ФГБОУ ВО "Казанский государственный аграрный университет"
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе
Направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия
Магистерская программа: Технологии и средства механизации сельского хозяйства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

Тема: РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТ

Студент магистратуры _____ Хусаинов Р.Р.

Научный руководитель,
к.т.н., доцент _____ Халиуллин Д.Т.

Рецензент
д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(Протокол № 15 от 18 июня 2018 г.)
И.о. заведующего кафедрой машин и оборудования
в агробизнесе _____ Халиуллин Д.Т.

Казань - 2018 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе (магистерской диссертации) Хусаинова Рафиса Ринатовичана тему: «Разработка и исследование устройства для получения перги из сот»

Диссертация состоит из пояснительной записки на 76 страницах машинописного текста. Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 30 рисунков, 6 таблиц и 52 формулы. Список использованной литературы содержит 30 наименований.

В первой главе «СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ» проведен литературно-патентный анализ существующих способов и средств извлечения перги из пчелиных сот. Обозначены цель и задачи исследования.

Во второй главе выполнен анализ выполненных исследований по скарификации и измельчению перговых сот.

представлены результаты определения влажности перги. Исследовано размещение и длина гранул перги в ячейках сотов. Определено соотношение массы перги, воска и рамки сота. Определены напряжения, разрушающие перговые соты. Дано описание используемых для проведения исследований приборов, установок и измерительной аппаратуры.

В третьей главе приведены программа и методики исследований физико-механических свойств гранул перги и воскового сырья. Представлены результаты проведенных исследований изучаемых свойств.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований.

В пятой главе представлен экспериментальный образец измельчителя перговых сотов. Определен экономический эффект применения измельчителя перговых сот.

Записка завершается общими выводами по работе и списком использованных литературных источников.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА,
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....7
1.1 Перга в жизни пчел и человека 7
1.2 Анализ способов извлечения перги 11
1.3 Анализ средств механизации извлечения перги 14
1.4 Цели и задачи исследования 32

2. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТ 34
2.1 Анализ выполненных исследований по скарификации перговых сот 34
2.2 Анализ выполненных исследований по измельчению перговых 35

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....45
3.1 Программа экспериментальных исследований 45
3.2 Методика проведения экспериментальных исследований 45

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....54
4.1 Обработка результатов экспериментальных исследований.....54
4.2 Выводы по разделу

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПЕРГОВЫХ СОТ.....66
5.1 Конструктивно-технологическая схема измельчитель перговых сот .....
5.2 Экономическая эффективность внедрения измельчителя 66

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....72

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....73

ПРИЛОЖЕНИЯ.....77

ВВЕДЕНИЕ

Пчеловодство является одной из древнейших отраслей сельского хозяйства. В настоящее время пчеловодство имеет слабую поддержку со стороны государства, но благодаря работе Научно - исследовательского института пчеловодства, ученых и пчеловодов продолжает дальнейшее развитие. Появляется все больше механизированного и усовершенствованного оборудования.

Перга – это цветочная пыльца растений, собранная пчелами, переработанная, уложенная и законсервированная в ячейках сотов. Пчелы используют ее для выкармливания расплода.

Перга широко используется в народной медицине для лечения многих заболеваний людей, а также в медицинской, витаминной и косметической промышленности. Особенно нужна перга маленьким детям, людям пожилого возраста и народам крайнего севера как биологически активный продукт.

До недавнего времени перга заготавливалась в мизерных количествах. При перетопке сотов она загрязняла восковое сырье и снижала выход воска. Ученые и пчеловоды давно искали рациональные способы отделения перги от воскового сырья.

На сегодняшний день лучшей для производства перги в промышленных масштабах является технология, включающая следующие операции: осушение перговых сотов от остатков меда при помощи пчел, скарификация, сушка, отделение воскоперговой массы от рамки, охлаждение, измельчение и разделение на гранулы перги и восковое сырье сепарированием. Применение данной технологии дает возможность получать пергу высокого качества, отвечающую требованиям ГОСТ 31776-2012, и значительно увеличить объемы производства.

Существующее оборудование для получения перги сравнительно дорогое, так как предназначено в основном для промышленного производства. При небольшом количестве пчелосемей в основном используются малоэффективные способы получения перги, требующие значительных затрат времени. При этом получают малую часть перги. Для увеличения доходности и рентабельности небольших пасек, повышения производства перги,

снижения затрат энергии, уменьшения себестоимости производства перги, требуется создание соответствующего оборудования именно для пасек, имеющих не так много ульев.

В связи вышеизложенным, разработка и исследование малогабаритного устройства для получения перги из сот, представляется актуальной и важной хозяйственной задачей.

Цель исследований – повышение эффективности процесса извлечения перги из пчелиных сот путем разработки и обоснования конструктивно-технологических параметров измельчителя перговых сот.

Для выполнения указанной цели поставлены следующие **задачи** исследований:

- провести литературно-патентный обзор существующих способов и средств извлечения перги из пчелиных сот;
- выполнить анализ теоретических исследований процесса извлечения перги из пчелиных сот;
- исследовать физико-механические свойства перговых сотов и гранул перги;
- разработать схему технологического процесса извлечения перги;
- разработать конструктивно-технологическую схему измельчителя перговых сот;
- дать оценку экономической эффективности.

Объект исследований. Измельчитель перговых сотов.

Предмет научного исследования. Параметры измельчителя перговых сотов.

Практическая значимость работы. Представлен измельчитель перговых сотов, который можно использовать на пасеках с небольшим количеством пчелосемей для получения гранул перги.

Методология и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились с использованием современных электронных и механических устройств, установок и приборов, а также специально разработанных и изготовленных. Обработка экспериментальных данных в исследованиях

осуществлялась методом математической статистики с использованием ПК и современных компьютерных программ: STATISTICA 9.0, Microsoft, Excell 2007.

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту:

- схема технологического процесса извлечения перги из пчелиных сот;
- конструктивно-технологическая схема измельчителя;
- результаты исследования физико-механических свойств перговых сотов и гранул перги;
- результаты проверки разработанного центробежного скарификатора в производственных условиях.

ГЛАВА 1 **СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1.1 Перга в жизни пчел и человека

Перга – цветочная пыльца, собранная медоносной пчелой, уложенная в ячейки сотов, залитая медом и законсервированная образующейся молочной кислотой. По сравнению с пыльцой перга обладает лучшей усвояемостью и дольше хранится, она богата витаминами и незаменимыми аминокислотами [11, 12, 114, 115]. Перга является незаменимым белковым кормом для личинок и взрослых пчел. В настоящее время пергу получают в промышленных масштабах, и она нашла применение в медицине, косметологии, пищевой, витаминной и других промышленностях [13, 14, 29, 31, 32, 38, 39, 50, 57, 93, 100, 109].

Этот уникальный по набору и сбалансированности компонентов, природный продукт насчитывает в своем составе свыше 250 различных соединений. Установлено, что в состав перги входят различные белки (около 30 %), в том числе ферменты (каталаза, амилаза, инвертаза, аденозинтрифосфотаза), коферменты, 21 аминокислота, все известные витамины, дезоксирибоза (входит в состав нуклеиновых кислот), углеводы, лецитин, гормоны, пигменты и другие биологически активные вещества, а также много микроэлементов. Из 100 г перги можно получить столько же необходимых организму человека аминокислот, сколько из полкилограмма говядины. Суточную потребность человека в аминокислотах могут покрыть 30 г перги [112].

Применение перги во многих случаях способствует излечиванию заболеваний желудочно-кишечного тракта (гастриты, язвенная болезнь, энтериты, инфекционные заболевания кишечника), дисбактериоз и другие болезни печени; мочевых путей и почек; системы кровообращения и крови; нервной и эндокринной систем [16, 18, 40, 44, 48, 49, 85, 94, 95, 98, 108, 110, 116].

Отмечены случаи эффективности использования перги при лечении туберкулеза, простатита, диабета, атеросклероза, воспаления мозговых оболочек, кожных и других заболеваний [106].

Рекомендуют применять пергу при повышенных физических и

умственных нагрузках. Особенно эффективен этот продукт при анемии (малокровии). Применяется для укрепления молодого и поддерживания выздоравливающего организмов [25, 50].

В последние годы интерес к перге резко возрос благодаря многим ее преимуществам перед пыльцой. Она сбалансирована по всем питательным веществам, незаменимым аминокислотам, поскольку готовится пчелами на основе пыльцы разных видов растений, а пыльца некоторых не содержит отдельные незаменимые аминокислоты (например, в пыльце одуванчика отсутствуют три, а в пыльце ивовых - две незаменимые аминокислоты). Перга становится микробиологически стерильной с наличием дрожжей лишь нескольких видов, из пыльцы выделено 148 видов дрожжей. В перге полностью отсутствуют микотоксины (продукты жизнедеятельности грибков, которые очень быстро развиваются во влажной пыльце). У перги значительно шире спектр воздействия на организм человека вследствие более богатого набора и максимальной сохранности биологически активной ее части. Хранится перга дольше, чем пыльца, связано это с тем, что перга герметично закрыта в ячейках сотов медо-перговой крышечкой. В сухом, прохладном месте перга сохраняет свои свойства до 17 лет, а не 1 год, как пыльца, которая уже на стадии консервации и сушки теряет очень много биологически активных веществ. На получение перги пчеловод затрачивает меньше труда по сравнению с заготовкой пыльцы, что определяет более низкую ее себестоимость и большую доступность массовому потребителю [11, 12, 25, 26, 27, 30, 47, 51, 60, 100].

Таким образом, заготавливать пергу выгоднее и целесообразнее, благодаря ее ценнейшим свойствам, высокой стоимости и длительности хранения.

Разработкой центрифуг занимались Земсков В.И., Курочкин А.А., Попов А.С., Фролов Д.И. и другие ученые [80, 111]. Сушкой материалов занимались Бышов Н.В., Винокуров С.В., Курдюмов В.И., Каширин Д.Е. и другие ученые. Скарификации перговых сотов посвящены работы Бронникова В.И., Ларина А.В., Мамонова Р.А., Некрашевича В.Ф., Стройкова С.А., Торженовой Т.В. и других авторов.

1.2 Анализ способов извлечения перги

В Российской Федерации до появления полностью механизированной линии по извлечению перги из пчелиных сотов в промышленных цехах и на ряде пчелопасек предпринимались попытки получения перги с применением разлиных технологий. При этом подробно были изучены вопросы, относящиеся к биологии развития пчелосемей с тем, чтобы при отборе пчелиных сотов не было отрицательного влияния на их жизнедеятельность и продуктивность по основным, дополнительным и сопряженным продуктам отрасли, а также по активности в весенне-летний период [80]. Существует два наиболее распространенных способа заготовки перги – это заготовка непосредственно в пчелиных сотах и заготовка отдельно от восковой основы сота (рис. 1.1) [50, 63, 77, 80].

При заготовке перги непосредственно в сотах необходимо строгое соблюдение температуры и влажности воздуха, что бывает достаточно сложно обеспечить. Также при данном способе хранения присутствует высокая степень повреждения сотов восковой молью [27].

Некоторые авторы советуют осуществлять консервацию перги прямо в сотах. При этом соты присыпают сахарной пудрой, а затем укладывают в полиэтиленовые пакеты и в таком виде они хранятся до весны [27].

Однако несмотря на свою простоту, из-за ряда существенных недостатков данный метод не может быть использован в промышленных условиях:

- применение перги для приготовления подкормок уже невозможно;
- исключается использование перги для нужд человека;
- при постановке ранней весной в улей пчелиных сотов есть высокая вероятность гибели расплода и переохлаждения гнезда.

Сейчас не удается отобразить рисунок.

Рисунок 1.1 – Классификация способов заготовки перги.

С учетом вышеизложенных недостатков консервации перги в сотах можно сделать вывод, что заготавливать пергу отдельно от восковой основы пчелиного сота является наиболее целесообразным. Для выделения перги из сотов разными авторами предлагаются различные методы механического разрушения восковой основы сота и последующего применение

воскоперговой массы как непосредственно, так и после растворения в воде [63, 70]. Так ряд пчеловодов просто режут соты с пергой на полосы по рядам, а после вытряхивает из них гранулы перги [28, 112, 113]. Но таким образом можно получить лишь небольшое количество данного продукта. Некоторые авторы предлагают срезать ножом стенки ячеек пергового сота до средостения, а затем массу, которая получилась протирать через сито и применять ее вместе с восковыми частицами [24, 26, 27]. Использование данного метода характеризуется потерей части перги, которая остается в углублениях донышек ячеек, а также воска, который пчелы выбрасывают, когда едят пергу. Но внизу улья, а также в его щелях скапливаются восковые частицы с размельченной пергой и это способствует появлению вредителей пчел и сотов. Таким вредителем является восковая моль.

И.Д. Бойко рекомендует пчелиные соты пропускать через мясорубку, а затем воскоперговую массу, которая в итоге получилась, консервировать с помощью сахарной пудры [9, 33, 35, 70]. В таком виде она может содержаться в …..

измельчитель Существуют различные механизированные средства для извлечения перги. По способу извлечения их можно разделить на 2 вида:

– извлечение перги без разрушения пчелиного сота;

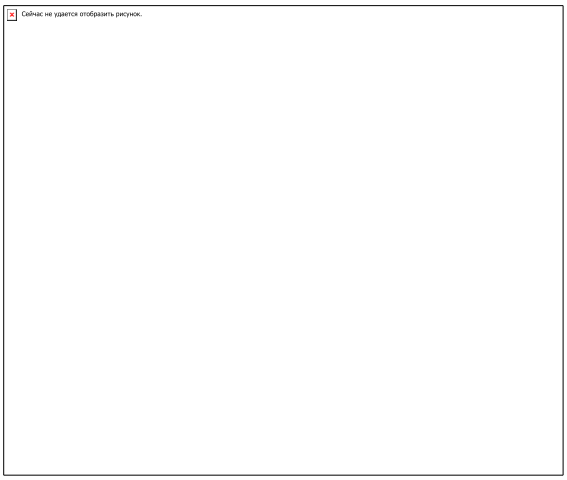
– извлечение перги с разрушением пчелиного сота.

Для извлечения перги без разрушения восковой основы сота были предложены различные устройства [1, 4, 86].

1.3Анализ средств механизации извлечения перги

Так И.А. Дудовым и Ю.В. Донченко было изготовлено устройство, состоящее из приемной емкости с трубопроводом, который соединен с источником вакуума и заборным наконечником с нагревательным элементом (рис. 1.2) [1, 33, 35, 36].

Чтобы получить пергу, разогретую до 50-55 °С, наконечник при включенном источнике вакуума помещают в ячейку сота. В отверстие наконечника с большой скоростью поступает воздух, который захватывает перговую гранулу и переносит еѐ по трубопроводу в приемную емкость. Полученный продукт оставляют в этой же емкости или упаковывают в другую [1, 33, 35, 36].

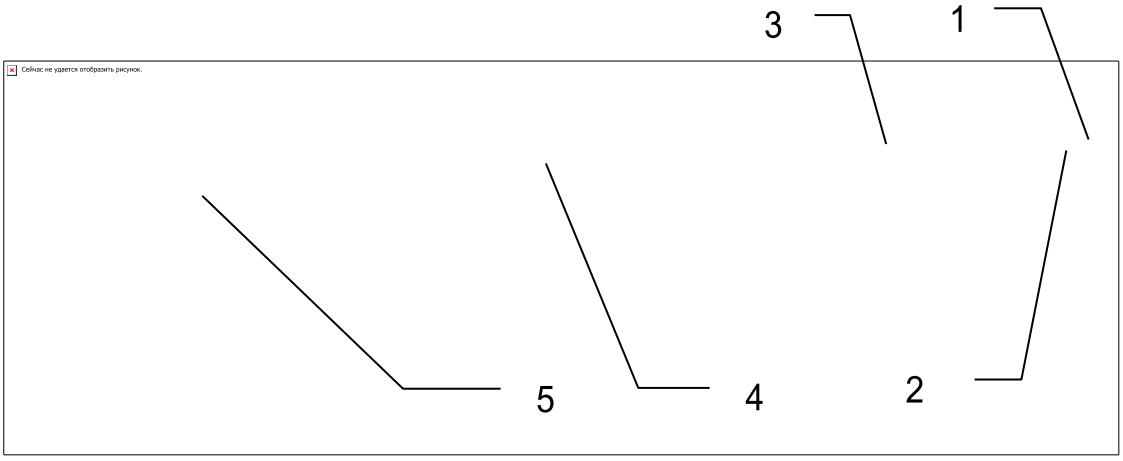


1 – источник вакуума; 2 – заборный наконечник; 3 – трубопровод; 4 – приемная емкость; 5 – заградительный фильтр; 6 – нагревательный элемент; 7 – восковая основа пчелиного сота; 8 – перговая гранула.

Рисунок 1.2 – Схема вакуумного устройства для получения перги.

П.В. Бибиков и Л.К. Бондарь разработали устройство, которое состоит из шнека, помещенного в цилиндрический кожух, где присутствует окно для вывода гранул, и гибкого вала, на конце которого находится элетропривод (рис.1.3). Для получения перги шнек с кожухом данного устройства помещают в ячейку сота. В процессе работы шнек захватывает пергу и через расположенное в кожухе окно она падает в лоток [4, 33, 35, 36].

Также следует отметить вибрационную установку, предложенную Д.Е. Кашириным (рис.1.4). Она содержит расположенный на несущей раме посредством упругой подвески корпус с разгрузочной трубой и вибровозбудителем. Нижняя часть корпуса выполнена в виде несущей плиты, а внутри корпуса боковые стенки поярусно выполнены с пазами для установки в них сторамок. Под каждой сторамкой установлен выгрузной сборник, выполненный в виде плоскости, наклоненной в двух плоскостях к выгрузной трубе [86].



1 – шнек в кожухе; 2 – выгрузная горловина; 3 – цанговый наконечник; 4 – гибкий вал; 5 – электропривод.

Рисунок 1.3 – Схема шнекового устройства для получения перги.

1 – вибровозбудитель; 2 – несущая плита с позами для рамок; 3 – перговая рамка. Рисунок 1.4 – Вибрационная установка для получения перги.

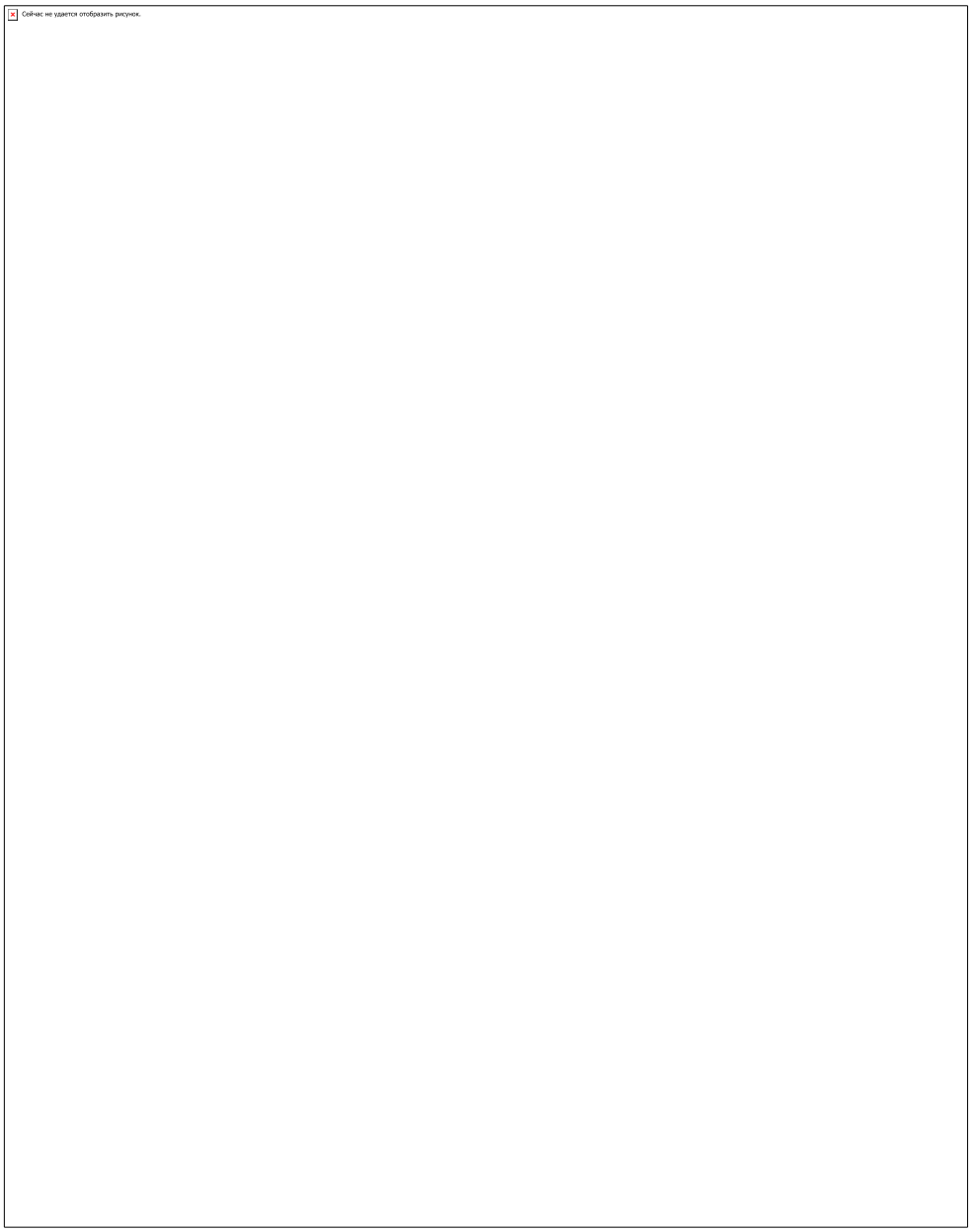
Работа установки происходит следующим образом: предварительно осушенные от остатков меда и высушенные до

влажности перги 12-13% соты устанавливают в поярустно расположенные пазы, внутри корпуса. После установки всех сотов, в работу включают электродвигатель, который через клиноременную передачу раскручивает вибровозбудитель, создающий вибрацию корпуса. Под действием вибрации перговые гранулы выходят из ячеек сота и поступают на выгрузные сборники, которые направляют перговые гранулы в

загрузочные окна разгрузочной трубы. После отделения перговых гранул от восковой основы сота вибровозбудитель отключают и рабочий корпус освобождают от опустошенных сотов [86].

Основными недостатками вышеперечисленных устройств является малая производительность и низкий выход готового продукта.

Для измельчения перговых сотов разработаны различные конструктивно- технологические схемы устройств, классификация которых представлена на рисунке 1.5 [60, 62, 71, 80, 84, 85, 87, 89, 91, 92,



99].

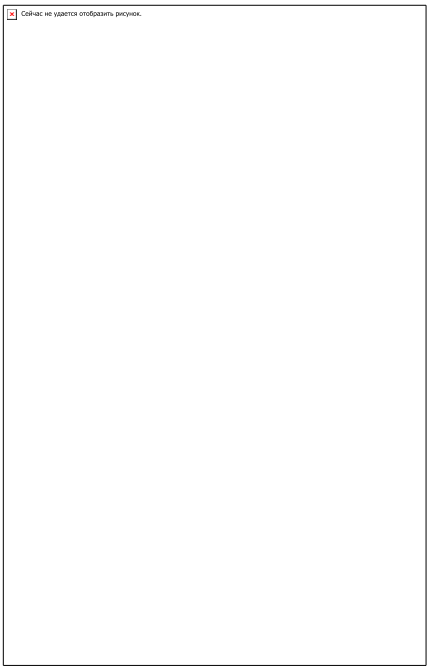
Рисунок 1.5 – Классификация устройств для измельчения перговых сотов.

Штифтовый измельчитель с горизонтальным расположением рабочего органа реализован в установке, представленной на рисунке 1.6 [34, 35, 62, 89].

Куски перговых сотов подаются в загрузочную горловину 3, где попадают на неподвижные штифты 5. Затем под ударным воздействием штифтов, закрепленных на валу 4, куски перговых сотов разламываются и опускаются внутрь цилиндрической рабочей камеры

2. Измельчение происходит до того момента, пока получившаяся воскоперговая масса не пройдет сквозь круглые отверстия решета 6 рабочей камеры [34, 35, 89].

Недостатком данной установки является то, что гранулы перги при прохождении через решето измельчителя ломаются штифтами вращающегося вала. Это приводит к ухудшению качества и частичной потере готового продукта.



1 – рама; 2 – цилиндрическая рабочая камера; 3 – загрузочная горловина; 4 – вал со штифтами; 5 – неподвижные штифты; 6 – решето; 7 – бункер; 8 – выгрузной лоток.

Рисунок 1.6 – Установка для получения перги с горизонтальным штифтовым рабочим органом.

Измельчитель с тарельчатым конусообразным рабочим органом реализован в установке, представленной на рисунке 1.7 [62, 87].

Сейчас не удается отобразить рисунок.

1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – рама; 4 – загрузочный патрубок; 5 – рабочая камера; 6 – битер; 7 – конусный корпус измельчителя; 8 – тарельчатый рабочий орган; 9 – выгрузной патрубок.

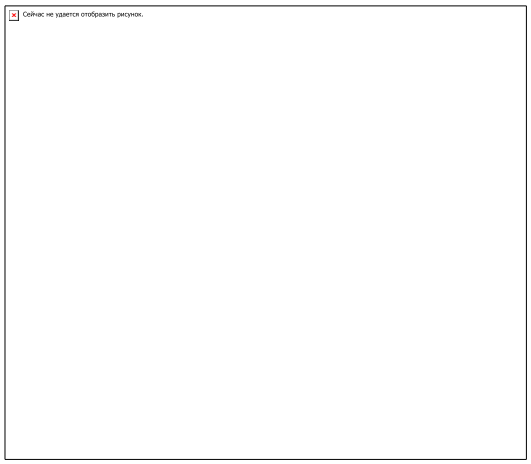
Рисунок 1.7 – Установка для получения перги с конусообразным рабочим органом.

Куски перговых сотов загружают в загрузочный патрубок 4. Первичное измельчение происходит под действием сил сжатия при защемлении кусков сотов между вертикально установленным, эксцентрически вращающимся битером 6 и ребреной стенкой загрузочного патрубка 4. Дальнейшее измельчение происходит под действием сил сжатия при защемлении кусков сотов в зазоре между неподвижным корпусом измельчителя 7 и вращающимся конусом рабочего органа 8 с ребрами. Образовавшаяся таким образом воскоперговая смесь под действием центробежной силы и силы тяжести опускается в нижнюю часть камеры и поступает в выгрузной патрубок 9.

Недостатком данного измельчителя является сложность конструкции, которая обеспечивает двойное измельчение перговых сотов, что, как правило, ведет к переизмельчению материала.

Измельчитель штифтовый с вертикальным расположением

рабочего органа реализован в установке, представленной на рисунке 1.8 [33, 35, 62, 85].



1 – рабочая камера; 2 – загрузочная горловина; 3 – ротор; 4 – штифты; 5 – эксцентрик; 6 – чередующиеся неподвижные сита; 7 – подвижные сита; 8 – привод измельчителя; 9 –крылач; 10 – выгрузное окно;

Рисунок 1.8 – Установка для получения перги с вертикальным штифтовым рабочим органом и ситами.

Измельчитель работает следующим образом. Измельчаемый материал подается в загрузочную горловину 2, где попадает под ударное воздействие штифтов 4 вращающегося вала ротора 3. Из-за такого воздействия куски перговых сотов разрушаются до получения отдельных перговых гранул, которые не связанны восковой основой. Перговые гранулы попадают на поверхность верхнего неподвижного сита 6 и при совпадении отверстий подвижных 7 и неподвижных сит 6, падают в каналы, которые образованны отверстиями данных сит. После чего перговые гранулы попадают в пространство под ситами измельчителя, откуда с помощью крылача 9 выходят через выгрузную горловину

10. Недостаток – при попадании восковых частиц и нагреве сит отверстия залипают.

Измельчитель штифтовый с наклонным расположением рабочего органа реализован в установке, представленной на рисунке 1.9 [62, 63, 71, 80].

Работа данного измельчителя осуществляется следующим

образом. Предварительно подготовленные куски перговых сотов помещают в загрузочную горловину 2, откуда под действием силы тяжести поступают в рабочую камеру 1. Под ударными воздействиями штифтов 4, находящихся на валу, и сопротивления,
оказываемого со стороны штифтов 5, расположенных на внутренней стороне рабочей камеры 1, восковая основа сотов разбивается, при этом освобождаются гранулы перги. Затем с помощью эластичной пластины 6 проталкиваются через эксцентрично раззенкованные наклонные отверстия решета 7. Далее воскоперговая смесь под действием гравитационных сил выгружается через выгрузное окно 3.

1 – камера измельчителя; 2 – загрузная горловина; 3 – выгрузное окно; 4 – подвижные штифты; 5 – неподвижные штифты; 6 – эластичная пластина; 7 – решето.

Рисунок 1.9 – Установка для получения перги с наклонным штифтовым рабочим органом.

Также существуют измельчители периодического действия (рис. 1.5), к таким можно отнести цепной измельчитель и измельчитель с рабочим органом в виде венчика. Их конструкции и принцип действия практически одинаковы. В камеру измельчения загружают куски перговых сотов, затем включают двигатель, который через передачу приводит в действие рабочий орган, установленный внутри камеры измельчения. Далее происходит измельчение посредством воздействия вала с цепью или же рабочим органом в виде венчика на куски перговых сотов. Затем измельчитель выключают и вручную выгружают измельченную воскоперговую массу на сито для отделения перги. Недостатком таких измельчителей является то, что материал переизмельчается и часть перги безвозвратно теряется в виде крошки при дальнейшей отделении, также процесс эксплуатации связан с

большими затратами времени и ручного труда на загрузку и выгрузку.

Проанализировав конструкции существующих измельчителей было выявлено, что некоторые из них либо обладают низкой производительностью, либо переизмельчают гранулы перги, либо попросту дорогостоящие для приобретения [60, 62, 71, 80, 84, 85, 87, 89, 91, 99].

Одной из самых перспективных для измельчения перговых сотов является схема штифтового измельчителя непрерывного действия с вертикальным рабочим органом. Так как рабочий процесс в нем осуществляется непрерывно с возможностью дозированной загрузки и получением на выходе воскоперговой массы с требуемым гранулометрическим составом для дальнейшей очистки [57, 62, 80, 81, 91, 92].

1.4Постановка задач исследований

В результате анализа измельчителей перговых сотов было выявлено, что существующее оборудование либо имеет низкую производительность или высокую стоимость, либо снижает качество гранул перги.

При этом следует отметить, что одной из самых перспективных для измельчения перговых сотов является схема штифтового измельчителя с вертикальным рабочим органом.

По статистическим данным за рубежом количество небольших пасек составляет около 80% от общего количества, данный уровень наблюдается и в России [43, 51, 114, 115, 125].

Пчеловоды с небольшим количеством пчелосемей в настоящее время пользуются кустарные и малоэффективными способами измельчения перговых сотов для получения гранул перги. Из-за этого они получают лишь незначительную часть перги, а полученный продукт имеет низкое качество. Поэтому чтобы повысить рентабельность небольших пасек и увеличить производство перги, требуется создание

оборудования именно для пчеловодов с небольшими пасеками. В связи с этим задачами исследований являются:

1. Провести анализ существующих средств получения перги, определить их недостатки и выбрать направление их дальнейшего развития.
2. Уточнить физико-механические свойства гранул перги и воскового сырья.
3. Теоретически обосновать параметры измельчителя перговых сотов.
4. Экспериментально уточнить параметры измельчителя перговых сотов.
5. Определить экономический эффект применения измельчителя перговых сотов

2. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТ

1.4 2.1 Анализ выполненных исследований по скарификации перговых сотов

Пергу можно заготавливать двумя способами: в сотах и отдельно от восковой основы сотов. Заготавливать пергу в сотах не рекомендуется, так как необходимо строгое соблюдение температуры и влажности воздуха. При

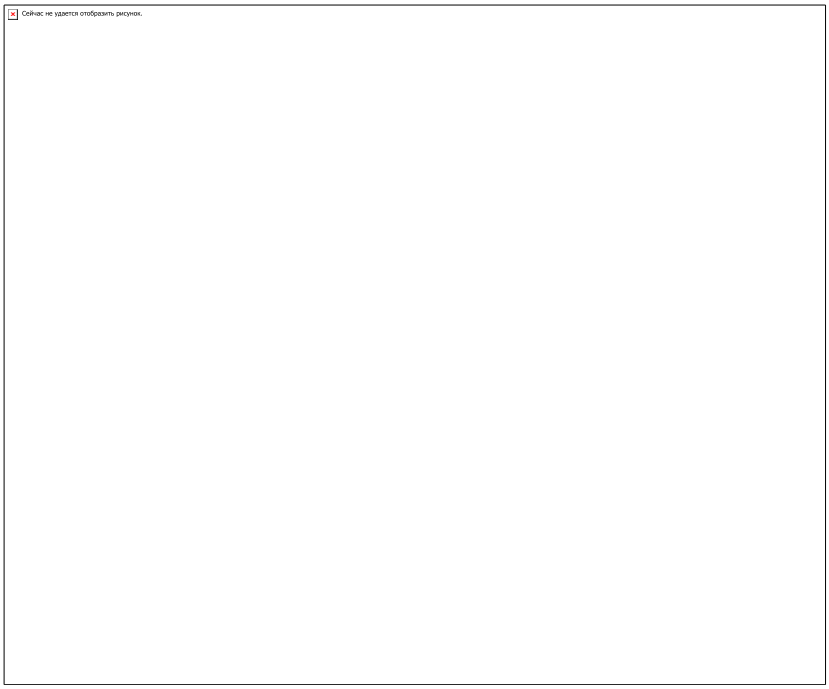
таком способе хранения перговые соты подвержены повреждению восковой молью. Наиболее целесообразным способом является заготовка перги отдельно от восковой основы сота [82].

Предлагается множество различных способов [37, 43, 67, 74, 96, 105]:

– измельчение перговых сотов с помощью мясорубки и консервация сахарной пудрой или медом;
– замачивание сотов в воде, вытряхивание гранул, отцеживание воды, сушка;
– срезание ячеек с заливкой их водой, удаление всплывших восковых частиц и воды, сушка перги;
– разрезание перговых сотов по рядам ячеек на узкие полоски и вытряхивание гранул;
– срезание стенок ячеек до средостения и протирание полученной массы через сито.

Е.К. Космович [41, 74] подсушивал перговые соты, замораживал при температуре минус 3-4 °С в течение 30-40 минут для придания воску хрупких свойств, перетирал соты и из полученной массы отвеивал воск или отделял его просеиванием через сито.

Многие исследователи [82, 74] предлагают извлекать пергу непосредственно из каждой ячейки сота. И.А. Дудов и Ю.В. Донченко [3, 4, 67] изобрели устройство для извлечения гранул перги при помощи вакуума (рисунок 1.7).



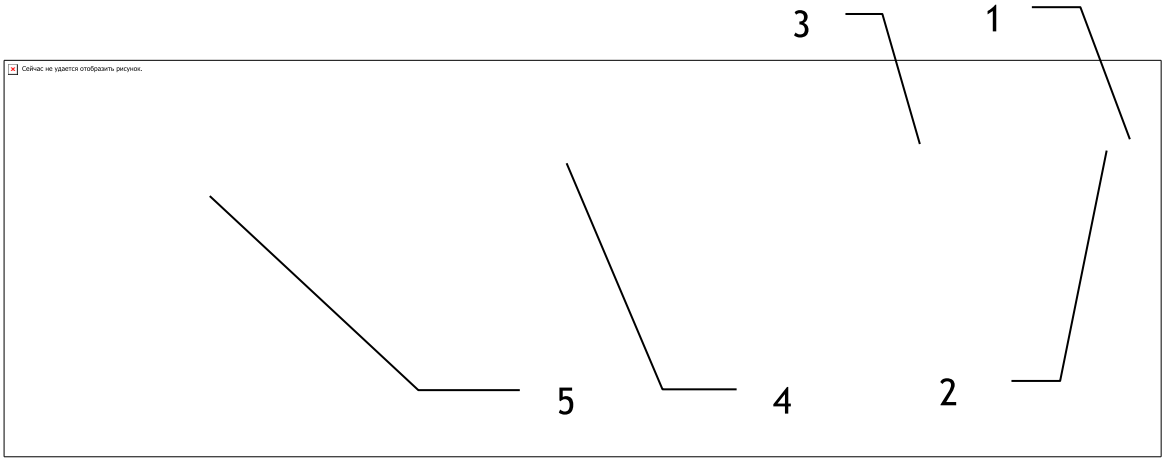
1 – источник вакуума; 2 – заборный наконечник; 3 – трубопровод; 4 – приемная емкость; 5 – заградительный фильтр; 6 – нагревательный элемент; 7 – восковая основа пергового сота; 8 – перговая гранула.

Рисунок 1.7 – Схема вакуумного устройства для извлечения перги

Для извлечения перги, разогретой до 50 – 55 ºС, наконечник вводят в ячейку сота при включенном источнике вакуума. Воздух с большой скоростью проходит в отверстие наконечника, захватывает гранулу перги и по трубопроводу увлекает ее в приемную емкость. Собранный продукт упаковывают в этой же емкости или перекладывают в другую.

И.В. Бибиков и Л.К. Бондарь [7, 82] изобрели шнековое устройство для извлечения гранул путем высверливания (рисунок 1.8). При работе устройства шнек с кожухом вводят в ячейку сота. Перга при этом захватывается шнеком и через окно в кожухе ссыпается в лоток.

Для осуществления этих операций необходимо разогреть восковую основу сота.



1 – шнек в кожухе; 2 – выгрузная горловина; 3 – цанговый наконечник; 4 – гибкий вал; 5 – электропривод.

Рисунок 1.8 – Схема шнекового устройства для извлечения перги

Данные способы имеют существенные недостатки: контакт с водой приводит к ухудшению качества перги и ее порче, можно заготовить только небольшое количество перги, часть перги теряется, не удается очистить гранулы перги от примесей. В связи с этим перечисленные способы не могут применяться при переработке большого количества перговых сотов.

Сушка перговых сотов является одной из важнейших операций, так как от нее зависят затраты энергии и качество производимой перги.

Существует несколько наиболее подходящих способов сушки перги в сотах. К ним относятся: сушка естественным способом, вакуумная сушка и конвективная сушка нагретым воздухом [70, 72, 79, 102].

Если хранить перговые соты в помещении с комнатной температурой, то для высушивания гранул перги потребуется 2-3 месяца. За такое время развивается восковая моль и начинает поражать перговые соты.

При вакуумной сушке нет необходимости скарифицировать перговые соты, так как достаточно 8-10 часов для партии сотов, независимо скарифицированы соты или нет. Но такие сушилки дорогостоящие и возможна сушка только маленьких партий перговых сотов.

В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, С.В. Винокуров предлагают применять конвективный способ сушки. Они доказали, что скарификация прорезанием (процарапыванием) позволяет ускорить процесс сушки перговых сотов и тем самым снизить затраты энергии на 30 %. При

конвективной сушке можно устанавливать сразу четыре ульевых корпуса, в каждом по 10-12 перговых сотов. Температура теплого воздуха не превышает 40-42 °С [79].

Скарификация в пчеловодстве остается мало изученной. Эту операцию используют в промышленной технологии извлечения перги из пчелиных сотов. По сравнению с другими направлениями в пчеловодстве, данная технология является новой.

Ранее скарификация предлагалась, но не было проведено никаких исследований. Из исследований сотрудников Рязанской ГСХА известно, что скарифицировать перговые гранулы рекомендуется не глубже слоя пропитанного медом. Иглы должны располагаться на расстоянии 4,5 мм друг от друга [79], это позволяет скарифицировать все гранулы перги.

Скарификацией прокалыванием занимался А.В. Ларин, защищена кандидатская диссертация. Способ заключается в прокалывании гранул перги иглами, за основу была взята теория прокладки труб в грунте.

Скарификация сотов существенно увеличивает скорость сушки перги, которая при скарификации иглой диаметром 1,2 мм составила 0,45 %/ч. Средняя скорость сушки нескарифицированных сотов – 0,30 %/ч. Это позволяет снизить время сушки перги в сотах с 25 до 15 часов при снижении влажности с 22 до 15 % [46].

Но не указано, насколько повышается крошимость гранул перги в процессе извлечения их из сотов. Из-за разной длины гранул перги скарификация перговых сотов данным способом приводит к значительной деформации некоторых гранул. В итоге это приводит к неравномерному высушиванию и разрушению деформированных гранул в процессе извлечения из сотов.В связи с указанными выше недостатками необходимо разработать такой способ скарификации перговых сотов, при котором нарушается восковая оболочка гранул перги, а они остаются целыми.

2.2Анализ выполненных исследований по измельчению перговых сотов

Измельчение – это процесс уменьшения размеров частиц твердого тела до требуемых размеров путем механического воздействия [10, 47, 101, 108, 109].

Энергоемкость процесса измельчения зависит от формы, физико-механических свойств кусков, их размеров, влажности, однородности и т. д. В связи с этим конечной целью теоретических исследований данных процессов, которые ставят большинство ученых, является выведение (в общем виде) зависимостей между энергией, которая расходуется, и отдельными характеристиками материала, который измельчается [10, 47, 101, 108, 109].

Карей и Стерманд изучали теорию свободного измельчения. Эта теория рассматривала измельчение как процесс раскалывания каждого тела в отдельности, а затраты энергии на данный процесс рассматривается как сумма энергий, которые нужны для измельчения каждой частицы [10, 47, 101, 108, 109].

Известнейшими гипотезами, которые устанавливают эти зависимости, являются теории дробления Риттингера и Кирпичева — Кика [10, 47, 101, 108, 109]. Теория Риттингера (1867) определяет взаимосвязь между работой, которая затрачивается на измельчение материала, и образованной при этом вновь поверхностью кусков, то есть

$$A=\kappa\Delta S,$$

Где A— работа, которая затрачивается на измельчение, Н·м;

— коэффициент пропорциональности, Н/м;

— величина образованной вновь поверхности, м^2.

Экспериментальное подтверждение этой гипотезы Риттингер не привел, но предоставил методику, позволяющую определить величины образованной вновь поверхности. Поэтому измельчению подвергались

кубической формы куски, разрушение которых осуществлялось по взаимно перпендикулярным плоскостям [10, 47, 101, 104, 108, 109].

Теория Кирпичева — Кика определяет зависимость между работой А, которая расходуется на измельчение, и объемом разрушаемых тел V [10, 47, 101, 108, 109].

Профессор В. Л. Кирпичев в 1874 г. впервые выразил закон подобия для тел, которые находятся в упругом состоянии. Согласно этому закону

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2},$$

Профессор Кик в 1885 г. издал работу. В ней закон подобия В. Л. Кирпичева был распространен на область пластических деформаций хрупких материалов, что было вполне допустимо [10, 47, 101, 108, 109]. Согласно опубликованным материалам работа, которая затрачивалась на измельчение, выражается следующей формулой

$$A=\frac{\delta^2 V}{2E},$$

Где δ — напряжение, которое возникает при разрушении материала, Н/м^2;

V - объем куска, который измельчается, м^3;

E- модуль упругости, Н/м^2.

Если учесть, что физико-механические свойства определенного материала являются постоянной величиной, то закон Кирпичева — Кика может быть выражен следующим образом [10, 47, 101, 108, 109]

$$A=K_k V = K_k D^3$$

где K_k– коэффициент пропорциональности;

V– объем кубического куска с ребром D, м^3.

Основным недостатком приведенных теорий является то, что каждая из них принимать во внимание только часть энергии, которая затрачивается при измельчении: первая — на непосредственное получение новых поверхностей, которые возникают за пределом

упругости (пластичности); вторая — на упругую деформацию материала, который измельчается. В связи с этим в дальнейшем было принято мнение о том, что каждая из этих гипотез справедлива для разных этапов измельчения: теория Риттингера не берет во внимание затраты энергии на упругую деформацию материала, и следовательно она справедлива для процесса помола, где осуществляется интенсивное появление новых поверхностей; наоборот, теория Кирпичева — Кика считает, что основная часть работы измельчения расходуется на упругую деформацию материала, которая происходит при измельчении.

П. А. Ребиндер в 1940 г. представил формулу расхода энергии при измельчении материала, объединяющую рассмотренные выше теории [10, 47, 101,108, 109]

$$A = \sigma \Delta F + k \Delta V$$

Где σ и k коэффициенты пропорциональности;

ΔF вновь образованная поверхность при разрушении тела;

ΔV объем деформированного материала, м^3.

Данная формула является частным случаем закона сохранения энергии, согласно которому процесс измельчения характеризуется переходом одного вида энергии твердого тела в другой. До разрушения тело обладает потенциальной энергией, т. е. находится под действием внешних сил в состоянии упругой деформации. В результате разрушения потенциальная энергия переходит в кинетическую, причем энергия деформации превращается в тепло и рассеивается в окружающую среду [10, 47, 101, 108, 109].

Недостатком этой формулы является то, что отсутствуют методики для определения коэффициентов σ и $к$.

На основании теории Кирпичева – Кикка Л. Б. Левенсон представил следующий упрощенный вариант определения энергии, которая затрачивается на измельчение материала. Если за место напряжения δ в выражение работы упругих деформаций поместить разрушающее напряжение (предел прочности) $\sigma_р$, то получим работу, которая затрачивается па разрушение всего деформируемого объема

куска материала до продукта с частицами размером, которые приближаются к нулю.

В связи с этим степень измельчения теоретически доходит до бесконечности. Фактически объем, который подлежит измельчению, можно взять равным

$$A=\frac{\sigma_{р}^{2}(D^{3}-d^{3})}{2E}$$

,

Данная формула предлагалась для определения расхода энергии, которая затрачивалась на измельчение материала.

Еще в 1923 г. на основании своих опытов Хоултейн сделал вывод о том, что при измельчении материалов энергия тратится на получение новой поверхности, на теплоту трения материала по рабочим поверхностям измельчителя, на теплоту деформации материала без разрушения. По его мнению, ни одна из теорий, которые были предложены, не принимать во внимание точно этих расходов энергии. Ни одна простая формула не может быть использована ко всем материалам и методам дробления. Вероятно, средний из обоих методов наиболее близок к правде [10, 47, 101, 108, 109].

Ф. Бонд в 1951 г. представил гипотезу процесса измельчения, где математически объединил теорию Риттингера и Кирпичева — Кика. Он также предполагал, что полная работа обязана включать работу деформации и получения новых поверхностей, предложил также считать работу, которая затрачивается на дробление одного куска, пропорциональной среднему геометрическому из объема и поверхности куска [10, 47, 101, 108, 109].

$$A=A_{Д}+A_{п}=К_{Б}\sqrt{D^{3}}D^{2}=k_{б}D^{2.5}$$

Проведя анализ представленных гипотез, нужно отметить, что ни одна из них не может быть универсальной: одни берут в расчет расход энергии на преодоление упругих деформаций в материале (теория

Кирпичева— Кика), другие связывают расход энергии с финальными результатами процесса, а именно степенью измельчения (теория Риттингера и Бонда). Условностью рассмотренных гипотез может быть исследование процесса разрушения тел правильной геометрической формы под действием сжимающих нагрузок, которые равномерно распределенны. У Ребиндера рассматривается степень измельчения и работа деформации, но при этом не указаны методы для нахождения количества циклов повторения знакопеременных усилий для полного разрушения материала.

Однако все представленные гипотезы базируются на процессе измельчения тел правильной геометрической формы под действием равномерно рассредоточенных сжимающих нагрузок, но фактически же разрушение материала происходит под влиянием сосредоточенных нагрузок.

Основываясь на вышеупомянутых законах, С.В. Мельников вывел эмпирическую зависимость, которая позволяет узнать энергозатраты на измельчение вне зависимости от способа измельчения [33]

$$A_{\text{изм}} = \text{C}_{\text{пр}}(C_v I_g \square^3 + C_S (\square -1))$$

где $\square$ - коэффициент, который выражает энергозатраты на упругие деформации материала, которые отнесены к единице его массы;

$\square$ - коэффициент, который выражает энергозатраты на образование новых поверхностей, которые отнесены к единице массы;

$\square$ - коэффициент, который учитывает влияние неучтенных факторов;

$\square$ - степень измельчения.

Точнее всего процесс измельчения перговых сотов определяет эмпирическая формула С.В. Мельникова. Так как кроме свойств материала, который измельчается, она позволяет принять во внимание конструктивные особенности измельчителя [33].

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1Программа экспериментальных исследований

Исследование физико-механических свойств перговых сотов и гранул перги необходимо для обоснования конструктивных параметров и режимов работы центробежного скарификатора. Полученная информация поможет усовершенствовать промышленную технологию производства перги, оптимизировав ее процессы. Важно учесть влияние скарификации на целостность гранул перги при извлечении их из перговых сотов. Для обоснования параметров и режимов работы центробежного скарификатора требуется провести исследования по определению численных значений характеристик перговых сотов.

В программу исследований входит:

- определение влажности перги;
- определение размещения и длины гранул перги в ячейках сотов;
- определение соотношения массы перги, воска и рамки сота;
- определение напряжений разрушающих перговые соты.

3.2 Методика проведения экспериментальных исследований

Относительная влажность перги определялась по ГОСТ 31776-2012 [24]. Из перговых сотов извлекали гранулы перги и отбирали по 30 гранул, которые были помещены в бюксы и взвешены. Далее проводили их сушку в сушильном шкафу при температуре 105 ºС в течение пяти часов.

Относительная влажность w гранул перги находилась по формуле

$$w = \frac{m_д m_п 100}{m_п}, \qquad (2.1)$$

где $m_д$ – масса навески исследуемого материала до высушивания, г;

$m_п$ – масса навески исследуемого материала после высушивания, г.

100 – постоянный коэффициент.

Гранулы перги взвешивали на лабораторных технических весах ВЛКТ-500 с точностью до 0,01 г.

Перговый сот состоит из средостения, представляющего из себя вощину, прикрепленную к проволокам, и оттянутых восковых ячеек с обеих сторон вощины. Ячейки сотов имеют шестигранное сечение, а дно выполнено в виде трехгранной пирамиды. Ввиду того, что ячейки шестигранные, один ряд ячеек в соте смещен относительно другого, но строго по прямой линии сверху вниз и справа налево. Для Дадановского улья соты в чистоте составляют длина 415 мм и высота 270 мм. При размерах ячеек со сторонами шестигранника 2,65 мм в соте по длине в одном ряду размещается 78 ячеек, а по высоте 51 ячейка. Таким образом, количество ячеек в соте рассчитывается по формуле

$$N = 2n \cdot n_p \qquad (2.2)$$

где n - количество ячеек в одном ряду;

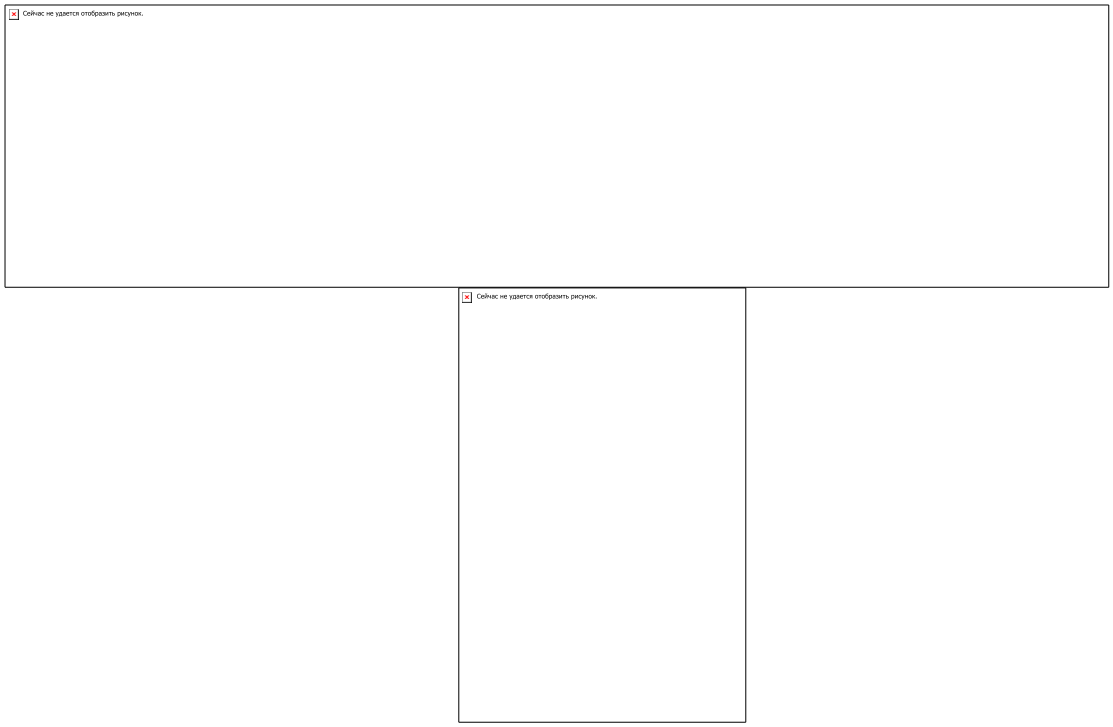
n_p – количество рядов в соте.

Для определения места размещения перги в сотах выбирались ранее приведенные соты из Дадановского улья. Визуальным осмотром определялось наличие перги по рядам у верхнего, нижнего и боковых брусков соответственно. Считалось наличие перги в рядах, в том случае, если

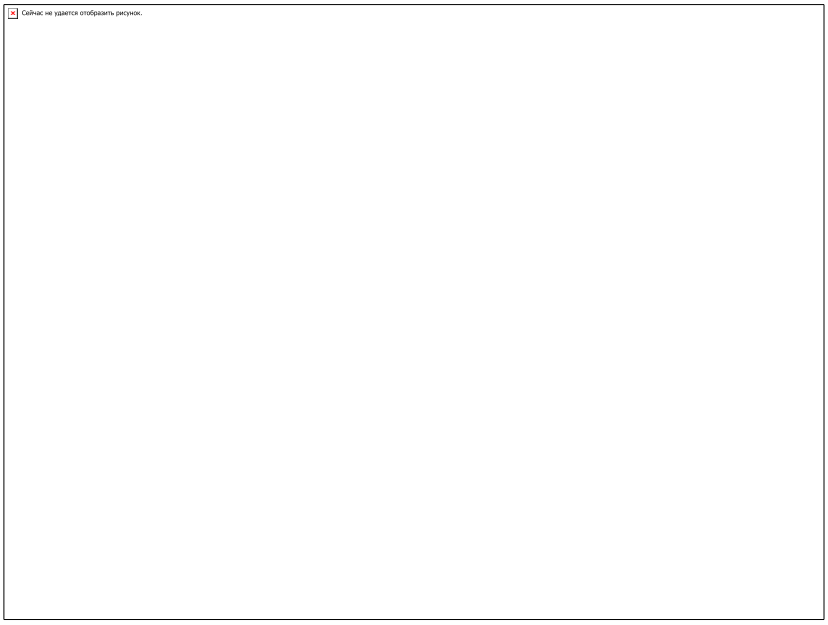
было минимум 10 гранул. Все это наносилось на рамку с указанием расстояния до каждых двух рядов с гранулами перги, шириной 11 мм. После этого записывался процент перги по местам ее расположения в соте. Для данного исследования было отобрано 100 перговых сотов из Кораблинского района Рязанской области.

Длина гранул перги определялась при помощи специальной установки с индикатором часового типа [69]. Для исследования были отобраны 50 перговых сотов. Было проведено 500 замеров из пяти разных мест перговых сотов: вверху, внизу, слева, справа и в середине.

Схема установка для определения длины гранул перги и общий вид представлены на рисунке 2.1 а, б.



а



б

1 – рама; 2 – крепление; 3 – индикатор часового типа; 4 – насадка индикатора; 5 – перговый сот; 6 – ячейка незаполненная пергой; 7 – ячейка заполненная пергой.

Рисунок 2.1 – Схема установки для определения длины гранул перги и общий вид (а, б)

Исследование проводили следующим образом. Раму 1 устанавливали над перговым сотом 5, насадка индикатора 4 опускалась в ячейку незаполненную пергой 6 до упора, затем опускалась в соседнюю ячейку заполненную пергой 7. Диаметр насадки индикатора 4 мм, для удобства введения в ячейки сота. Показания индикатора часового типа 3 записывались и в дальнейшем пересчитывались. Длина гранул перги $_{гр}$ определялась по формуле

$$l_{гр} = l_{нп} - l_{зп}, \qquad (2.3)$$

где $l_{нп}$ - глубина ячейки незаполненная пергой, мм;

$l_{зп}$ - глубина ячейки до заполнения пергой, мм.

Перговый сот состоит из: рамки с натянутой на нее проволокой для крепления вощины, восковой основы сота и перги. Массу перги, воска и рамки сота определяли путем их взвешивания [19]. Массу перги в соте можно определить двумя способами [82].

Первым способом масса перги $M_п$ рассчитывается по формуле

$$M_п = M_{пс} - M_в - M_р, \quad (2.4)$$

где $M_{пс}$ - масса пергового сота, г;

$M_в$ - масса воскового сырья, г;

$M_р$ - масса рамки с проволокой, г.

По второму способу масса перги $M_п$ в соте рассчитывается по формуле

$$M_п = S \cdot l_{ср} \cdot p_п \cdot k, \quad (2.5)$$

где S - площадь, занимаемая гранулами перги в ячейках с обеих сторон, см^2;

$l_{ср}$ - средняя длина гранул перги, см;

$p_п$ - плотность перги в сотах, кг/см^3;

k - коэффициент учета площади, занятой восковыми стенками ячеек.

Площадь S, занимаемую гранулами перги в сотах можно определить по формуле

$$S = S_{пс} \cdot n, \quad (2.6)$$

где $S_{пс}$ - площадь поперечного сечения гранулы перги, см^2;

n - количество ячеек в соте, заполненных пергой, шт.

Взвешивалась извлеченная перга и рамка сота. Масса воска $M_в$ в соте определялась по формуле [19]

$$M_в = M_{пс} - (M_р + M_п), \quad (2.7)$$

где $M_{пс}$ – масса пергового сота, г;

$M_р$ – масса рамки с проволокой, г;

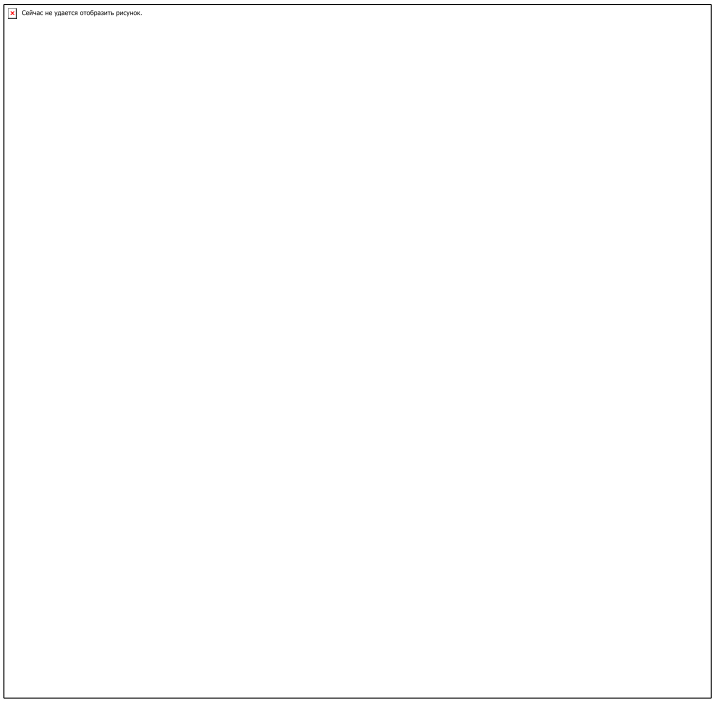
$M_п$ – масса перги, г.

Исследуемый материал взвешивался на весах марки ВНЦ-10. Для данного опыта было использовано 100 перговых сотов.

Для определения напряжений разрушающих перговые соты проводили два эксперимента [78]: разлом кусков перговых сотов, установленных на разных расстояниях между двух вертикальных опор и закрепленных консольно, на разных расстояниях. В эксперименте использовались соты со светлым и темным воском. Все кусочки, вырезанные из перговых сотов, были одинаковых размеров 250×50×23 мм. Опыты проводились в

пятикратной повторности.

Схема установки для определения напряжений разрушения пергового сота между двух вертикальных опор и общий вид представлены на рисунке 2.2 а, б.



а

Сейчас не удается отобразить рисунок.

б

1 – стол; 2 – подставка; 3 – вертикальные опоры; 4 – пластина с отверстиями для крепления; 5 – кусок пергового сота; 6 – штифт; 7 – нить; 8 – емкость.

Рисунок 2.2 - Схема установки для определения напряжений разрушения пергового сота между двух вертикальных опор и общий вид (а, б)

Кусок пергового сота 5 укладывался на вертикальные опоры 3, а на него укладывался штифт 6 диаметром 15 мм, используемый в измельчителях перговых сотов [89]. К штифту крепилась нить 7, а к ней емкость 8, в которую насыпался песок до излома сота. Расстояние между вертикальными опорами 3 изменяли на пластине 4 с отверстиями для крепления. Штифт и емкость с песком взвешивались, что давало усилие излома пергового сота.

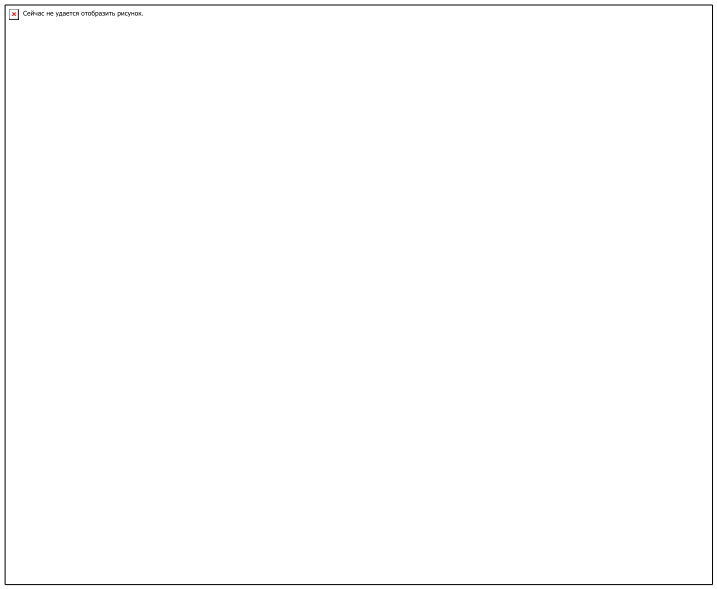
Напряжения V_p рассчитывались по формуле

$$\sigma_p = \frac{P_p}{S_c}$$

где P_p - разрушающее усилие, Н;

S_c – площадь поперечного сечения сота, м^2.

Для определения напряжений разрушения пергового сота, закрепленного консольно, использовалась установка, представленная на рисунке 2.3.



1 – стол; 2 - прижимная пластина; 3 – кусок пергового сота; 4 – нить; 5 – емкость.

Рисунок 2.3 - Схема установки для определения напряжений разрушения пергового сота, закрепленного консольно

Кусок пергового сота 3 укладывался на край стола 1, закреплялся прижимной пластиной 2. К консольному концу сота на нити 4 крепилась емкость 5, в которую засыпался песок.

Напряжения изгиба $_и$ определялись по формуле [78]

$$\sigma_и = \frac{P_и}{S_с}$$

где $_и$ - предельное усилие изгиба, Н;

$_с$ – площадь поперечного сечения сота, м2.

(2.9)

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1Результаты определения влажности перги

Для проведения исследования использовалась перга соответствующая ГОСТ 31776-2012 [24]. Были проведены 150 замеров влажности у гранул перги из разных сотов. С начала проведения исследования по определению влажности, перговые соты хранились две недели, при комнатной температуре 23 ºС. Статистические данные, полученные в ходе определения влажности перги, представлены в приложении А. По результатам исследований построена гистограмма (рисунок 2.4).

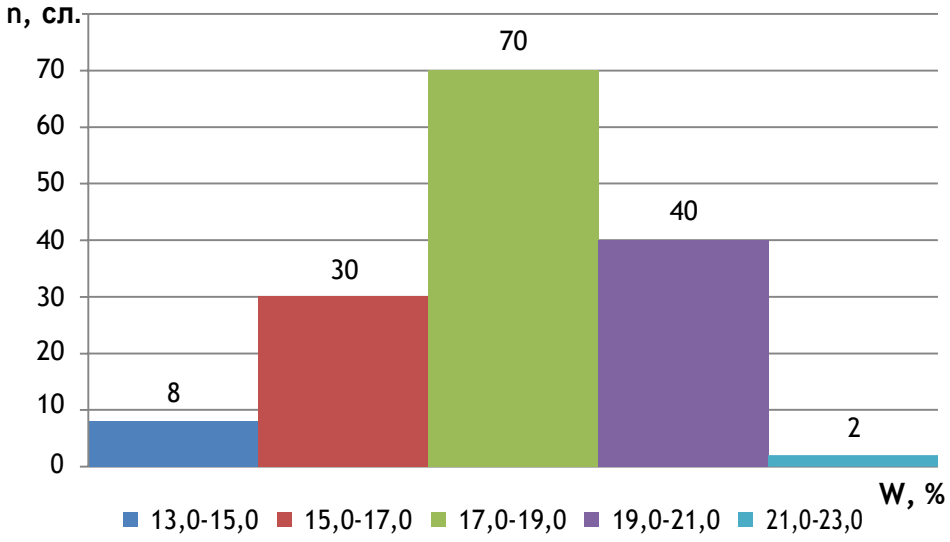


Рисунок 2.4 - Гистограмма влажности перги

Влажность перги от 17 до 19 % в перговых сотах встречается чаще всего и составляет 46,67 % от всех исследуемых сотов. Наименьшая влажность перги от 13 до 15 % в перговых сотах составляет 5,33 %. Перга с наибольшей влажностью от 21 до 23 % в перговых сотах составляет 1,33 %.

3.2Результаты определения размещения и длины гранул перги в ячейках сотов

Для проведения исследований по определению физико-механических свойств перговых сотов и их компонентов были взяты соты с наиболее распространенной Дадановской рамкой. Она имеет следующие размеры: длина – 435 мм, высота – 300 мм, ширина – 25 мм. Для исследования были отобраны 100 перговых сотов.

Результаты исследования по определению размещения гранул перги в ячейках перговых сотов представлены в приложении Б и на рисунке 2.5 [69]. По результатам исследований были построены зависимости размещения гранул перги от каждой стороны рамки (рисунок 2.6 – 2.9).

Из анализа рисунков видно, что на расстоянии 11 мм (первые два ряда ячеек) от брусков рамки сотов ячейки не заполнены гранулами перги. Ближе к центру сотов количество случаев заполнения ячеек гранулами перги увеличивается.

Сейчас не удается отобразить рисунок.

Рисунок 2.5 - Схема заполнения сотов гранулами перги

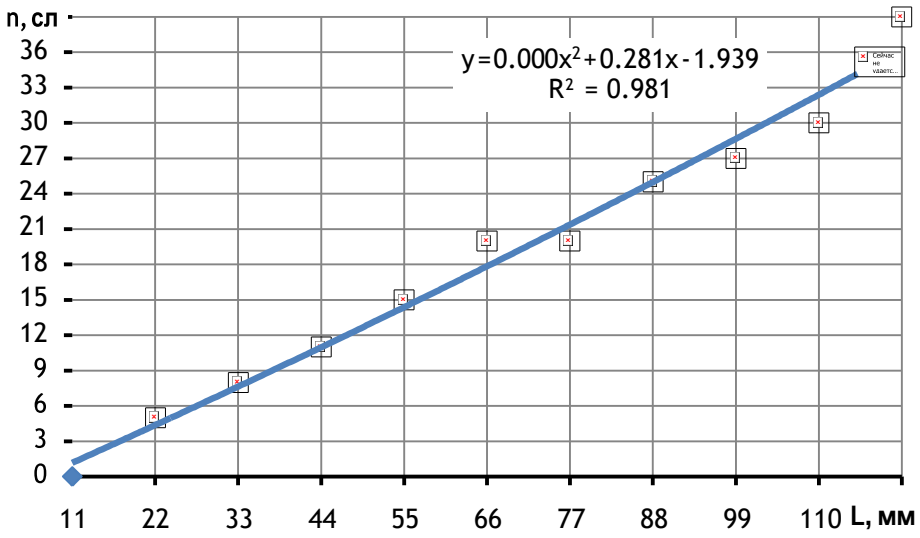


Рисунок 2.6 - Зависимость размещения гранул перги от верхнего бруска рамки

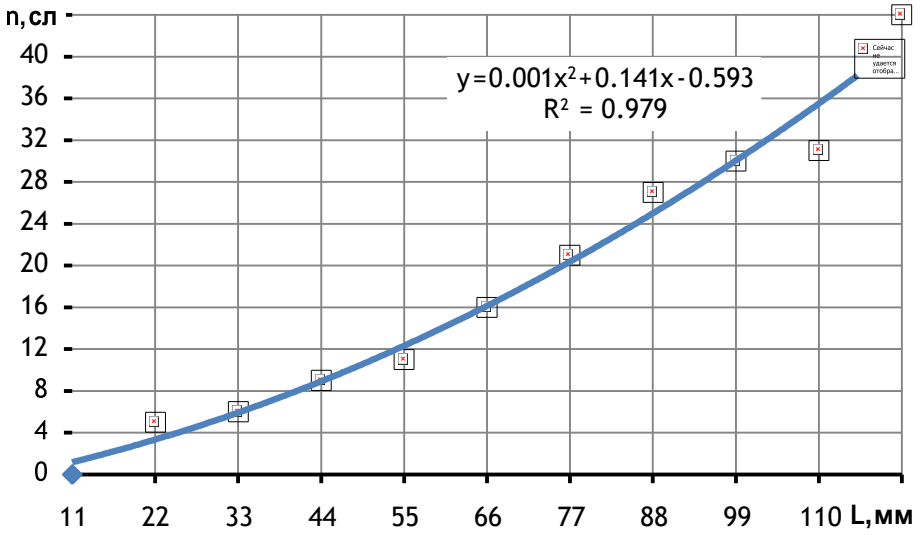


Рисунок 2.7 - Зависимость размещения гранул перги от нижнего бруска рамки

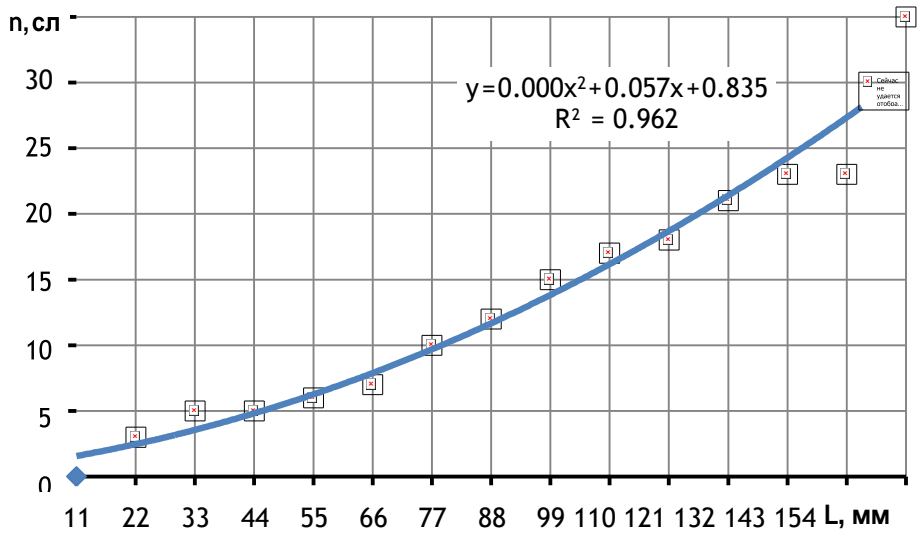


Рисунок 2.8 - Зависимость размещения гранул перги от левого бруска рамки

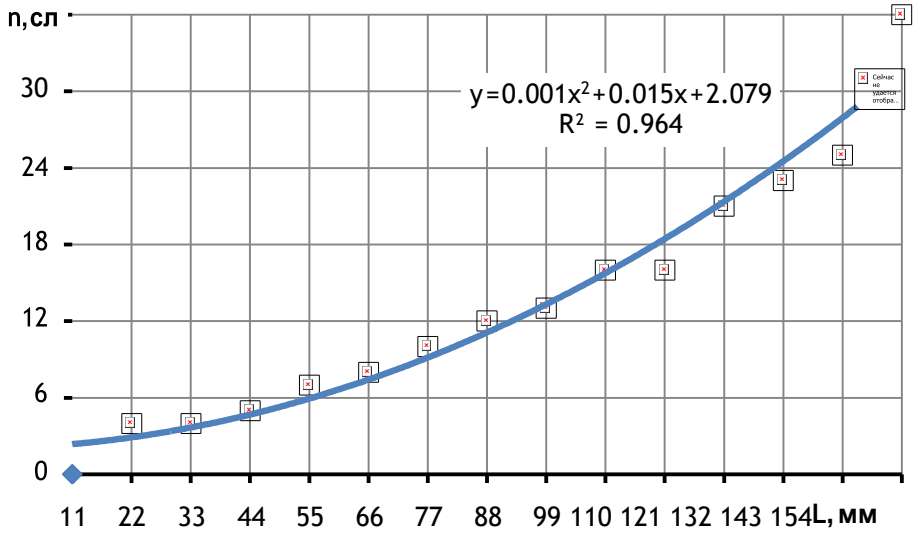


Рисунок 2.9 - Зависимость размещения гранул перги от правого бруска рамки

В большинстве случаев гранулы перги находятся в срединной части перговых сотов.

Результаты полученные в ходе проведения исследования по определению длины гранул перги представлены в приложении В

и таблице 2.1. По результатам была построена гистограмма длины гранул перги (рисунок 2.10).

Таблица 2.1 – Длина гранул перги в ячейках сотов

Количество замеров гранул, шт	Минимальная длина, мм	Максимальная длина, мм	Среднестатистическое значение длины гранулы, мм
500	3,8	11,9	7,2

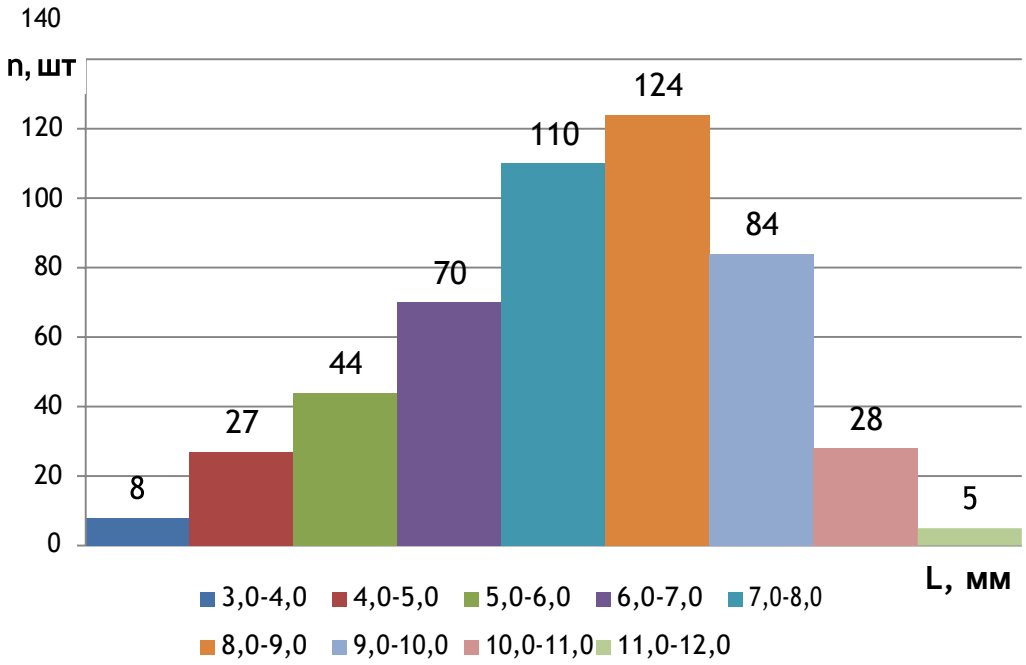


Рисунок 2.10 - Гистограмма длины гранул перги

По данным таблицы 2.1 и представленной гистограмме видно, что длина гранул перги изменяется от 3,8 до 11,9 мм. Среднестатистическая длина гранулы составляет 7,2 мм, а 77,6 % исследованных гранул перги имеют длину от 6 до 10 мм [69].

4.3 Результаты определения соотношения массы перги, воска и рамки сота

Результаты исследования по определению соотношения массы перги, воска и рамки сота представлены в приложении Г и таблице 2.2. По результатам исследований построены гистограммы (рисунок 2.11 - 2.13).

Таблица 2.2 – Соотношение массы перги, воска и рамки сота

Исследуемый материал	Минимальное значение массы, г	Максимальное значение массы, г	Среднестатистическое значение массы, г
Перга	72	955	312,55
Воск	103	405	231,2
Рамка сота	155	292	203,57

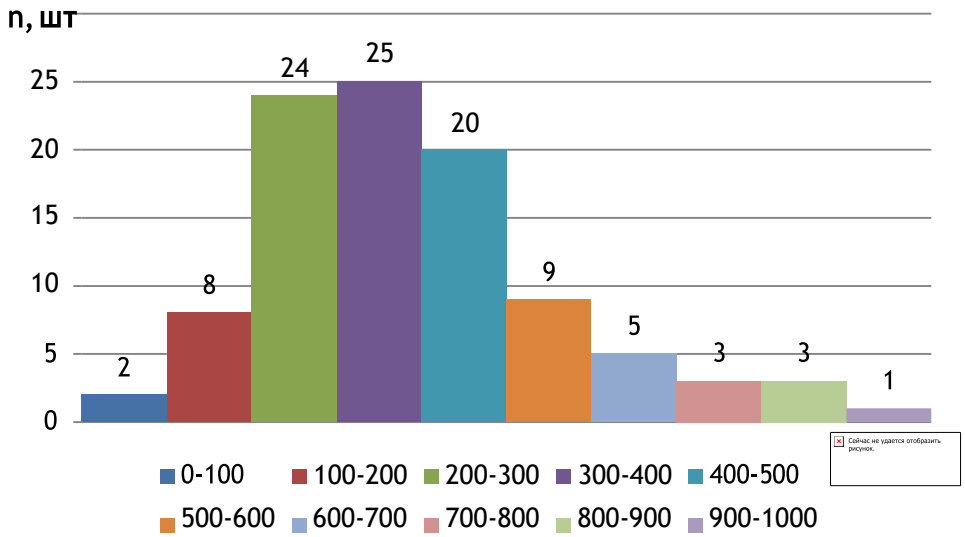


Рисунок 2.11 - Гистограмма массы перги

Масса перги в сотах наибольшая, среднестатистическое значение составляет 312,55 грамм, 41,82 % от массы пергового сота. Однако значение массы сильно колеблется от 72 до 955 грамм.

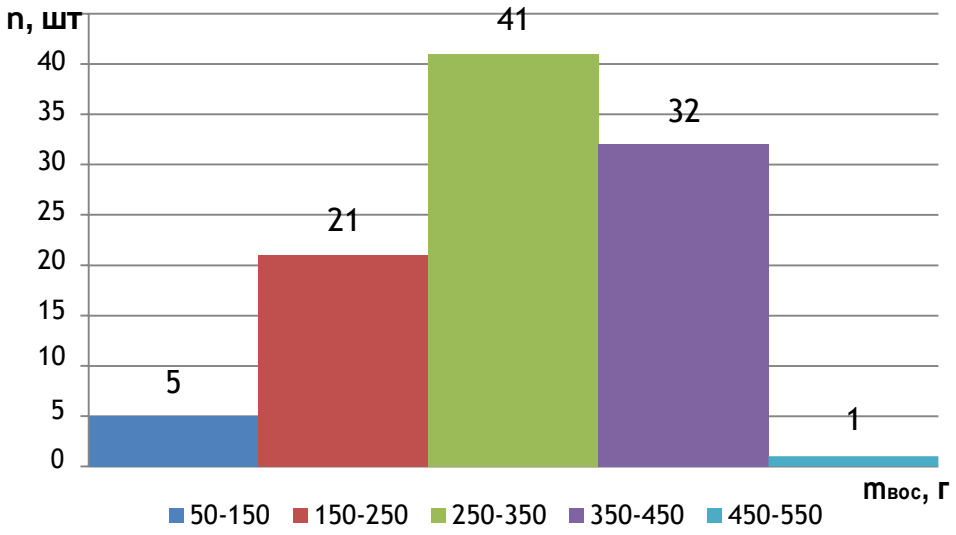


Рисунок 2.12 - Гистограмма массы воска

Среднестатистическое значение массы воска в соте составляет 231,2 грамм, 30,94 % от массы пергового сота. Массу воска от 50 до 150 грамм имеют 5 сотов, от 450 до 550 грамм - 1 сот, а 94 сота имеют массу воска от 150 до 450 грамм. Это связано с тем, что воск бывает светлый, коричневый и темный, и его масса меняется с цветом [9].

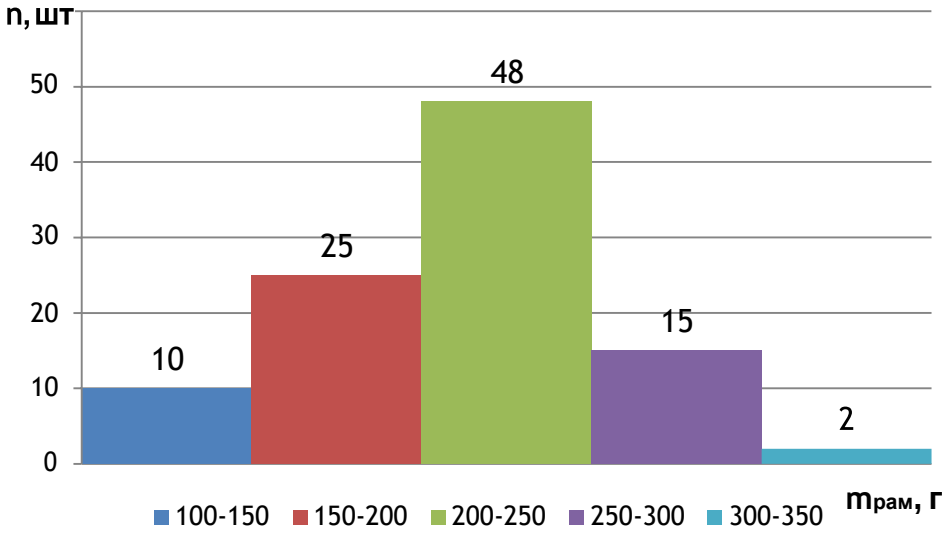


Рисунок 2.13 - Гистограмма массы рамки сота

Наименьшее значение массы в сотах у рамки, среднестатистическое значение составляет 203,57 грамм, 27,24 % от массы пергового сота. Больше половины рамок имеют массу не более 250 грамм. Масса рамок колеблется от 142 до 309 грамм. Это связано с применением древесины разных пород и конструкцией рамок.

4.4 Результаты определения напряжений разрушающих перговые соты

Для проведения исследования были использованы 100 кусков с пергой, вырезанных из светлых и темных сотов. Статистические данные, полученные в ходе определения напряжений разрушающих перговые соты, представлены в приложении Д.

По результатам исследований построены зависимости напряжений разлома пергового сота от расстояния между вертикальными опорами и закрепленного консольно от расстояния нагружения. (рисунок 2.14, рисунок 2.15).

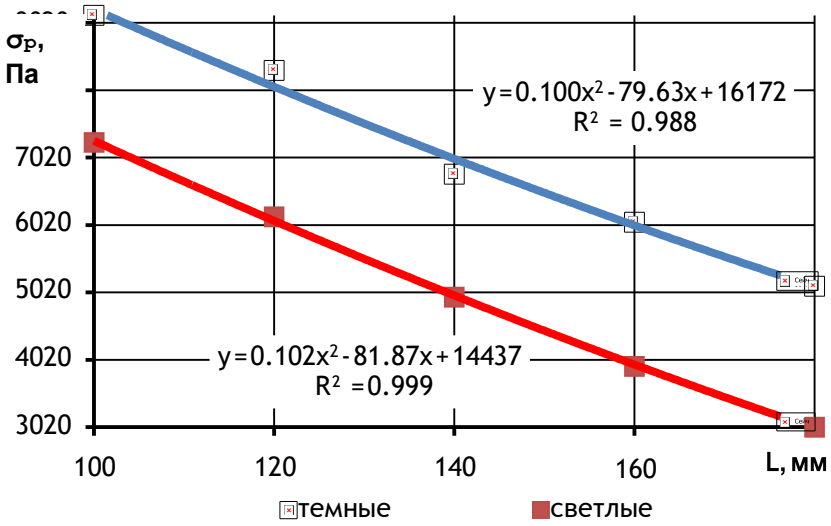


Рисунок 2.14 - Зависимость напряжений разлома пергового сота от расстояния между вертикальными опорами

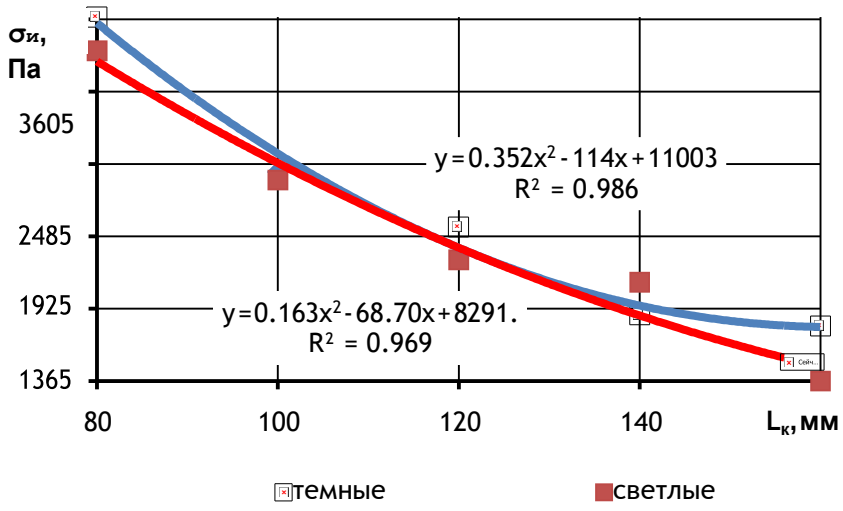


Рисунок 2.15 - Зависимость напряжений разлома пергового сота закрепленного консольно от расстояния нагружения

Из рисунка 2.14 видно, что с увеличением расстояния между вертикальными опорами от 100 до 180 мм напряжения разлома светлых сотов уменьшаются с 7244 до 3020 Па, а темных – с 9130 до 5113 Па. Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что темные соты разрушаются при больших напряжениях, чем светлые.

Достоверность данной математической модели подтверждается высоким значением коэффициента детерминации R^2=0,9995 и R^2=0,9887.

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 2.15, показал, что практически независимо от цвета сота напряжения разлома уменьшаются с 4183 до 1365 Па при увеличении расстояния от 80 до 160 мм.

Достоверность данной математической модели подтверждается высоким значением коэффициента детерминации R^2=0,9694 и R^2=0,986.

Сравнивая оба вида разрушения можно отметить, что величина напряжений при консольном закреплении гораздо меньше, нежели при закреплении сота между двух вертикальных опор [78].

4.5Выводы

На основании проведенных исследований перговых сотов и их компонентов можно сделать следующие выводы.

1. Влажность перги от 17 до 19 % в сотах встречается чаще всего и составляет 46,67 % от всех исследуемых сотов. Наименьшая влажность перги от 13 до 15 % в сотах составляет 5,33 %. Перга с наибольшей влажностью от 21 до 23 % в сотах составляет 1,33 %.

2. Основная часть гранул перги находится в срединной части сотов и составляет 74,5 %. Первые два ряда ячеек от брусков рамки перговых сотов не заполнены гранулами перги. Длина гранул перги варьируется от 3,8 до 11,9 мм. Среднестатистическая длина гранулы составляет 7,2 мм, а 77,6 % исследованных гранул перги имеют длину от 6 до 10 мм.

3. Масса перги в сотах в среднем наибольшая, однако, ее значение сильно колеблется от 72 до 955 грамм. Среднестатистическое значение 312,55 грамм, что составляет 41,82 % от массы пергового сота.

4. Массу воска от 50 до 150 грамм имеют 5 сотов, от 450 до 550 грамм - 1 сот, а 94 сота имеют массу воска от 150 до 450 грамм. Это связано с тем, что воск бывает светлый, коричневый и темный, и его масса меняется с цветом. Среднестатистическое значение 231,2 грамм, что составляет 30,94 % от массы пергового сота.

5. Наименьшее среднее значение массы в сотах у рамки, больше половины рамок из 100 весят не более 250 грамм. Масса рамок колеблется от 142 до 309 грамм. Это связано с применением древесины разных пород и конструкцией рамок. Среднестатистическое значение 203,57 грамм, что составляет 27,24 % от массы пергового сота.

6. С увеличением расстояния между вертикальными опорами от 100 до 180 мм напряжения для разлома светлых сотов уменьшаются с 7244 до 3020 Па, а для темных – с 9130 до 5113 Па. Темные соты разрушаются при больших напряжениях, чем светлые.

Практически независимо от цвета сота напряжения для разлома уменьшаются с 4183 до 1365 Па при увеличении расстояния от 80 до 160 мм.

Величина напряжений при консольном закреплении гораздо меньше, нежели при закреплении сота между двух вертикальных опор.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПЕРГОВЫХ СОТ

5.1 Конструктивно-технологическая схема измельчитель перговых сот

Теоретическое исследование имеет цель установить количественные и качественные связи между параметрами, изменяющимися в процессе извлечения перги и параметрами разрабатываемого измельчителя.

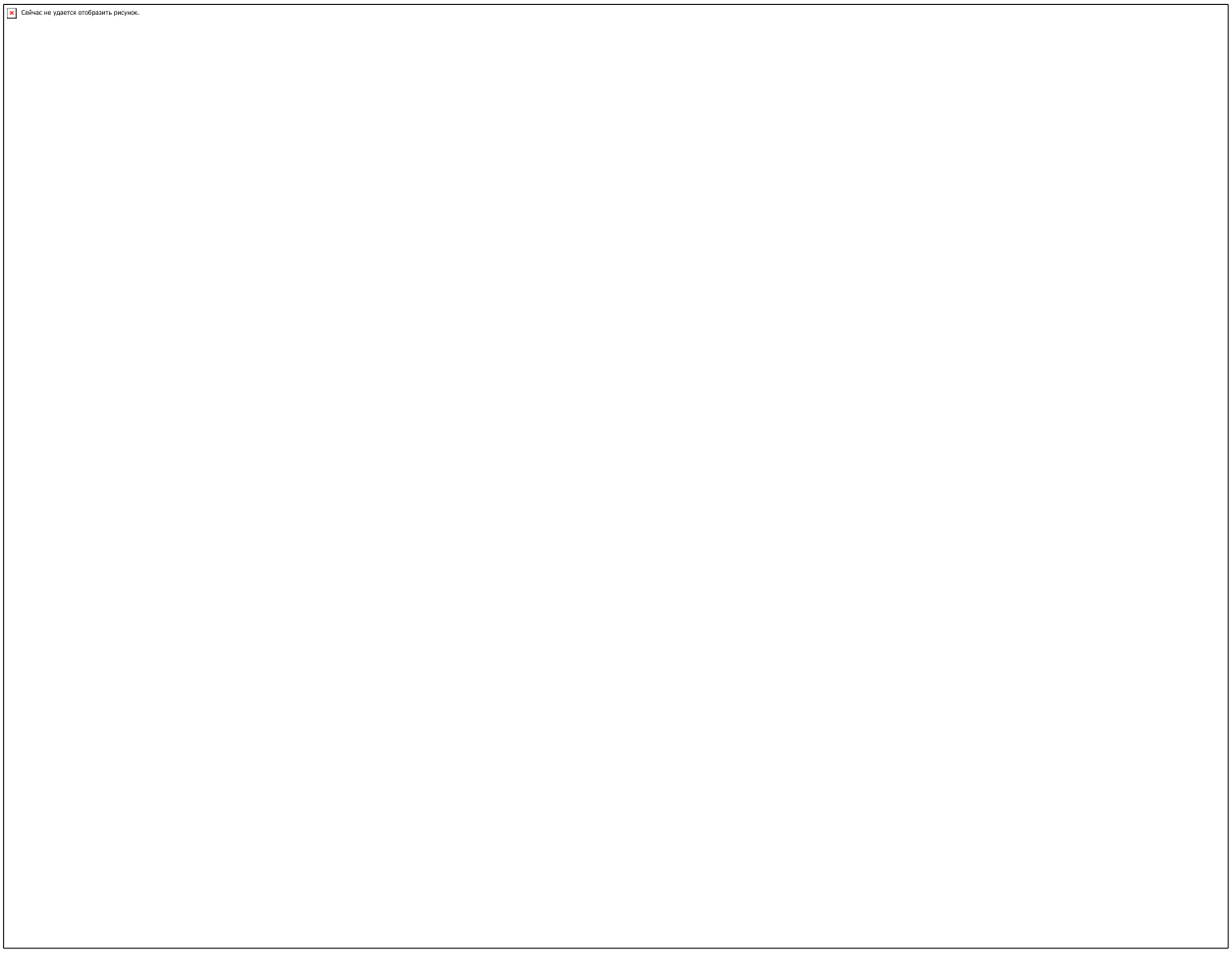


Рисунок 5.1 измельчитель перговых сот.

1 – рама конструкции, 2 – ,3 – дробильная камера, 4 – загрузочная горловина, 5 – электродвигатель, 6 – шкиф, 7 – решетный стан, 8 –

9 – штифты расположенные по спирали,

4.1 Экономический эффект применения измельчителя перговых сотов

Согласно методике, описанной в соответствующих работах [17, 20, 53, 54, 55, 116], а также по результатам исследований, рекомендуемых справочных нормативов и литературных данных был произведен расчет экономического эффекта применения измельчителя перговых сотов.

Основные данные для расчета технико-экономических показателей отражены в таблице 5.2.

Годовой объем перерабатываемых перговых сотов определялся для среднестатистической пасеки в тридцать пчелосемей. Годовой объем $А_{год}$ перерабатываемых перговых сотов в этом случае определялся по формуле

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot q_{\text{пер.сот.}}, \quad (5.3)$$

где Сейчас не удается отобразить рисунок. – годовой объем перерабатываемых перговых сотов, шт;

Сейчас не удается отобразить рисунок. – количество пчелосемей, шт;

$q_{\text{пер.сот.}}$ – количество пчелиных сотов с пергой, которое можно взять от одной пчелосемьи, шт.

Известно, что от одной пчелосемьи без вреда можно отобрать 1-4 пчелиных сота с пергой. Для расчета примем данное значение равным 2 пчелиным сотам [80].

Таблица 5.2 – Основные данные для расчета технико-экономических показателей.

№	Название показателей	Единицы измерения	Измельчители перговых сотов	
			АИП-50	Предлагаемый измельчитель
1	Балансовая стоимость	руб	160000	18000
2	Производительность	кг/ч	16	6,5
3	Мощность	кВт	1,65	0,25
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Удельные затраты электроэнергии	кВт-ч/кг	0,1031	0,0385
6	Цена реализации 1 кг перги	руб	2000	2000
7	Часовая тарифная ставка	руб	150	150
8	Доплата за продукцию	%	25	25
9	Отчисления на социальные нужды	%	40	40
10	Амортизационные отчисления	%	11,1	11,1
11	Отчисления на ТО, ремонт и хранение	%	7	7
12	Коэффициент использования рабочего времени	-	0,9	0,9
13	Цена одного кВт-ч	руб	4,03	4,03

Таким образом, годовой объем перерабатываемых перговых сотов составит

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сей ча...} \cdot \text{[illegible]} = \text{Сей ча...}\ \text{Сейч...}$$

Для определения количество получаемой перги в год воспользуемся формулой

$$Q_{\text{пер.год.}} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot m_{\text{ср.пер.}} \quad , \qquad (5.4)$$

где $m_{\text{ср.пер.}}$ – средняя масса перги в соте, кг.

Количество получаемой перги при использовании АИП-50 составит

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сей ча...} \cdot \text{[illegible]}\,315 = \text{Сейчас не удается отобразить...}\ \text{Се}$$

при использовании предлагаемого измельчителя

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сей ча...} \cdot \text{[illegible]}\,315 = \text{Сейчас не удается отобразить...}\ \text{Се}$$

Удельные затраты труда на процесс извлечения перги определяются по формуле

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \frac{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}, \qquad (5.5)$$

где Сейчас не удается отобразить рисунок.– удельные затраты труда на процесс извлечения перги, чел-ч/кг;

Сейчас не удается отобразить рисунок. – годовые затраты труда, чел-ч.

Годовые затраты труда Сейчас не удается отобразить рисунок. (чел-ч) на процесс извлечения перги определяется по формуле

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}, \qquad (5.6)$$

где Сейчас не удается отобразить рисунок. –количество обслуживающего персонала, чел.;

Сейчас не удается отобразить рисунок. – число смен;

Сейчас не удается отобразить рисунок. – количество рабочих часов, ч;

Сейчас не удается отобразить рисунок. – коэффициент использования рабочего времени.

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \frac{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}, \qquad (5.7)$$

где Сейчас не удается отобразить рисунок. – производительность измельчителя, кг/ч. Для АИП-50 количество рабочих часов составит

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \frac{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}$$

Для предлагаемого измельчителя количество рабочих часов составит

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}^{\text{п.и.}} = \frac{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}$$

Годовые затраты труда на процесс извлечения перги с использованием АИП-50

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}\ \text{чел} - \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}$$

Годовые затраты труда на процесс извлечения перги с использованием предлагаемого измельчителя

$$\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}\ \text{чел} - \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}$$

Удельные затраты труда на процесс извлечения перги с использованием АИП-50

Сейчас не удается отобразить рисунок. С = = Сейчас не удается отобразить рисунок. − Сейчас не удается отобразить р...

Удельные затраты труда на процесс извлечения перги с использованием предлагаемого измельчителя

Сейчас не удается отобразить рисунок. = Сейчас не удается отобразить... = 139 чел − Сейчас не удается отобразить

Стоимость полученной продукции в ценах реализации

$$\text{прод} = Q_{\text{пер.год.}} \cdot \text{Сейчас не удается отобразить р...} - \text{Сейчас н...}) \quad , \qquad (5.8)$$

где Сейчас не удается – цена реализации одного килограмма перги, руб/кг;

Сейчас н... – себестоимость перги, руб/кг.

$$\text{Сейчас н...} = \frac{\text{Сейчас не удается отобразить рисун...}}{} . \quad , \qquad (5.9)$$

где Сея – рыночная стоимость одного пчелиного сота с пергой, руб.

$$\text{Сейчас н...} = \frac{150}{315} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}.$$

Стоимость полученной продукции при использовании АИП-50

Сейчас не удается отобразить рисунок. = Сейчас не удается отобразить... · (2000 − 476, Сея = Сейчас не удается отобразить рисунок..

Стоимость полученной продукции при использовании предлагаемого измельчителя

$$\text{п.и.прод} = \text{Сейчас не удается отобразить...} \cdot (2000 - 476, \text{Сея} = \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}.$$

Прямые затраты при использовании измельчителя перговых сотов определяются по формуле [17]

$$\text{Сейчас не удается отобр...} = \text{З} + \text{Сейчас} + \text{Сейчас} + \text{Сейчас}_{\text{ТОРХ}} \quad , \qquad (5.10)$$

где Сейчас не удается отобр... - прямые затраты на извлечение перги, руб;

З – затраты на оплату труда, руб;

Сейчас - затраты на электроэнергию, руб;

Сейчас - отчисления на амортизацию, руб;

$\text{Сейчас}_{\text{ТОРХ}}$ - отчисления на ТО, ремонт и хранение, руб.

Затраты на оплату труда определяются по формуле

[17]

$$= \cdot \left(+ \cdot \right) \cdot \left(+ \cdot \right. \quad , \qquad (5.11)$$

где – часовая тарифная ставка, руб/ч;

– размер доплат за продукцию,

%;

– норма отчислений на социальные нужды,

%. Затраты на оплату труда при использовании

$$= 150 \cdot \cdot \left(+ \cdot \right. \cdot \left(+ \cdot \right. = .$$

АИП-50

Затраты на оплату труда при использовании предлагаемого измельчителя

$$= 150 \cdot \cdot \left(+ \cdot \right. \cdot \left(+ \cdot \right. = .$$

Затраты на электроэнергию при использовании АИП-50, которые исходят из удельных затрат энергии, определяются

$$= \cdot Q_{\text{пер.год}} \cdot \quad , \qquad (5.12)$$

где – удельные затраты энергии на извлечение 1 кг перги, кВт·ч/кг;

– стоимость одного кВт-ч, руб.

$$= 1031 \cdot \cdot = \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при использовании предлагаемого измельчителя, которые исходят из удельных затрат энергии, определяются

$$= \cdot Q_{\text{пер.год}} \cdot \quad , \qquad (5.13)$$

где – удельные затраты энергии измельчителя на извлечение 1 кг перги, кВт·ч/кг;

– удельные затраты энергии внешней пневматической системы на извлечение 1 кг перги, кВт·ч/кг;

$$= 0385 + 0492) \cdot \cdot = .$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле

$$= \cdot \cdot \quad , \qquad (5.14)$$

где Сейчас не удается отобразить рисунок. – балансовая стоимость машины, руб.;

Сейчас не... – норма амортизационных отчислений, %.

Амортизационные отчисления при использовании АИП-50

Сейчас не удается отобразить рисунок. Сейчас не удается отобразить рисунок. $= 160000 \cdot$ Сейчас не удается отобразить рисунок. Сейчас не... $\cdot$ Сейчас не удается отобразить рисунок. Сейчас не удается отобразить рисунок. $= 17760$ руб.

Амортизационные отчисления при использовании предлагаемого измельчителя

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить}} = 18000 \cdot \boxed{}\boxed{\text{Сей ча...}} \cdot \boxed{\text{Сейча с не удае...}}\boxed{} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Затраты на ТО, ремонт и хранение определяются из выражения

$$\boxed{}_{\text{ТОРХ}} = \boxed{\text{Сейч ас}} \cdot \boxed{}\boxed{\text{Сей ча...}} \cdot \boxed{}_{\text{ТОРХ}}, \qquad (5.15)$$

где $\boxed{}_{\text{ТОРХ}}$ – норма отчислений на ТО, ремонт и хранение, руб.

Затраты на ТО, ремонт и хранение при использовании АИП-50

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} \cdot \boxed{} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Затраты на ТО, ремонт и хранение при использовании предлагаемого измельчителя

$$\boxed{}^{\text{П.И.}}_{\text{ТОРХ}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} \cdot \boxed{} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Прямые затраты при использовании АИП-50

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}\boxed{\text{С}} = 278,\boxed{\text{Сей час}} + \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить...}} + 17760 + 11200 = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Прямые затраты при использовании предлагаемого измельчителя

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = 687,\boxed{\text{Сей час}} + \boxed{}\boxed{\text{Сей ча...}} + 1998 + 1260 = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Годовая прибыль от реализации полученной продукции рассчитывается по формуле

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить}} = \boxed{}_{\text{прод}} - \boxed{\text{Сейчас не удается отобр...}}, \qquad (5.16)$$

где $\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить}}$ – годовая прибыль, руб.

Годовая прибыль при использовании АИП-50

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}\boxed{\text{С}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Годовая прибыль при использовании предлагаемого измельчителя

$$\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}} - 3952\boxed{\text{Сейчас не удае...}} = \boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}.$$

Годовой экономический эффект при сравнительной оценке предлагаемого измельчителя перговых сотов и АИП-50 находится по показателю прироста прибыли по формуле [57]

$$\boxed{}_{\boxed{\text{С}}} = \left(\frac{\boxed{\text{Сейчас не удается}}}{\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}}\boxed{\text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}}\right) \cdot Q_{\text{пер.год.}}, \qquad (5.17)$$

где $\boxed{}_{\boxed{\text{С}}}$ – годовой прирост прибыли, руб.

$\boxed{\times}_{\boxed{\times}\ C} = 24847,\boxed{\times}\ \text{Сей}\ \text{ча...} - \boxed{\times}\ \text{Сей}\ \text{час}\ \text{не}\ 446,\boxed{\times}\ \text{Сейчас}\ \text{не}\ \text{удается}\ \text{...} = \boxed{\times}\ \text{Сейчас не удается отобразить рисунок.}.$

Коэффициент удельных энергозатрат – это отношение удельных затрат энергии при использовании предлагаемого измельчителя перговых сотов к удельным затратам энергии при использовании АИП-50

Сейчас не удается отобразить рисунок. = Сейчас не удается отобразить рисунок. , (5.18)

Сейчас не удается отобразить рисунок.

Снижение удельных затрат энергии на процесс извлечения перги определяются по формуле

$$\square = \left(\square - \square \cdot 100\square\right., \qquad (5.19)$$

$$\square = (\square - \square 851) \cdot 100 = \square$$

Срок окупаемости определим по формуле

Сейчас не удается отобраз... = , (5.20)

Срок окупаемости АИП-50

$$\square = \frac{160000}{\square} = \square \text{ года}$$

Срок окупаемости предлагаемого измельчителя

$$\square = \frac{18000}{\square} = \square$$

Результаты расчета технико-экономических показателей отражены в таблице 5.3.

Проанализировав таблицу 5.3 можно сказать, что основные показатели предлагаемого измельчителя лучше, чем аналогичные показатели АИП-50. При переработке 60 пчелиных сотов с пергой годовой экономический эффект составил 25293,67 рублей, а срок окупаемости предлагаемого измельчителя составил 0,63 года.

Таблица 5.3 - Результаты расчета технико-экономических показателей.

№	Название показателей	Единицы измерения	Измельчители перговых сотов	
			АИП-50	Предлагаемый измельчитель
1	Затраты на оплату труда	руб.	278,25	687,75
2	Затраты на электроэнергию	руб.	7,85	6,68
3	Затраты на амортизационные отчисления	руб.	17760	1998
4	Затраты на ТО, ремонт и хранение	руб.	11200	1260
5	Прямые затраты	руб.	29246,10	3952,43
6	Коэффициент энергозатрат	-	-	0,851
7	Снижение затрат энергии на извлечение перги	%	-	14,9
8	Годовая прибыль от реализации произведенной продукции	руб.	– 446,28	24847,39
9	Годовой экономический эффект от внедрения новой установки	руб.	-	25293,67
10	Срок окупаемости	год	5,55	0,63

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальные исследования измельчителя перговых сотов показали его работоспособность. Рациональным режимом работы данного измельчителя является: частота вращения вала 1500 мин$^{-1}$, количество штифтов – 2 штуки, диаметр штифтов – 15 мм., размер выгрузного окна – 27 см^2, размер ячейки решетки выгрузного окна – 14 мм, размер диаметр прутка решетки – 2,7 мм.

2. Установлено, что при снижение температуры охлаждения перговых сотов перед измельчением при всех значениях температуры окружающей среды (-5˚С, 0˚С, 5˚С) их крошимость снижается. Так как крошимость гранул перги не должна превышать 5%, то получается, что при всех значениях температуры окружающей среды (-5˚С, 0˚С, 5˚С) температура охлаждения перговых сотов должна быть не выше 9˚С.

3. В ходе экспериментальных исследований производительность измельчителя преговых сотов составила 6,5 кг/ч перги, удельная энергоемкость процесса 0,0385 кВт-ч/кг (с учетом затрат энергии на пневмосепарирование 0,0877 кВт-ч/кг). Количество извлекаемой перги из сотов составило 98,2%, а количество восковых примесей в перге – 4,9%, трудоемкость 0,0625 чел-ч/сот (0,154 чел-ч/кг перги). Потеря перги при пневмосепарации составила 2,4% от общего ее количества.

4. При переработке 60 пчелиных сотов с пергой годовой экономический эффект составил 25293,67 рублей, а срок окупаемости предлагаемого измельчителя составил 0,63 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ современных средств получения перги показывает, что среди существующих устройств, перспективными являются измельчители перговых сотов.

2. На основании уточнения физико-механических свойств гранул перги и воскового сырья установлено, что параметры измельчителя перговых сотов зависят от размерно-массовых характеристик гранул перги и коэффициента трения. Размерно-массовые характеристики: у 77,6% исследованных перговых гранул длина находится в пределах от 0,006 до 0,010 м, масса гранул перги увеличивается с 0,157 до 0,334 грамма с изменением длины гранул от 0,003 до 0,011 м. Коэффициент трения гранул перги находится в пределах от 0,4 до 0,5, а воскового сырья – от 0,52 до 0,92.

3. Теоретически установлено: радиус измельчителя 0,1 м; расстояния по высоте ротора между штифтами от 0,009 до 0,021 м и прутками решетки для прохождения гранулы перги от 0,011 до 0,015 м.

4. Экспериментально уточнено, что для рабочей камеры высотой 0,07 м количество штифтов диаметром 0,015 м должно быть два, сторона квадратных отверстий решетки 0,014 м с толщиной прутка 0,0027 м, а рекомендуемый режим работы измельчителя составляет 1500 мин$^{-1}$.

5. Экспериментально установлено, что производительность измельчителя перговых сотов 6,5 кг/ч, удельная энергоемкость процесса – 0,0385 кВт-ч/кг. Количество извлекаемой перги из сотов составило 98,2%, а количество восковых примесей в перге – 4,9%. Годовой экономический эффект составил 25293 рублей, а срок окупаемости предлагаемого измельчителя – 0,63 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. № 119561 СССР, МКИ А 01 К 59/ 06. Устройство для извлечения продуктов пчеловодства из сотов / И.А. Дудов, Ю.В. Донченко, А.Н. Малик и др. (СССР). № 3702912/ 30-15 Заявлено 20.02.84; Опубл. в Б.И., 1985, № 45.
2. А.с. № 1230566 СССР, МКИ А 01 К 59/00. Способ получения перги из

перговых сотов / И.А. Дудов, Ю.В. Донченко (СССР). № 3587058/30-15; Заявлено 31.01.83. Опубл. в Б.И., 1986, № 18.

3. А.с. № 1386129 СССР, А01К59/00. Способ извлечения перги из сотов / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников (СССР). - № 3964232/30-15; Заявлено 09.09.1985. Опубликовано 07.04.1988. Бюл. № 13.
4. А.с. № 361779 СССР, МКИ А 01 К 59/06. Устройство для извлечения твердого материала / П.В. Бибиков, Л.К. Бондарь (СССР). - № 1653907/30-15; Заявлено 12.04.71. Опубл. в Б.И., 1973, № 2.
5. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Макарова, Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1976. - 279 с.
6. Асташкин, В.Н. К вопросу исследования физико-механических свойств перги и прополиса / В.Н. Асташкин, А.В. Куприянов, П.С. Моисеев, В.Г. Мохнаткин, В.Д. Хмыров // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - С. 102-104.
7. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2 / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. - М.: Наука, 1985. - 560 с.
8. Билаш, Н.Г. Влияние запасов перги на качество пчѐл / Н.Г. Билаш // Пчеловодство. - 1990. - № 4. - С. 6.
9. Бойко, И.Д. Белковый корм к весне / И.Д. Бойко // Пчеловодство. - 1986. - № 2. - С. 25.

10. Борщев, В. Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие / В.Я. Борщев. - Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. - 75с.
11. Бронников, В.И. Цветочная пыльца в питании человека, медицине и косметике / В.И. Бронников // Новые разработки в технологии кормоприготовления: Материалы научно практической конференции. - Рязань, 1991. - С. 137-140.
12. Буренина, Е.И. Результаты лабораторных исследований штифтового измельчителя пчелиных сотов с вертикальным рабочим органом / Е.И. Буренина, К.В. Буренин, Р.А. Мамонов // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Часть II. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - С. 50-53.
13. Вахонина, Т.В. Единство продуктов пчеловодства/ Т.В. Вахонина // Пчеловодство. - 1989. - №10. - с. 32-34.
14. Вахонина, Т.В. Пчелиная аптека / Т.В. Вахонина. - С-Петербург: Лениздат, 1992. - 188 с.
15. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. - М.: Колос, 1973. - 187 с.
16. Винокуров, С.В. Технология и установка для сушки перги в сотах: дис. … канд. тех. наук: 05.20.01 / Винокуров Святослав Викторович. - Рязань, 2002. - 196 с.
17. Волкова, Н.А. Экономическая оценка инженерных проектов: Методика и примеры расчетов на ЭВМ / Н.А. Волкова, В.В. Коновалов, И.А. Спицын, А.С. Иванов. - Пенза: РИО ПГСХА, 2002. - 242 с.
18. Воронюк Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений / Б.А. Воронюк, А.И. Пьянков, Л.В. Мильцева, М.Ф. Бурмистрова и др. - М.: Колос, 1970. - 423 с.

19. ГОСТ 11.003-73 Прикладная статистика. Равномерно распределенные случайные числа. - М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1974. - 15 с.
20. ГОСТ 23728-23730-88 Техника сельскохозяйственная. Методы экономиче-ской оценки. М., 1989. - 34 с.
21. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. - М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1981 - 19 с.
22. ГОСТ 31776-2012 Перга. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2013. - 19 с.
23. ГОСТ Р ИСО 24153-2012 Статистические методы. Процедуры рандомизации и отбора случайной выборки. - М.: Стандартинформ, 2014. - 35 с.
24. Дорофеев, В.В. Использование запасов перги / В.В. Дорофеев // Пчеловодство. - 1969. - № 6. - С. 54.
25. Зарецкий, Н.Н. Использование пчел в теплицах / Н.Н. Зарецкий. - М.: Россельхоиздат, 1985. - 190с.
26. Зарецкий, Н.Н. Пособие для начинающего пчеловода / Н.Н. Зарецкий. - М.: Моск. Рабочий, 1985. - 159 с.
27. Иваненко, Т.П. Заготовка и хранение перги / Т.П. Иваненко // Пчеловодство. - 1960. - №5. - С. 43.
28. Ивлев, А.Н. Из кельи восковой / А.Н. Ивлев. - Л.: Лениздат, 1985. - 224 с.
29. Иойриш, Н.П. Продукты пчеловодства и их использование / Н.П. Иойриш. - М.: Россельхозиздат, 1976. - 175 с.
30. Иойриш, Н.П. Пчелы - крылатые фармацевты / Н.П. Иойриш. - М., 1964. - 254 с.
31. Касьянов, А.И. Соты – основа гнезда пчелиной семьи / А.И. Касьянов, В.И. Лебедев // Пчеловодство. – 2014. - № 4. – С. 52-55.
32. Каширин, Д.Е. Исследование процесса пневмосепарации перговых коконов / Д.Е. Каширин, С.В. Винокуров, А.В. Ларин, В.Н. Кривобоков //

Энергосберегающие технологии использования и ремонта машинно-тракторного парка: сборник материалов научно практической конференции. Рязань: РГСХА. - 2004. - С. 107-108.

33. Каширин, Д.Е. Технология и устройство для измельчения перговых сотов: дис. … канд. тех. наук: 05.20.01 / Каширин Дмитрий Евгеньевич. - Рязань, 2001. - 182 с.
34. Каширин, Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: автореф. дис. … д-ра. тех. наук: 05.20.01 / Каширин Дмитрий Евгеньевич. - Рязань, 2013. - 37 с.
35. Каширин, Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: дис. … д-ра. тех. наук: 05.20.01 / Каширин Дмитрий Евгеньевич. - Рязань, 2013. - 474 с.
36. Коваленко, М.В. Совершенствование технологии извлечения перги из пчелиных сотов с обоснованием параметров и режимов работы центробежного скарификатора: дис. … канд. тех. наук: 05.20.01 / Коваленко Михаил Валерьевич. - Рязань, 2016. - 191 с.
37. Комаров, А.А. Да ужалит вас пчела / А.А. Комаров. - Тула: Коммунар, 1991. - 64 с.
38. Комаров, А.А. Пчеловодство. Учебно-справочная книга / А.А. Комаров. - Тула: Ритм, 1992. - 224 с.
39. Королев, Р.В. Пчелы и здоровье / Р.В. Королев. - Л.: Наука, 1975. - 87 с.
40. Космович, Е.К. Перга из выбракованных сотов / Е.К. Космович. // Пчеловодство. - 1981. - № 4-5. - С. 43.
41. Кривцов, Н.И. Получение и использование продуктов пчеловодства / Н.И. Кривцов, В.И. Лебедев. - М.: Нива России, 1993. - 285 с.
42. Кривцов, Н.И. Пчеловодство / Н.И. Кривцов, В.И. Лебедев, Г.М. Туников - М.: Колос, 1999. - 399 с.
43. Кривцов, Н.И. Роль науки в развитии современного пчеловодства России / Н.И. Кривцов, В.И.Лебедев // Вестник Рязанского государственного

агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2011. - № 3. - С. 3-5.

44. Кузьмина, К.А. Продукты пчеловодства и здоровье / К.А. Кузьмина. - Саратов: Издательство Саратовского университета, 1987. - 194 с.
45. Курдюмов, В.И. Энергосберегающее устройство для сушки перговых сотов / В.И. Курдюмов, А.В. Журавлев // В мире научных открытий: Материалы II Всероссийской студенческой научной конференции– Ульяновск, 2013. – С. 71-74.
46. Ларин, А.В. Технология извлечения перги из пчелиных сотов с разработкой установки для их скарификации: дис. … канд. тех. наук: 05.20.01 / Ларин Александр Васильевич. - Рязань, 2007. - 173 с.
47. Ласточкин, Л.А. Труды европейского совещания по измельчению / Л.А. Ласточкин. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1966. - 602 с.
48. Латышев, Д.Е. Пасека в петлице/ Д.Е. Латышев, Н.Н. Зарецкий. М.: Московский рабочий, 1967, 256с.
49. Лебедев, В.И. Заготавливать пыльцу выгодно / В.И. Лебедев, Л.И Кубрак // Пчеловодство. - 1998. - № 2. - С. 14.
50. Лебедев, В.И. Перга и ее заготовка на пасеке // Пчеловодство. – 2005. - №8. – С. 50-51.
51. Лебедев, В.И. Экономические и технологические аспекты обоснования прогноза развития пчеловодства в России / В.И. Лебедев, Л.В. Прокофьева // Пчеловодство. - 2015. - № 10. - С. 10-13.
52. Мельников, С.В. Планирование экспериментов в исследовании сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. - Л.: Колос, 1980. - 168 с.
53. Методика определения экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в машиностроении для животноводства и кормопроизводства. - М.: ВНИПИ, 1986. - 51 с.
54. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. - М.: РИЦ ГОСНИТИ., 1998. - 331 с.

55. Методические рекомендации по разработке плана производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственного предприятия. - М.: МСХ, 2001.
56. Миронов, Г.А. Пыльца - ценный продукт питания / Г.А. Миронов // Пчеловодство. - 1996. - № 4. - С. 41-43.
57. Мохнаткин, В.Г. Исследование энергосберегающих способов очистки гранул перги / В.Г. Мохнаткин, В.Д. Хмыров, Д.А. Епифанцев, Н.Ф. Каряев, А.В. Булгакова // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - С. 70-72.
58. Налимов, В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, А.А. Чернова. - М.: Наука, 1965. - 327 с.
59. Налимов, В.В. Таблицы планов эксперимента для факторных и полинаминальных моделей / В.В. Налимов. - М.: Металлургия, 1982. - 750с.
60. Настольная машинка по производству / выколачиванию пчелиной перги "Spragilas" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://old.wilara.lt/ru/329-2240/stalin-bi-i-duonel-s-k-limo-ma-in-l-spragilas-tisch-erntemaschine-f-r-bienenbrot-bbm-mini.
61. Некрашевич, В.Ф. Агрегат АИП-10 для извлечения перги из сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, И.Ф. Карачун // Журнал Пчеловодство. - 2014. - № 9. - С. 58-59.
62. Некрашевич, В.Ф. Анализ средств измельчения перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженова, К.В. Буренин // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатации машино-тракторного парка», «Технологии металлов и ремонта машин», «Сельльскохозяйственные, дорожные и специальные машины», 50 лет

кафедре «Механизации животноводства». – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. - С. 54-58.

63. Некрашевич, В.Ф. Извлечение перги из сотов / В.Ф. Некрашевич, С.А. Стройков, В.И. Бронников //Пчеловодство. - 1988. - № 10. - С. 29-30.

64. Некрашевич, В.Ф. Инновационная технология и средства механизации в пчеловодстве / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.Н. Щипачев, М.В. Коваленко, К.В. Буренин // Материалы III Международного форума пчеловодов «Медовый мир», Ярославль. - 2012. - С. 24-25.

65. Некрашевич, В.Ф. Исследование аэродинамических свойств воскового сырья и гранул перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, Е.И. Буренина // Журнал Пчеловодство. - 2014. - №8. - С 52-54.

66. Некрашевич, В.Ф. Комплект оборудования для заготовки перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин // Научный журнал «Научная мысль». - 2015. - №3. - С. 121-126.

67. Некрашевич, В.Ф. Механизация пчеловодства / В.Ф. Некрашевич, Ю.Н. Кирьянов. - Рязань, 2005. - 291 с.

68. Некрашевич, В.Ф. Определение количества перги в сотах при организационно-экономических взаимоотношениях пчеловодов и переработчиков / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженова, М.В. Коваленко, К.В. Буренин, Е.И. Буренина // Вестник «Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева». - 2014. - № 4 (24). - С. 77-81.

69. Некрашевич, В.Ф. Оптимальный угол течения воска / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, Н.А. Грунин, Д.А. Епифанцев // Журнал Пчеловодство. - 2014. - № 10. - С. 46-48.

70. Некрашевич, В.Ф. Перга и способы извлечения ее из сотов/ В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, С.В. Винокуров // Сб. науч. тр. асп., соиск., сотруд. РГСХА. - Рязань, 2001. - С. 398-401.

71. Некрашевич, В.Ф. Перга: технология, оборудование и экономические аспекты еѐ производства / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, А.Г. Чепик,

Т.В. Торженова, М.В. Коваленко // «Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии». - 2012. - №1- С. 139-143.

72. Некрашевич, В.Ф. Разработать, исследовать и внедрить технологию извлечения перги из перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, А.А. Григорян. - Отчет о научно-исследовательской работе по теме №7: подраздел 7.4.1. Рязань. - 1989. - 62 с.

73. Некрашевич, В.Ф. Режим сепарирования измельченной массы перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников // Совершенствование сельскохозяйственной техники, применяемой в животноводстве: сборник науч. трудов.Горький. - 1990. - С. 9-13.

74. Некрашевич, В.Ф. Результаты исследования процесса сушки перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников // Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр. - М., 1991. - С. 176-182.

75. Некрашевич, В.Ф. Результаты исследования прочностных свойств гранул перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин // Аграрная наука сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. IX Международная научно- практическая конференция (5-6 февраля 2014 г.). - Барнаул: РИО АГАУ, 2014. - Кн. 3. - С. 42-44.

76. Некрашевич, В.Ф. Результаты исследования прочностных свойств перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, М.В. Коваленко, К.В. Буренин // Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы: Материалы межвузовской научно-практической конференции 27 марта 2014 года. Часть 1. - Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. - С. 33-37.

77. Некрашевич, В.Ф. Сравнительная оценка заготовки обножки и перги / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, И.Ф. Карачун, М.С. Потапов // Журнал Пчеловодство. - 2015. - № 5. - С. 60- 62.

78. Некрашевич, В.Ф. Теория процесса сепарации гранул перги через отверстия выгрузной решетки измельчителя пчелиных сотов / В.Ф. Некрашевич, М.Ю. Костенко, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, Е.И. Буренина // Вестник «Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева». - 2016. - № 3 (31). - С. 61-65.
79. Некрашевич, В.Ф. Технологическая линия извлечения перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Н.Б. Нагаев, К.В. Буренин, М.В. Коваленко, Е.И. Буренина // Журнал Пчеловодство. - 2015. - № 9. - С. 56-59.
80. Некрашевич, В.Ф. Технология, средства механизации и экономика производства перги./ В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженова, М.В. Коваленко.- Монография. -Рязань, 2013. - 102 с.
81. Некрашевич, В.Ф. Энергосберегающая технология и средства механизации извлечения перги из пчелиных сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, М.В, Коваленко, Т.В. Торженова, К.В. Буренин // Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и системы: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию института механики и энергетики. – Саранск,2012. - С. 128-132.
82. Омаров, Ш.М. Апитерапия при заболеваниях желудочно-кишечного тракта / Ш.М. Омаров // Пчеловодство. - 1995. - № 12. - С. 16-18.
83. Осипов, В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В.А. Осипов. - М.: Энергия, 1969. - 392 с.
84. Патент на изобретение № 17213 BY, A91K59/00, B02C13/20. Измельчитель перговых сотов / П.В. Пестис, С.Н. Ладутько, Н.В. Халько, М.В. Пестис, А.Н. Халько, В.К. Пестис (BY). № а 20101374; Заявлено 24.09.2010; Опубликовано 30.06.2013.
85. Патент на изобретение № 2171715 РФ, B02C13/284. Измельчитель перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, В.И. Бронников, Д.Е. Каширин (РФ). № 99114472/13; Заявлено 05.07.1999; Опубликовано 10.08.2001.

86. Патент на изобретение № 2302729 РФ, A01K59/00, B07B1/40. Вибрационная установка для извлечения перги из ячеек сот / Д.Е. Каширин, А.М. Лавров, Н.Г. Кипарисов (РФ). № 2005135380/03; Заявлено 14.11.2005; Опубликовано 20.07.2007. Бюл. № 20.
87. Патент на изобретение № 2309797 РФ, B02C2/04. Измельчитель перговых сотов / Д.Е. Каширин (РФ). № 2006110917/03; Заявлено 04.04.2006; Опубликовано 10.11.2007. Бюл. № 31.
88. Патент на изобретение № 2326531 РФ, A01K59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин, А.В. Ларин, М.Е. Троицкая (РФ). № 2006145241/12; Заявлено 19.12.2006; Опубликовано 20.06.2008. Бюл. № 17.
89. Патент на изобретение № 2367150 РФ, A01K59/00. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин (РФ). № 2008119793/12; Заявлено 19.05.2008; Опубликовано 20.09.2009. Бюл. № 26.
90. Патент на изобретение № 2397639 РФ, A01K59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин (РФ). № 2009114650/21; Заявлено 17.04.2009; Опубликовано 27.08.2010. Бюл. № 24.
91. Патент на изобретение № 2412590 РФ, A01K59/00. Установка для извлечения и очистки перги из перговых сотов / Д.Е. Каширин (РФ). № 2009145367/21; Заявлено 07.12.2009; Опубликовано 27.02.2011. Бюл. № 6.
92. Патент на изобретение № 2452175 РФ, A01K59/00, B02C2/04. Агрегат для извлечения перги / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова, С.В. Некрашевич, Р.А. Мамонов (РФ). № 2010147625/13; Заявлено 22.11.2010; Опубликовано 10.06.2012. Бюл. № 16.
93. Патент на изобретение № 2498178 РФ, F26B9/06. Устройство для сушки перговых сотов / В.И. Курдюмов, А.В. Журавлев (РФ). № 2012122841/06; Заявлено 01.06.2012; Опубликовано 10.11.2013 Бюл. № 31.

94. Патент на изобретение № 2549380 РФ, F26B15/04. Устройство для сушки перговых сотов / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, А.В. Журавлев (РФ). № 2014116334/06; Заявлено 22.04.2014; Опубликовано 27.04.2015 Бюл. № 12.
95. Патент на изобретение № 2553236 РФ, A01K59/00. Способ извлечения перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженова, К.В. Буренин (РФ). № 2014111011/13; Заявлено 21.03.2014; Опубликовано 10.06.2015. Бюл. № 16.
96. Патент на полезную модель № 141008 РФ, B02C13/18. Измельчитель перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова, И.И. Трухин, К.В. Буренин (РФ). № 2014102833/13; Заявлено 28.01.2014; Опубликовано 27.05.2014. Бюл. № 15.
97. Патент на полезную модель № 146365 РФ, F26B11/08. Устройство для сушки перговых сотов / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, А.В. Журавлев (РФ). № 2014115520/06; Заявлено 17.04.2014; Опубликовано 10.10.2014 Бюл. № 28.
98. Патент на полезную модель № 152375 РФ, A01K59/00. Измельчитель перговых сотов / В.Ф. Некрашевич, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженова, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин (РФ). № 2014151982/13; Заявлено 16.12.2014; Опубликовано 27.05.2015. Бюл. № 15.
99. Патент на полезную модель № 81657 РФ, B02C13/02. Измельчитель перговых сотов / Ю.Н. Кирьянов, К.В. Богомолов (РФ). № 2008143934/22; Заявлено 05.11.2008; Опубликовано 27.03.2009. Бюл. № 9.
100. Пестис, В.К. Пчеловодство/ В.К. Пестис, Н.И. Кривцов, В.И.Лебедев и др. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА - М., 2012 – 480 с.
101. Плаксин, Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. - М.: КолосС, 2007. - 760 с.
102. Полош, Е. Апитерапия сегодня: Практические сведения по составу и применению ценных с биологической точки зрения продуктов

пчеловодства и препаратов из них в питании и лечении человека. Междунар. конф. технол. и эконом. пчеловодства / Е. Полош. - Бухарест: Апимондия, 1985. - 88 с.

103. Пономарева, Е.Г. Эффективность опылительной деятельности пчел в условиях высокой агротехники/ Е.Г. Пономарева. - Труды ВСХИЗО, 1978. - 117с.
104. Пустильник, Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений / Е.И. Пустильник. - М.: Наука 1968. - 288 с.
105. Рачков, А.К. Апитерапия /А.К. Рачков и др. - Рязань, 1995. - 116 с.
106. Румшинский, Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшинский. - М.: Наука, 1971. - 192 с.
107. Рыбальченко, А.М. Загадки пчелиного роя / А.М. Рыбальченко. - Минск: Урожай, 1983. - 127 с.
108. Сиденко, П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. - М.: Издательство «ХИМИЯ», 1968. - 384 с.
109. Сиденко, П.М. Измельчение в химической промышленности Издание 2 / П.М. Сиденко. - М.: Издательство «ХИМИЯ», 1977. - 368 с.
110. Синяков, А.Ф. Большой медовый лечебник/ А.Ф. Синяков. - М.:Эксмо,2012. - 640 с.
111. Сокольский, С.С. Научно обоснованная технология производства продуктов пчеловодства /С.С. Сокольский, Н.И. Кривцов, В.И. Лебедев // Краснодар: «Агропромполографист». – 2000. – 277 с.
112. Таранов, Г.Ф. Книга пчеловодства / Г.Ф. Таранов, В.И. Лебедев. - М.: Росагропромиздат, 1992. - 251 с.
113. Таранов, Г.Ф. Корма и кормление пчѐл / Г.Ф. Таранов. - М.: Россельхозиздат, 1986. - 160 с.
114. Торженова Т.В. Организационно-экономические аспекты эффективного производства перги: дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / Торженова Татьяна Владимировна.- Рязань, 2010. - 181 с.

115. Торженова, Т.В. Механизация и экономические аспекты промышленного производства перги / Т.В. Торженова, Р.А. Мамонов, В.Д. Хмыров // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - С. 128-131.
116. Финансы. Учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 1997.
117. Фомина, В.А. Перга в кардиологии / В.А. Фомина, В.Г. Окороков и др. // Пчеловодство. - 1994. - № 2. - С. 58.
118. Френнель, М.М. Пчелы - косметике / М.М. Френнель // Пчеловодство. - 1985. - № 9. - С. 30.
119. Фролов, В.М. Апии-фитотерапия желудочных заболеваний / В.М. Фролов, Н.А. Пересадин // Пчеловодство. - 1993. - №7. - С. 40-42.
120. Хисматулина, Н.З. Апитерапия / Н.З. Хисматулина. - Пермь: Мобиле, 2005. - 43 с.
121. Хмыров В.Д. Результаты определения зависимости угла трения пчелиного сота по нержавеющей стали от температуры / В.Д. Хмыров, Е.И. Буренина, В.В. Миронов, А.М. Афанасьев // Журнал «Инновационная техника и технология». – 2017. – №1. – С. 5-8.
122. Хмыров, В.Д. К вопросу прессования воскового сырья в процессе вытопки / В.Д. Хмыров, Т.В. Гребенникова, П.Ю. Хатунцев, А.Н. Тимофеев // Вестник «Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева». – Рязань. – 2015. – №4. – С. 102-106.
123. Хмыров, В.Д. Некоторые экстерьерные особенности пчел / В.Д. Хмыров, В.С. Калинин // Сборник научных трудов по пчеловодству. – Орел. – 2004. – №11.
124. Хмыров, В.Д. Особенности содержания пчел в двухкорпусных лежаках/ В.Д. Хмыров, В.С. Калинин // Сборник научных трудов по пчеловодству.
– Орел. – 2004. – №11.

125. Чепик, А.Г. Экономика и организация инновационных процессов в пчеловодстве и развитие рынка продукции отрасли / А.Г. Чепик, В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженова. - Монография; Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2010. - 212 с.
126. Чудаков, В.Г. Технология продуктов пчеловодства / В.Г. Чудаков. - М.: Колос, 1979. - 160 с.
127. Benson, K. About some physical characteristics of the pollen loads collected by Apis mellifera L. / K. Benson, H.A. Berutich, I. Bootello, B.M. Lourdes // Apicultura. - 1990.- №6. - P. 179-191.
128. Benson, K. Cleaning and handling pollen / K. Benson // American Bee Journal. - 1984. - Vol.131, №4. - P.303-305.
129. Bogdanov, S. Quality and standards for pollen and beeswax / S. Bogdanov // XXXVTIIth Apimondia international apicultural congress. Ljubljana. - 2003. - P. 604.
130. Gannuzzi, G. Pollen: food for honey bee and man? Second of a four part article / G. Gannuzzi // American Bee Journal. - 1993. - Vol.133, №6. - P.414-417.
131. Gannuzzi, G. Pollen: food for honey bee and man? Third-of a four part article / G. Gannuzzi // American Bee Journal. - 1993. - Vol.133, №7. - P.496-500.
132. Ishikawa, Y. Inhibitory effect of honeybee-collected pollen on mast cell degranulation in vivo and in vitro / Y. Ishikawa, T. Tokura, N. Nakano, M. Hara, F. Niyonsaba, H. Ushio, Y. Yamamoto, T. Tadokoro, K. Okumura, H. Ogawa// J Med Food. - 2008 Mar. - №11(1). - P. 14-20.
133. Kafadar, IH. Royal jelly and bee pollen decrease bone loss due to osteoporosis in an oophorectomized rat model / IH. Kafadar, A. Güney, CY. Türk, M. Oner, S. Silici // Eklem Hastalik Cerrahisi. - 2012. - №23(2):100. - P. 5.
134. Nakajima, Y. Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities/ Y. Nakajima, K. Tsuruma, M. Shimazawa, S. Mishima, H. Hara// BMC Complement Altern Med. - 2009 Feb 26;9:4. doi: 10.1186/1472-6882-9-4.

135. Olstrom, J.M. Pollen trapping experiences some dos and don’ts / J.M. Olstrom // Am. Bee J. - 1984. - 124, 4. - P. 292-297.