляется из него и тепло. Такого типа потери можно рассчитать по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta P_{вент} &= (\rho_0 \cdot c_в \cdot Q_{вент} + q_{H_2O_{пч}} \cdot c_{H_2O}) \cdot \Delta t_в = \left(\rho_0 \cdot c_в \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} + \frac{q_{H_2O_{пч}} \cdot l_в}{l_{вых} - l_в} \cdot c_{H_2O} \right) \cdot \Delta t_в = \\ &= \left(\frac{\rho_0 \cdot c_в}{l_{вых} - l_в} + \frac{c_{H_2O} \cdot l_в}{l_{вых} - l_в} \right) \cdot q_{H_2O_{пч}} \cdot \Delta t_в = (\rho_0 \cdot c_в + c_{H_2O} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в = \\ &= \frac{1}{3,6} (1,3 \cdot 1,01 + 4,19 \cdot 10^{-3} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в = (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_в) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_в} \cdot \Delta t_в, \quad (3) \end{aligned}$$

где ρ_0 – плотность воздуха, 1,3 кг/м³ при температуре 0-10 °С; $\Delta t_в$ – изменение температуры входящего и выходящего воздуха, °С, $c_в$ – теплоемкость воздуха, 1,01·10³ Дж/кг·град; c_{H_2O} – теплоемкость воды, 4,19·10³ Дж/кг·град.

Используя данные литературы [10], где в зависимости от относительной влажности воздуха, относительной влажности воздуха и его расхода, а также принятой температуре внутри улья 10°С, были получены значения расхода корма пчелами (табл. 2).

Таблица 2 – Потребление корма, расход воздуха, влагосодержание воздуха при различных значениях наружной температуры и относительных влажностях, при температуре выходящего воздуха из клуба 10°C

φ, %	$t_n, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{вент}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$l_e, \text{г}/\text{м}^3$	$l_{\text{вых}}, \text{г}/\text{м}^3$	$G_k, \text{г}/\text{ч}$
60	-15	0,44	0,98	5,85	3,186
	-10	0,4	1,35	5,85	2,647
	-5	0,3	2,03	5,85	1,704
	0	0,21	3,00	5,85	0,882
	5	0,17	4,28	5,85	0,386
	10	0	5,85	5,85	0,010
70	-15	0,45	1,14	6,83	3,802
	-10	0,42	1,58	6,83	3,217
	-5	0,31	2,36	6,83	2,051
	0	0,24	3,5	6,83	1,176
	5	0,17	4,99	6,83	0,466
	10	0	6,83	6,83	0,01
80	-15	0,53	1,20	7,60	5,190
	-10	0,46	2,00	7,60	3,851
	-5	0,32	2,90	7,60	2,255
	0	0,26	4,00	7,60	1,391
	5	0,29	5,5	7,60	0,92
	10	0,3	7,5	7,60	0,01
90	-15	0,50	1,46	8,78	5,377
	-10	0,46	2,03	8,78	4,512
	-5	0,36	3,04	8,78	3,013
	0	0,31	4,50	8,78	1,934
	5	0,40	6,41	8,78	1,39
	10	0	8,78	8,78	0,01
100	-15	0,53	1,63	9,75	6,288
	-10	0,47	2,25	9,75	5,130
	-5	0,40	3,38	9,75	3,750
	0	0,38	5,00	9,75	2,636
	5	0,48	7,13	9,75	1,861
	10	0,48	9,75	9,75	0,01

На основании табличных данных построены графики зависимости тепловых потерь в улье от температуры наружного воздуха и его относительной влажности (рис.1). Из приведенных графиков видно, что при изменении температуры наружного воздуха от -15 до 8°C и изменении влажности наружного воздуха от 60 до 100 % потери уменьшаются от 4–5 Вт до 0,2–0,4 Вт. На вид таких характеристик также оказывает влияние температура внутри клуба пчел.

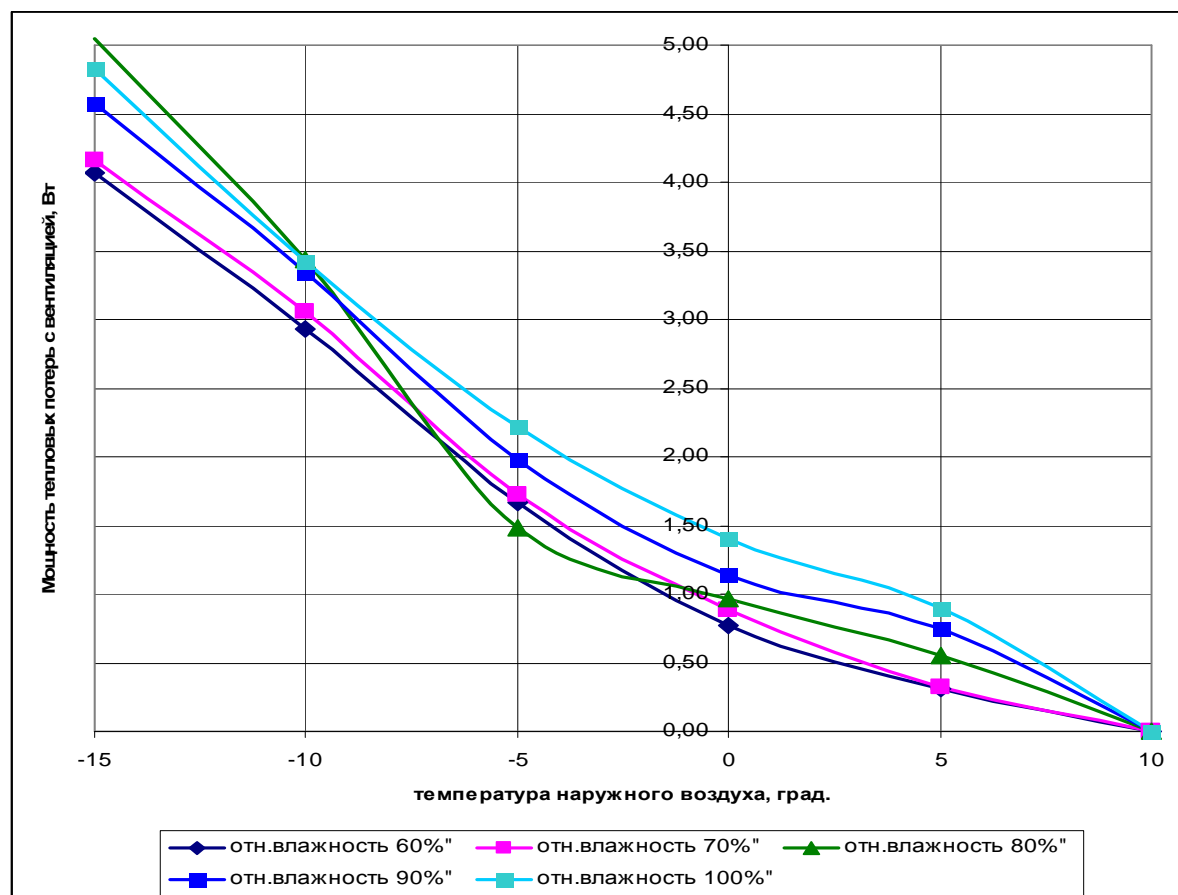


Рисунок 1 – Зависимости потерь тепловой мощности вентиляции от температуры наружного воздуха, его влажности и температуре выходящего воздуха из клуба 10°C

На основе данных литературы [10], могут быть построены графики для отдельных влажностей воздуха и в зависимости от температуры внутри клуба, так например, для влажности воздуха 80 % представлены на рисунке 2. Анализ графиков на рисунке 2 показывает что изменение температуры внутри клуба $\pm 4^{\circ}\text{C}$ приводит к изменению тепловых потерь при температуре наружного воздуха -15°C - ± 1 Вт, а при температуре 5°C - $\pm 0,5$ Вт. Полученные зависимости справедливы для зимнего (спокойного) состояния пчел, когда они находятся в клубе. Если пчелы перейдут в активную фазу, связанную с закладкой маткой личинок и пчелиный клуб распадется, то эти зависимости резко изменятся.

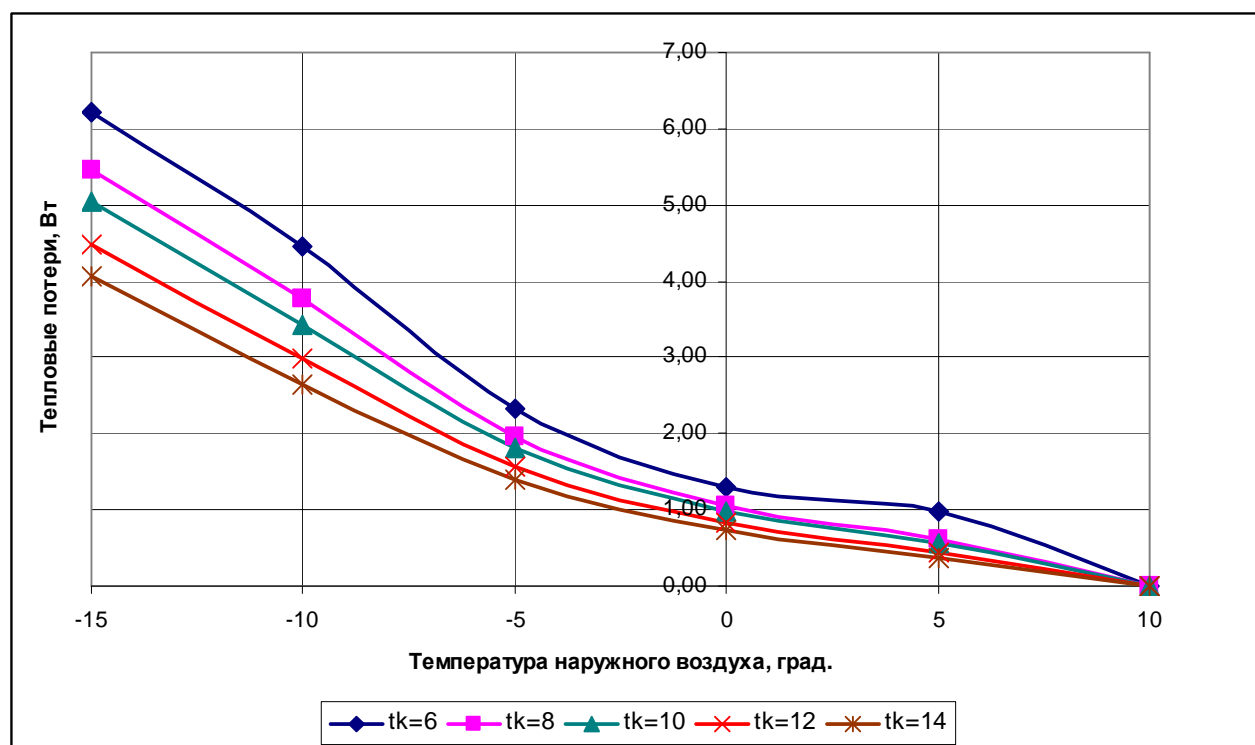


Рисунок 2 – Зависимости потерь тепловой мощности вентиляции от температуры наружного воздуха, температуры выходящего воздуха из клуба и при влажности 80 %

При подаче озонозоооздушной смеси во внутрь улья, снижается абсолютная влажность внутреульевого воздуха за счет того, что в первую очередь для получения озона используют максимально сухой воздух. Для осушения воздуха на выходе компрессора устанавливаются осушительные фильтры обычно адсорбирующего типа. Кроме того, сам озон обладает осушающей способностью, как было приведено выше, за счет вступления в реакцию с молекулами воды. Таким образом, влагосодержание в озонозоооздушной смеси находится на уровне 0,05–0,1 г/м³. При подаче озонозоооздушной смеси равной естественному воздухообмену улья, концентрация влаги уменьшится в два раза. Тогда увеличится значение разницы влагосодержания $l_{вых} - l_{в}$, а это приведет к сокращению воздухообмена, требуемого на удаление метаболической влаги для поддержания необходимой внутреульеовой влажности. Обычно температура озонозоооздушной смеси выше температуры входного воздуха на 5–6°С. Следовательно при смешении

нии с таким значением воздухообмена разница температур Δt_{ϵ} уменьшится на $2,5^{\circ}$. Следовательно, обработка пчел озоном, наряду со снижением концентрации болезнетворных микроорганизмов, позволит уменьшить энергетические потери за счет снижения воздухообмена, т.е. улучшить условия для развития пчелиной семьи. Тогда тепловые потери выразятся следующей формулой:

$$\Delta P_{\text{вентОз}} = (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_{\epsilon}) \cdot \frac{q_{H_2O \text{ пч}}}{l_{\text{вых}} - 0,5 \cdot l_{\epsilon}} \cdot (\Delta t_{\epsilon} - 2,5) \quad (4)$$

Тепловые потери через ограждения определяются по формуле:

$$P_{\text{озр}} = \sum k_{0i} \cdot A_{0i} \cdot (t_{\epsilon} - t_{н}), \quad (5)$$

где k_{0i} – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$); A_{0i} – площадь поверхностей отдельных ограждений, м^2 ; t_{ϵ} – внутренняя температура рассматриваемого периода, $^{\circ}\text{C}$; $t_{н}$ – средняя температура наружного воздуха в рассматриваемый период, $^{\circ}\text{C}$.

Уравнение тепловых потерь через ограждения для улья имеет вид [10]:

$$P_{\text{озр}} = \frac{A_0 \cdot (t_{\epsilon} - t_{н})}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_l + \alpha_k}}, \quad (6)$$

где δ_{cm} – толщина стенки улья, м; λ_{cm} – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м $^{\circ}\text{C}$; δ_i – толщина диафрагм, подушек, рамок, слоев воздуха и т.д., м; λ_i – соответствующие коэффициенты теплопроводности Вт/м $^{\circ}\text{C}$; α_l и α_k – коэффициенты теплоотдачи внешней поверхности стенки улья в окружающую среду, учитывающие действие лучистого и конвективного воздухообменов.

Тогда, полные тепловые потери без озонирования составят:

$$\begin{aligned}
 P_{общ} &= \frac{A_o \cdot (t_g - t_n)}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_l + \alpha_k}} + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_g) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_g} \cdot \Delta t_g = \\
 \Phi_{озр} \cdot \Delta t_g &+ (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_g) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_g} \cdot \Delta t_g = \\
 \Delta t_g &\left[\Phi_{озр} + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot l_g) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - l_g} \right]
 \end{aligned} \quad , \quad (7)$$

где $\Phi_{озр}$ - удельная тепловая характеристика улья, Вт/град.

Полные тепловые потери с озонированием можно рассчитать по формуле:

$$P_{общ} = \Phi_{озр} \cdot \Delta t_g + (0,365 + 1,164 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot l_g) \cdot \frac{q_{H_2O_{пч}}}{l_{вых} - 0,5 \cdot l_g} \cdot (\Delta t_g - 2,5) \quad (8)$$

Произведены расчеты полных тепловых потерь без озонирования и с озонированием и сведен полученные данные в таблицу 3. На рисунке 3 представлены общие тепловые потери для относительной влажности воздуха равной 80 %. Из графика (рис. 3) видно, что существенного влияния на тепловые потери озонирование не оказывает. Озонирование может только оказывать бактерицидное влияние на внутреннее состояние улья.

Таким образом, в зимний период (период покоя) потери тепла изменяются по линейному закону в зависимости от температуры за ульем.

Таблица 3 – Расчетные данные по тепловым потерям с озонированием и без него

t_n °C	$P_{огр}$, Вт	Относительная влажность воздуха, %									
		60		70		80		90		100	
		$P_{общ}$, Вт	$P_{общОЗ}$, Вт	$P_{общ}$, Вт	$P_{общОЗ}$, Вт	$P_{общ}$, Вт	$P_{общОЗ}$, Вт	$P_{общ}$, Вт	$P_{общОЗ}$, Вт	$P_{общ}$, Вт	$P_{общОЗ}$, Вт
-15	10,75	14,82	14,07	14,91	14,14	15,80	14,89	15,33	14,48	15,58	14,68
-10	8,6	11,53	10,82	11,66	10,91	12,04	11,13	11,94	11,12	12,02	11,18
-5	6,45	8,12	7,54	8,17	7,58	7,93	7,50	8,42	7,74	8,67	7,89
0	4,3	5,08	4,68	5,19	4,73	5,27	4,76	5,44	4,85	5,70	4,98
5	2,15	2,46	2,21	2,47	2,22	2,70	2,27	2,89	2,30	3,05	2,34

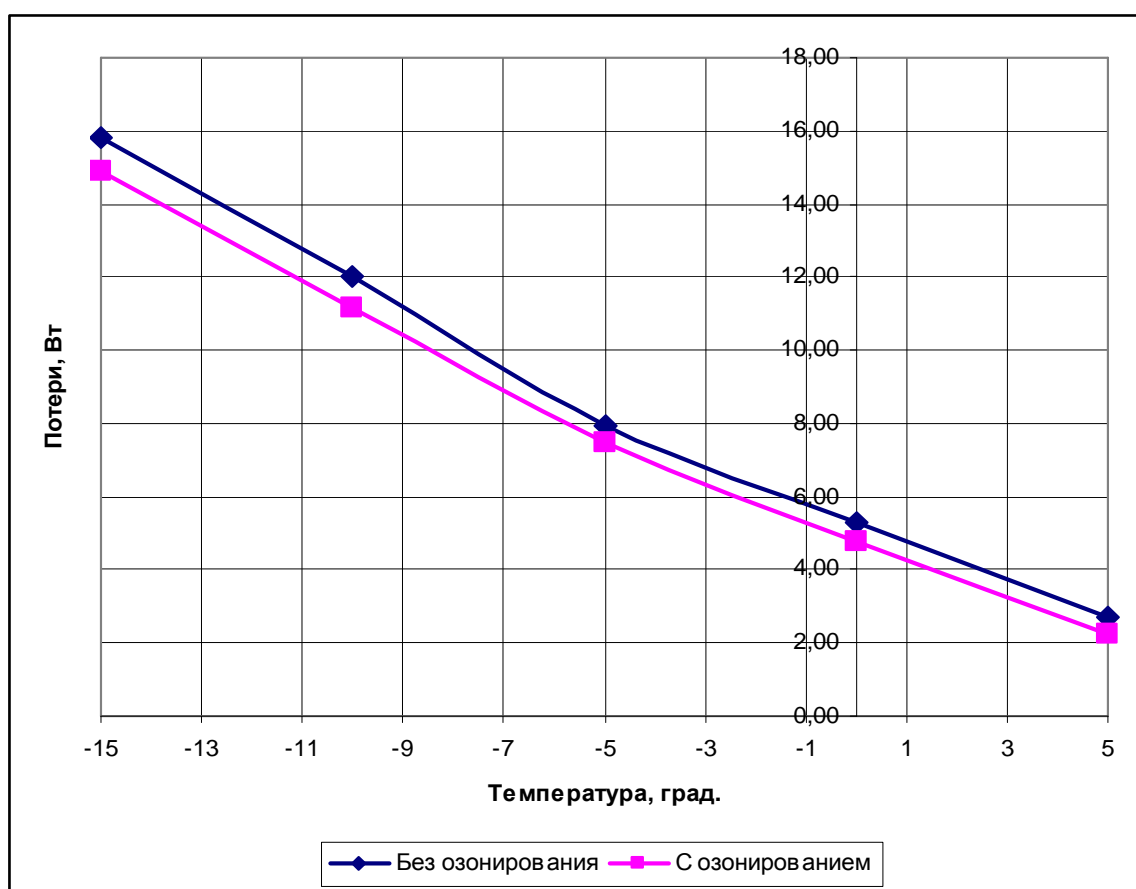


Рисунок 3 – Зависимости общих тепловых потерь улья от наружной температуры с озонированием и без него

В результате аппроксимации кривой показанной на графике рисунка 3 получено следующее уравнение:

$$P_{общ} = 5,4 - 0,66 \cdot t_n \tag{9}$$

Используя полученные расчеты и графики, можно создать автоматизированную систему управления микроклиматом в улье. Для этого необхо-

димо также воспользоваться законами управления, изложенными в [6] и применить соответствующие датчики, микроконтроллеры и исполнительные органы. Все это позволит выйти на следующий – повышенный уровень рентабельности пчеловодства, что повысит конкурентоспособность производимых продуктов.

Список литературы

1. Оськин С.В. Повышение экологической безопасности сельскохозяйственной продукции./С.В. Оськин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011, №5., с.21-23.
2. Оськин С.В. Инновационные установки для повышения экологической безопасности/С.В. Оськин // Научно-технический и информационно-аналитический журнал. Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. Международный научно-практический журнал; Вып. №3-4 (15-16)-Краснодар 2013.-С. 174-184.
3. Оськин С.В. Инновационные способы повышения экологической безопасности продукции//С.В. Оськин//Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.-2013, №8.-с.75-80.
4. Пат. РФ №2215410 МПК: 7А 01К 51/00 А Способ борьбы с восковой молью /В.К. Андрейчук, Д.А. Нормов, С.В. Оськин; заявитель и патентообладатель КГАУ.- №2001132922/13; опубл. 03.12.2001.
5. Оськин С.В. Автоматизированный электропривод: Учебное пособие / С.В. Оськин.- Краснодар, ООО «Крон», 2013 г.- 488 с.
6. Оськин С.В. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/ С.В. Оськин// Труды кубанского государственного аграрного университета.: Выпуск №3(24), Краснодар, 2010, с.147-154
7. Овсянников Д.А. Озонирование как метод стимуляции весеннего развития пчелиных семей: монография/Д.А. Овсянников; КубГАУ – Краснодар, 2007.-108 с.
8. Овсянников Д.А. Система стабилизированного озонирования ульев для профилактики и лечения бактериозов пчел: монография Д.А. Овсянников, С.А. Николаенко; КубГАУ.- Краснодар, 2013.- 144 с.
9. Оськин С.В., Овсянников Д.А. Электротехнологические способы и оборудование для повышения производительности труда в медотоварном пчеловодстве Северного Кавказа: монография. / С.В. Оськин, Д. А. Овсянников - Краснодар: Изд-во ООО «Крон», 2015.- 198 с.
10. Оськин С.В., Овсянников Д.А. Необходимость применения экологически чистых способов обработки пчелиных семей от существующих болезней/ С.В. Оськин, Д. А. Овсянников// Научно-технический и информационно-аналитический журнал. Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. Международный научно-практический журнал; Вып. №2 (18)-Краснодар 2014.-С. 134-144.
11. Оськин С.В., Овсянников Д.А. Способы повышения производительности труда в пчеловодстве/ С.В. Оськин, Д. А. Овсянников// Научный журнал КубГАУ (Электронный ресурс).-Краснодар: КубГАУ,2014.- №97 (03)-Шифр Информрегиста: 0971403085. п.л. 0,81 – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/85.pdf>

References

1. Os'kin S.V. Povyshenie jekologicheskoj bezopasnosti sel'skohozhajstvennoj produkcii./S.V. Os'kin// Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozhajstva. 2011, №5., s.21-23.
2. Os'kin S.V. Innovacionnye ustanovki dlja povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti/S.V. Os'kin // Nauchno-tehnicheskij i informacionno-analiticheskij zhurnal. Chrezvyčajnye situacii: promyshlennaja i jekologicheskaja bezopasnost'. Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal; Vyp. №3-4 (15-16)-Krasnodar 2013.-S. 174-184.
3. Os'kin S.V. Innovacionnye sposoby povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti produkcii/S.V. Os'kin//Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'.-2013, №8.- s.75-80.
4. Pat. RF №2215410 MPK: 7A 01K 51/00 A Sposob bor'by s voskovoj mol'ju /V.K. Andrejchuk, D.A. Normov, S.V. Os'kin; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU.- №2001132922/13; opubl. 03.12.2001.
5. Os'kin S.V. Avtomatizirovannyj jelektroprivod: Uchebnoe posobie / S.V. Os'kin.- Krasnodar, ООО «Kron», 2013 g.- 488 s.
6. Os'kin S.V. Innovacionnye puti povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti sel'skohozhajstvennoj produkcii/ S.V. Os'kin// Trudy kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.: Vypusk №3(24), Krasnodar, 2010, s.147-154
7. Ovsjannikov D.A. Ozonirovanie kak metod stimuljacii vesennego razvitija pchelinyh semej: monografija/D.A. Ovsjannikov; KubGAU – Krasnodar, 2007.-108 s.
- 8.Ovsjannikov D.A. Sistema stabilizirovannogo ozonirovanija ul'ev dlja profi-laktiki i lechenija bakteriozov pchel: monografija D.A. Ovsjannikov, S.A. Nikolaenko; KubGAU.- Krasnodar, 2013.- 144 s.
- 9.Os'kin S.V., Ovsjannikov D.A. Jelektrotehnologicheskie sposoby i oborudovanie dlja povyshenija proizvoditel'nosti truda v medotovarnom pchelovodstve Severno-go Kavkaza: monografija. / S.V. Os'kin, D. A. Ovsjannikov - Krasnodar: Izd-vo ООО «Kron», 2015.- 198 s.
10. Os'kin S.V., Ovsjannikov D.A. Neobhodimost' primenenija jekologicheski chistyh sposobov obrabotki pchelinyh semej ot sushhestvujushhih boleznej/ S.V. Os'kin, D. A. Ovsjannikov// Nauchno-tehnicheskij i informacionno-analiticheskij zhurnal. Chrezvyčajnye situacii: promyshlennaja i jekologicheskaja bezopasnost'. Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal; Vyp. №2 (18)-Krasnodar 2014.-S. 134-144.
11. Os'kin S.V., Ovsjannikov D.A. Sposoby povyshenija proizvoditel'nosti truda v pchelovodstve/ S.V. Os'kin, D. A. Ovsjannikov// Nauchnyj zhurnal KubGAU (Jelek-tronnyj resurs).-Krasnodar: KubGAU,2014.- №97 (03)-Shifr Informregista: 0971403085. p.l. 0,81 – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/85.pdf>