

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ

D.N. Byshov, D.E. Kashirin,
I.A. Uspensky, S.S. Morozov, V.Yu. Chukhlanov

THE RESEARCH OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF HONEYCOMBS

Бышов Д.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань.

E-mail: kadm76@mail.ru

Каширин Д.Е. – д-р техн. наук, доц., зав. каф. электроснабжения Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань.

E-mail: kadm76@mail.ru

Успенский И.А. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технической эксплуатации транспорта Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань.

E-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru

Морозов С.С. – соиск. каф. электроснабжения Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, г. Рязань.

E-mail: mars37603@mail.ru

Чухланов В.Ю. – д-р техн. наук, проф. каф. химических технологий Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир.

E-mail: vladsilan@mail.ru

Byshov D.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Machine and Tractor Park Operation, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan.

E-mail: kadm76@mail.ru

Kashirin D.E. – Dr. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Power Supply, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan.

E-mail: kadm76@mail.ru

Uspensky I.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Technical Operation of Transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan.

E-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru

Morozov S.S. – Applicant, Chair of Power Supply, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan.

E-mail: mars37603@mail.ru

Chukhlanov V.Yu. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Chemical Technologies, Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir.

E-mail: vladsilan@mail.ru

В статье представлены результаты исследования зависимости теплофизических свойств пчелиных сотов от относительной влажности содержащейся в них перги. Данные исследования необходимо учитывать как при проектировании и обосновании конструктивно-технологических параметров оборудования для сушки перговых сотов, являющейся одним из этапов технологии извлечения перги, так и при формировании гнезда пчелиной семьи на зиму. Лабораторное исследование проводили в три этапа: исследование теплофизических характеристик перговых сотов нативной влажности; исследование теплофизических

характеристик перговых сотов, высушенных конвективным способом на протяжении 48 часов, и исследование теплофизических характеристик восковой основы, освобожденной от перги. Исследование теплофизических свойств перговых сотов производили в измерителе теплопроводности ИТП-МГ4 «100». Методика проведения исследования и общий вид установки во время проведения исследования теплофизических свойств перговых сотов описаны в статье. По результатам исследования были построены графические зависимости теплового сопротивления R и коэффициента теплопередачи K . Полученные

результаты эксперимента показывают, что восковая основа является эффективным теплоизолятором в результате большой объемной доли сухого воздуха, обладая значением коэффициента теплопередачи, равным $2,732 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$. На основании полученных данных можно сделать вывод, что перга обладает высокой теплопроводностью, зависящей от ее влажности, поэтому при заполнении свободных ячеек сота пергой нативной влажности значение коэффициента теплопередачи возрастает до $3,968 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$. С уменьшением влажности перги значение коэффициента теплопередачи уменьшается до $3,154 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$, а тепловое сопротивление R увеличивается с $0,252$ до $0,317 \text{ м}^2\cdot\text{град/Вт}$. Это связано с уменьшением влаги в местах соприкосновения частиц перги и увеличением объемной доли сухого воздуха.

Ключевые слова: пчелиные соты, восковое сырье, перга, конвективная сушка, теплофизические свойства.

The study presents the results of the research of the dependence of thermophysical properties of honeycombs on relative humidity of bee bread contained in them. The research need to be taken into account both in the design and justification of structural and technological parameters of the equipment for drying combs, which is one of the stages of the technology for extracting bee bread, and in the formation of the nest for a bee colony for winter. Laboratory research was carried out in three stages: the research of thermophysical characteristics of honeycombs of native humidity; the research of thermophysical characteristics of the honeycombs, dried in convective manner for 48 hours and the research of thermal characteristics of wax base, freed from bee bread. The measurement of thermophysical properties of honeycombs was carried out in ITP-MG4 "100" thermal conductivity meter. The methodology of the research and general view of the installation during the investigation of thermophysical properties are described in the study. According to the results of the study graphical dependences of thermal resistance R and heat transfer coefficient K have been constructed. The results of the experiment show that the wax base has been an effective heat insulator as a result of a large volume fraction of dry air, having a heat trans-

fer coefficient of $2.732 \text{ W/m}^2\cdot\text{deg}$. On the basis of the data obtained, it can be concluded that bee bread has a high thermal conductivity, depending on its humidity, therefore, when filling free cells of native humidity cell with bee bread of native humidity, the heat transfer coefficient increases to $3.968 \text{ W/m}^2\cdot\text{deg}$. With the decrease in the moisture content of bee bread, the value of the heat transfer coefficient decreases to $3.154 \text{ W/m}^2\cdot\text{deg}$ and the thermal resistance R increases from $0.252 \text{ m}^2\cdot\text{deg/W}$ to $0.317 \text{ m}^2\cdot\text{deg/W}$. This is due to the decrease in the moisture at the points of contact between the particles of bee bread and the increase in the volume fraction of dry air.

Keywords: honeycombs, wax raw materials, bee bread, convective drying, thermal properties.

Введение. Во всем мире наиболее важной ролью пчеловодства является опыление сельскохозяйственных культур с целью улучшения качества получаемой продукции и повышения их урожайности [1–5]. При этом основным источником дохода пчеловодческих хозяйств является реализация продуктов пчеловодства [6]. Одним из наиболее ценных продуктов пчеловодства является перга [7–9]. Насыщенная биологически активными компонентами, она представляет собой уникальный природный лекарственный препарат, применяемый для лечения и профилактики целого ряда заболеваний [10–13].

Из-за высокой влажности нативная (находящаяся в улье) перга является хорошей средой для развития плесени, дрожжей и болезнетворных бактерий, поэтому для сохранения полезных свойств продукта необходимо подвергать его сушке [14]. В настоящее время существует большое количество разнообразных установок для сушки перги. Однако в результате технологического преимущества наибольшее распространение в настоящее время получили установки, реализующие конвективную сушку [15–17].

При проектировании и обосновании конструктивно-технологических параметров оборудования для сушки необходимо знать их точные теплофизические характеристики [18].

Исследованием теплофизических свойств перговых сотов занимались многие ученые [19–22]. Однако используемые методы определения

теплофизических свойств перговых сотов имеют ряд недостатков, одним из которых является высокая погрешность измерений в связи с использованием несертифицированного и кустарно изготовленного оборудования.

Цель исследования. Определение теплофизических свойств перговых сотов в зависимости от относительной влажности содержащейся в них перги.

Материалы и методы исследования. Для обеспечения высокой точности получаемых результатов нами было проведено исследование с использованием измерителя теплопроводности ИТП-МГ4 «100» производства ООО «СКБ Стройприбор».

Опыт проводили в 3 этапа. На первом этапе определяли теплофизические свойства извлеченного из улья сота, заполненного свежей пергой нативной влажности. На втором этапе – теплофизические свойства сота, заполненного

пергой, после конвективной сушки горячим воздухом на протяжении 48 часов. Третий этап исследования был направлен на изучение свойств восковой основы, освобожденной от перговых гранул.

Из заготовленных сотов формировали экспериментальные навески размером 100×100 мм.

В общем случае порядок проведения опыта был следующим: перед проведением исследования установка была откалибрована по эталону, после чего исследуемый образец помещали в установку и фиксировали его прижимным устройством. Затем включали электропитание прибора и выбирали режим измерения, задавая толщину материала. По окончании измерения записывали показания прибора.

Общий вид установки для определения теплофизических свойств перговых сотов показан на рисунке 1.

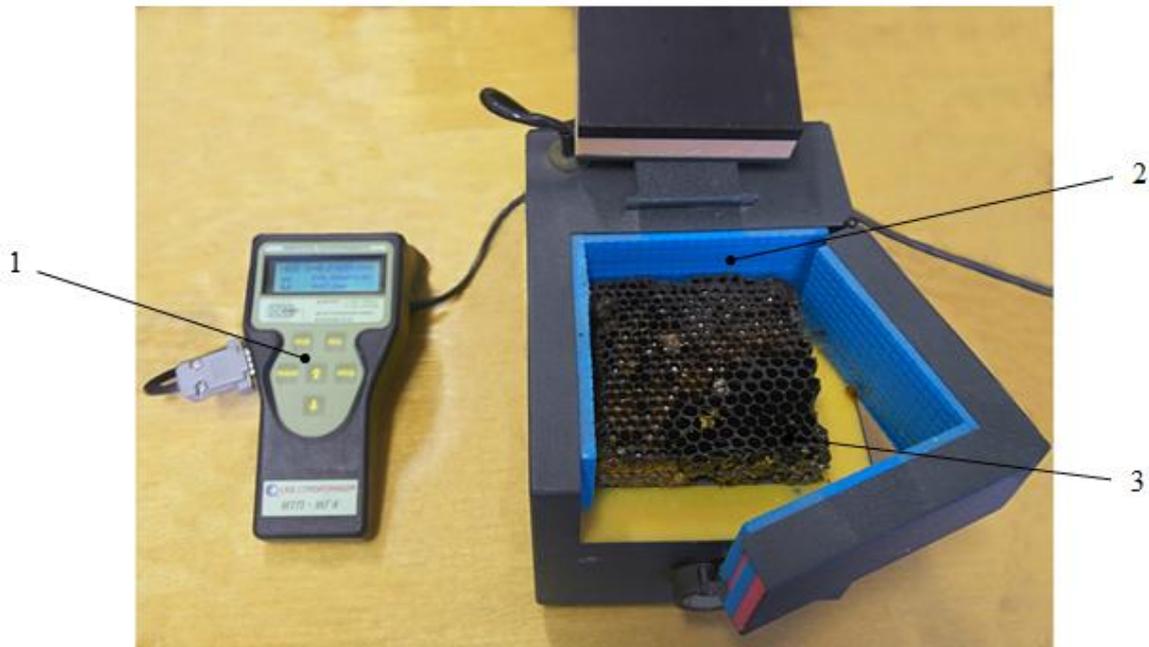


Рис. 1. Общий вид установки во время проведения исследования:
1 – электронный блок; 2 – испытательная камера; 3 –исследуемый материал

Вычисления теплового сопротивления R и коэффициента теплопередачи K производились по формулам:

$$R_H = \frac{T_H - T_X}{q} - 2 \cdot R_K; \quad (1)$$

$$K = \frac{1}{R_H}, \quad (2)$$

где R_H – тепловое сопротивление измеряемого образца, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; R_K – тепловое сопротивление между лицевой гранью образца и рабочей поверхностью плиты прибора, упитывающей при

калибровке прибора, $m^2 \cdot K / Bt$; q – плотность стационарного теплового потока, проходящего через измеряемый образец, Bt/m^2 ; T_H – температура горячей грани измеряемого образца, K ; T_X – температура холодной грани измеряемого образца, K .

По окончании измерений исследуемые образцы взвешивали и определяли влажность в

соответствии с методом, соответствующим требованиям ГОСТ 31776-2012.

Результаты и их обсуждение. Статистические данные, полученные в ходе определения теплофизических свойств, приведены в таблице.

По результатам исследования были построены графические зависимости теплового сопротивления R и коэффициента теплопередачи K (рис. 2, 3).

Теплофизические свойства перговых сотов

Образец	Влажность, %				Тепловое сопротивление R , $m^2 \cdot \text{град} / Bt$				Коэффициент теплопередачи K , $Bt/m^2 \cdot \text{град}$			
	повторности			W_{cp}	повторности			R_{cp}	повторности			K_{cp}
	W_1	W_2	W_3		R_1	R_2	R_3		K_1	K_2	K_3	
Перговый сот нативной влажности	23,4	23,3	23,8	23,5	0,256	0,241	0,26	0,252	3,906	4,149	3,846	3,968
Перговый сот после сушки	12,7	13,1	11,7	12,5	0,315	0,315	0,321	0,317	3,175	3,175	3,115	3,154
Восковая основа	1,8	1,3	2,1	1,73	0,362	0,366	0,37	0,366	2,762	2,732	2,703	2,732

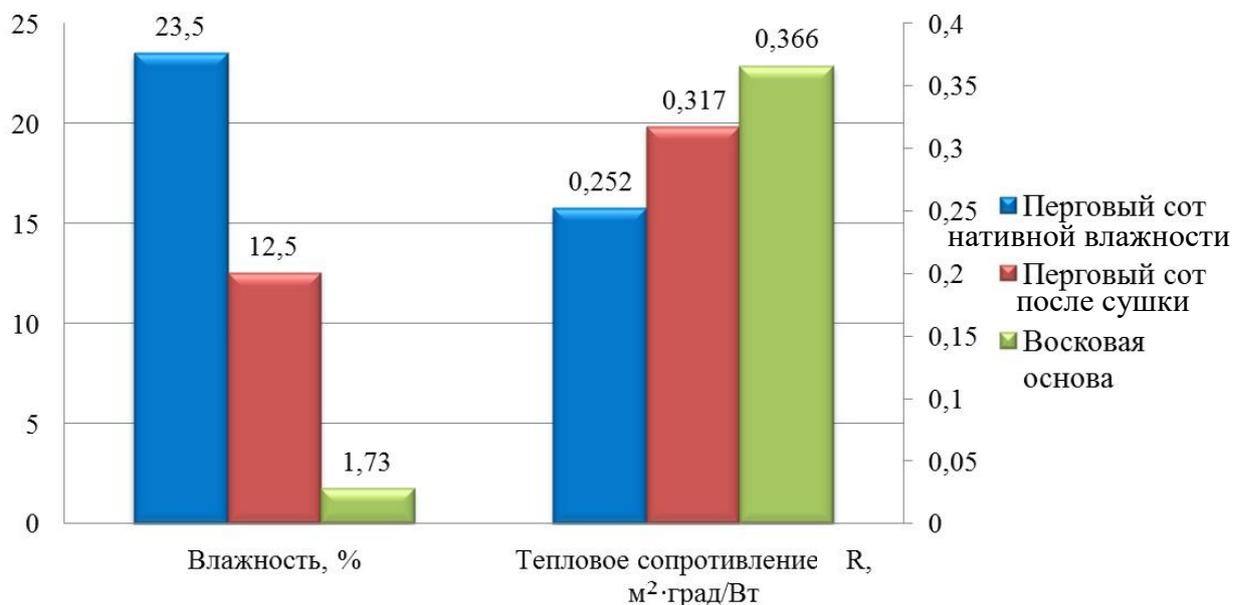


Рис. 2. Графическая зависимость теплового сопротивления R

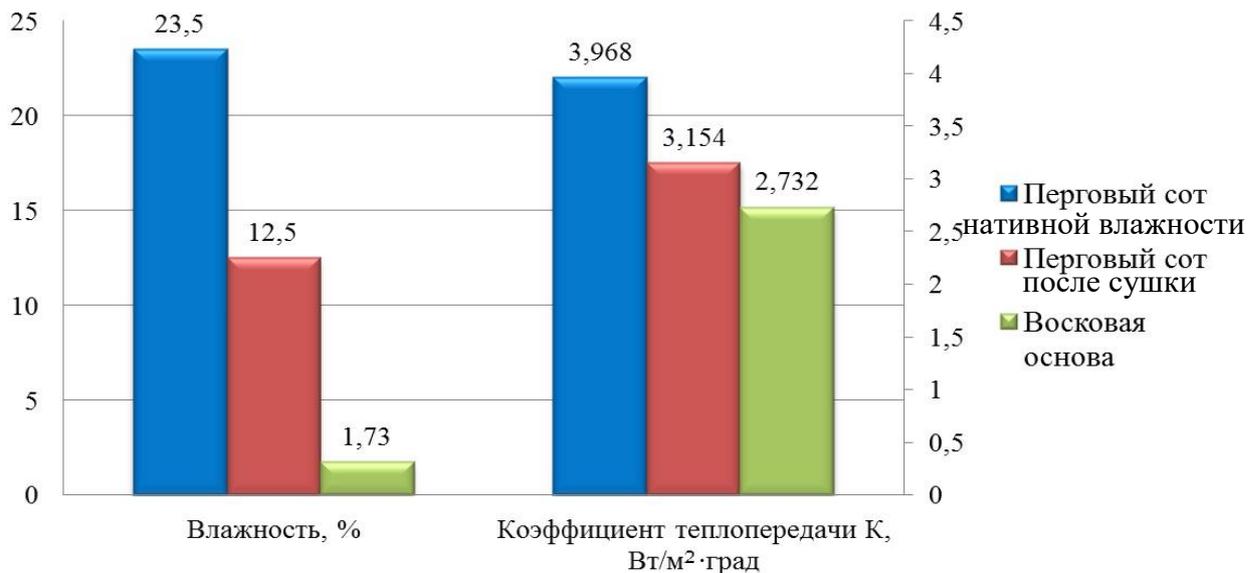


Рис. 3. Графическая зависимость коэффициента теплопередачи K

Из полученных данных видно, что восковая основа, имеющая значение коэффициента теплопередачи 2,732 Вт/м²·град, является эффективным теплоизолятором. Это связано с тем, что большой объем свободных ячеек сота заполнен сухим воздухом, коэффициент теплопередачи которого составляет 1,0 Вт/м²·град [22].

В свою очередь, при уменьшении влажности перги, содержащейся в соте, значение коэффициента теплопередачи уменьшается. Данное явление объясняется уменьшением влаги в местах соприкосновения частиц перги.

Выводы. На основании полученных результатов исследований можно сделать вывод, что наибольшим тепловым сопротивлением, величина которого составляет 0,366 м²·град/Вт, обладает восковая основа сота, полностью освобожденная от перги. Это объясняется ячеистой структурой исследуемых образцов, которые заполнены большим объемом сухого воздуха. В свою очередь, перга обладает высокой теплопроводностью, зависящей от ее влажности, поэтому при заполнении свободных ячеек сота пергой нативной влажности значение коэффициента теплопередачи возрастает до 3,968 Вт/м²·град. С уменьшением влажности перги значение коэффициента теплопередачи уменьшает до 3,154 Вт/м²·град, а тепловое сопротивление R увеличивается с 0,252 до 0,317 м²·град/Вт. Полученные данные могут быть использованы как при проектировании и

обосновании конструктивно-технологических параметров оборудования для сушки перговых сотов, так и при формировании гнезда пчелиной семьи на зиму.

Литература

1. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Морозов С.С. [и др.]. Исследование изменения температуры перги в процессе вакуумной инфракрасной сушки // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (38). – С. 69–72.
2. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Гобелев С.Н. [и др.]. К вопросу вакуумной инфракрасной сушки перги // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 1(29). – С. 56–59.
3. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Морозов С.С. К вопросу экспериментального исследования инфракрасной вакуумной сушки перги в соте // Методы механики в решении инженерных задач: мат-лы I Всерос. науч.-практ. конф. – Лесниково, 2017. – С. 102–104.
4. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Гобелев С.Н. [и др.]. К вопросу энергосберегающей сушки перги // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологические устойчивые технологии и системы сельскохозяйствен-

- ного производства: сб. науч. тр. – Рязань, 2016. – С. 160–162.
5. *Бышов Н.В., Каширин Д.Е.* Модернизированная энергосберегающая установка для сушки перги // *Техника в сельском хозяйстве.* – 2012. – № 1. – С. 26–27.
 6. *Бышов Н.В., Борычев С.Н., Бышов Д.Н.* [и др.]. Совершенствование энергосберегающих технологий извлечения перги. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2017. – 192 с.
 7. *Морозов С.С., Каширин Д.Е.* Вакуумная инфракрасная сушка перги // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: мат-лы X Междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2017. – С. 172–174.
 8. *Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Гобелев С.Н.* [и др.]. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева.* – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.
 9. *Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Гобелев С.Н.* [и др.]. К вопросу определения прочностных свойств перги // *Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I* / под общ. ред. *Н.И. Бухтоярова, В.И. Орбинского, И.В. Баскакова.* – Воронеж, 2015. – С. 113–116.
 10. *Бышов, Д.Н., Каширин Д.Е., Рябченко П.А.* [и др.]. Получение перги промышленным способом // *Forest Engineering: мат-лы науч.-практ. конф. с междунар. участием.* – Якутск, 2018. – С. 36–38.
 11. *Бышов Н.В., Каширин Д.Е.* Вопросы теории механизированной технологии извлечения перги из перговых сотов. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2012. – 113 с.
 12. *Морозов С.С., Протасов А.В.* Исследование рабочего процесса вакуумной инфракрасной сушильной установки перги // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* – Краснодар, 2017. – № 7(131). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/62.pdf>.
 13. *Бышов Н.В., Каширин Д.Е.* Экспериментальное исследование режимов циклической конвективной сушки перги в соте // *Вестник КрасГАУ.* – 2012. – № 5. – С. 283–285.
 14. *Каширин Д.Е., Морозов С.С., Нефедов Б.А.* [и др.]. Исследование процесса вакуумной инфракрасной сушки перги // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 3. – С.168–173.
 15. *Морозов С.С., Каширин Д.Е.* К вопросу определения производительности установки для вакуумной инфракрасной сушки перги // *Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В.А. Солопова.* – Мичуринск, 2018. – С. 71–73.
 16. Патент на изобретение № 2391610 РФ, F26B9/06. Установка для сушки перги / *Д.Е. Каширин* (РФ). – № 2009109542/06; заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, Бюл. № 16.
 17. Патент на изобретение № 2660575 РФ, F26B 9/066; F26B 5/04; F26B 25/00. Установка для сушки перги / *Каширин Д.Е., Гобелев С.Н., Бышов Д.Н., Морозов С.С.* (РФ). – № 2016136571; заявл. 12.09.2016; опубл. 06.07.2018, Бюл. № 19.
 18. *Каширин Д.Е., Мурог И.А., Нефедов Б.А.* [и др.]. Производственные исследования энергосберегающих технологий получения перги // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева.* – 2018. – № 3 (39). – С. 81–88.
 19. *Каширин Д.Е., Бышов Д.Н., Гобелев С.Н.* [и др.]. Энергосберегающий процесс получения перги // *Сельский механизатор.* – 2018. – № 2. – С. 32–33.
 20. *Морозов С.С.* Теоретическое обоснование вакуумной инфракрасной сушки перговых сот // *Молодые ученые в аграрной науке: мат-лы республ. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием.* – Луганск, 2018. – С. 370–372.
 21. *Морозов С.С.* Установка для вакуумной инфракрасной сушки перги // *Современный агропромышленный комплекс глазами молодых ученых: мат-лы науч.-образова-*

- тельной школы аспирантов Ассоциации аграрных вузов Центрального федерального округа России. – Орел, 2017. – С. 118–121.
22. Лебедев В.И., Касьянов А.И., Лапынина Е.П. Теплозащитные свойства пчелиных сотов. – Рыбное: Изд-во НИИ пчеловодства, 2016. – 22 с.
- ### Literatura
1. Byshov D.N., Kashirin D.E., Morozov S.S. [i dr.]. Issledovanie izmenenija temperatury pergi v processe vakuumnoj infrakrasnoj sushki // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 2 (38). – S. 69–72.
 2. Byshov D.N., Kashirin D.E., Gobelev S.N. [i dr.]. K voprosu vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2016. – № 1(29). – S. 56–59.
 3. Byshov D.N., Kashirin D.E., Morozov S.S. K voprosu jeksperimental'nogo issledovanija infrakrasnoj vakuumnoj sushki pergi v sote // Metody mehaniki v reshenii inzhenernyh zadach: mat-ly I Vseros. nauch.-prakt. konf. – Lesnikovo, 2017. – S. 102–104.
 4. Byshov D.N., Kashirin D.E., Gobelev S.N. [i dr.]. K voprosu jenergosberegajushhej sushki pergi // Sovremennye jenergo- i resurso-beregajushhie jekologicheskie ustojchivye tehnologii i sistemy sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr. – Rjazan', 2016. – S. 160–162.
 5. Byshov N.V., Kashirin D.E. Modernizirovannaja jenergosberegajushhaja ustanovka dlja sushki pergi // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2012. – № 1. – S. 26–27.
 6. Byshov N.V., Borychev S.N., Byshov D.N. [i dr.]. Sovershenstvovanie jenergosberegajushhih tehnologij izvlechenija pergi. – Rjazan': Izd-vo RGATU, 2017. – 192 s.
 7. Morozov S.S., Kashirin D.E. Vakuumnaja infrakrasnaja sushka pergi // Uluchshenie jekspluacionnyh pokazatelej sel'skohozjajstvennoj jenergetiki: mat-ly X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Kirov, 2017. – S. 172–174.
 8. Byshov D.N., Kashirin D.E., Gobelev S.N. [i dr.]. Issledovanie prochnostnyh svojstv pergovyh granul pri ih szhatii // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2016. – № 1 (29). – S. 59–62.
 9. Byshov D.N., Kashirin D.E., Gobelev S.N. [i dr.]. K voprosu opredelenija prochnostnyh svojstv pergi // Innovacionnye napravlenija razvitija tehnologij i tehniceskikh sredstv mehanizacii sel'skogo hozjajstva: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 100-letiju kafedry sel'skohozjajstvennyh mashin agroinzhenernogo fakul'teta Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I / pod obsh. red. N.I. Buhtojarova, V.I. Orobinskogo, I.V. Baskakova. – Voronezh, 2015. – S. 113–116.
 10. Byshov, D.N., Kashirin D.E., Rjabchenko P.A. [i dr.]. Poluchenie pergi promyshlennym sposobom // Forest Engineering: mat-ly nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Jakutsk, 2018. – S. 36–38.
 11. Byshov N.V., Kashirin D.E. Voprosy teorii mehanizirovannoj tehnologii izvlechenija pergi iz pergovyh sotov. – Rjazan': Izd-vo RGATU, 2012. – 113 s.
 12. Morozov S.S., Protasov A.V. Issledovanie rabocheho processa vakuumnoj infrakrasnoj sushil'noj ustanovki pergi // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar, 2017. – № 7(131). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/62.pdf>.
 13. Byshov N.V., Kashirin D.E. Jeksperimental'noe issledovanie rezhimov ciklicheskoj konvektivnoj sushki pergi v sote // Vestnik KrasGAU. – 2012. – № 5. – S. 283–285.
 14. Kashirin D.E., Morozov S.S., Nefedov B.A. [i dr.]. Issledovanie processa vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 3. – S. 168–173.
 15. Morozov S.S., Kashirin D.E. K voprosu opredelenija proizvoditel'nosti ustanovki dlja vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi // Inzhenernoe obespechenie innovacionnyh tehnologij v APK: mat-ly Mezhdunar. nauch.-

- prakt. konf. / pod obshh. red. V.A. Solopova. – Michurinsk, 2018. – S. 71–73.
16. Patent na izobretenie № 2391610 RF, F26B9/06. Ustanovka dlja sushki pergi / D.E. Kashirin (RF). – № 2009109542/06; zajavl. 16.03.2009; opubl. 10.06.2010, Bjul. № 16.
17. Patent na izobretenie № 2660575 RF, F26B 9/066; F26B 5/04; F26B 25/00. Ustanovka dlja sushki pergi / Kashirin D.E., Gobelev S.N., Byshov D.N., Morozov S.S. (RF). – № 2016136571; zajavl. 12.09.2016; opubl. 06.07.2018, Bjul. № 19.
18. Kashirin D.E., Murog I.A., Nefedov B.A. [i dr.]. Proizvodstvennye issledovanija jenergosberegajushhij tehnologij poluchenija pergi // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 3 (39). – S. 81–88.
19. Kashirin D.E., Byshov D.N., Gobelev S.N. [i dr.]. Jenergosberegajushhij process poluchenija pergi // Sel'skij mehanizator. – 2018. – № 2. – S. 32–33.
20. Morozov S.S. Teoreticheskoe obosnovanie vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergovyh sot // Molodye uchenye v agrarnoj nauke: mat-ly respubl. nauch.-prakt. konf. molo-dyh uchenyh i specialistov s mezhdunar. uchastiem. – Lugansk, 2018. – S. 370–372.
21. Morozov S.S. Ustanovka dlja vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi // Sovremennyy agropromyshlennyj kompleks glazami molodyh uchenyh: mat-ly nauch.-obrazovatel'noj shkoly aspirantov Associacii agrarnyh vuzov Central'nogo federal'nogo okruga Rossii. – Orel, 2017. – S. 118–121.
22. Lebedev V.I., Kas'janov A.I., Lapynina E.P. Teplozashhitnye svojstva pchelinyh sotov. – Rybnoe: Izd-vo NII pchelovodstva, 2016. – 22 c.

