

УДК 636.141.3

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРГИ ИЗ СОТОВ

С. Н. Ладутько, Н. В. Халько, В. К. Пестис

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 11.06.2015 г.)

Аннотация. В статье подробно описаны конструкции измельчителя перговых сотов и устройства для отделения измельченной перги от примесей, защищенные патентами на полезные модели и изобретения.

Summary. It is established that one beehouse chosen of many ones at the apiary and used as test beehouse on the weighing-machine cannot reflect the estate of others. So the weighing of every beehouse is needed. For this purpose several variants of devices which control the honey flow weighing every beehouse at the apiary are worked out and licenced.

Введение. Перга – это продукт, производимый пчелами из цветочной пыльцы и меда с добавлением секретов своих желез. Осушенные пчелами от остатков меда перговые соты, предназначенные для переработки, сохраняют до наступления устойчивого похолодания, затем высушивают до 14-15% влажности и охлаждают до 1°C. В настоящее время известна технология, когда перговые соты после сушки охлаждают при температуре -3...-4°C в течение 30-40 мин, измельчают до получения отдельных перговых комочков и производят сжатие этих комочков до величины 4,9-5,0 мм [2].

Нами разработан и защищен патентом на полезную модель № 7173, 2011 г., а также патентом на изобретение № 17213 С1, 2013 г. «Измельчитель перговых сотов». В дополнение к нему разработано «Устройство для отделения измельченной перги от примесей», которое защищено патентом на полезную модель № 7208, 2011 г. и патентом на изобретение № 16841, 2013 г.

Из-за высокого содержания белков, витаминов и микроэлементов перга находит применение для подкормки пчел в ранневесенний период, в пищевой промышленности, а также в косметике и медицине. В этой связи внедрение предложенных устройств в производство позволит значительно увеличить выпуск этого ценного продукта.

Цель работы: обосновать конструктивные параметры названных устройств, дать рекомендации по их изготовлению и использованию в любой период года.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в УО «Гродненский государственный аграрный университет».

Известен измельчитель перговых сотов [3], содержащий рабочую камеру, ротор со штифтами и ситовый механизм. Куски перговых сотов подаются в загрузочную горловину, откуда под действием гравитационных сил попадают в корпус, где подвергаются ударному воздействию штифтов и размельчаются до образования отдельных гранул перги, которые падают на поверхность верхнего неподвижного сита и при совмещении отверстий подвижных сит проваливаются в каналы, образованные отверстиями этих сит, выпадают в подситное пространство, откуда крыльцом выгружаются через выгрузную горловину.

Однако данный измельчитель имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что гравитационные силы крайне недостаточны для перемещения кусков перговых сотов вниз, особенно для прохода перговых частиц сквозь отверстия подвижных и неподвижных сит. В этой связи указанный измельчитель будет работать неустойчиво.

Предложенный нами (рисунок 1) измельчитель перговых сотов содержит верхний 1 и нижний 2 измельчающие барабаны с деками 3 и 4, приспособления 5 и 6 для подачи кусков перговых сотов и сбора измельченной перги, а также механизм привода 7. Над верхним измельчающим барабаном 1, имеющим возможность вращаться вокруг горизонтальной оси, расположена в виде приспособления 5 для подачи кусков перговых сотов горловина 8 с толкателем 9.

Верхний измельчающий барабан 1 содержит вал 10 с закрепленными на нем двумя дисками 11, к которым прикреплены плоские ножи 12, взаимодействующие с противорежущим брусом 13, закрепленным в верхней части деки 3 верхнего измельчающего барабана 1.

Нижний измельчающий барабан 2, расположенный на небольшом расстоянии от верхнего измельчающего барабана 1, имеет вал 14, на котором закреплены два диска 15, на которых закреплены бичи 16 с перпендикулярными им прорезями по периферии шириной $b = 1,6-2,0$ мм и глубиной $a = 10-12$ мм, выполненными с шагом $t = 4,9-5,0$ мм. В верхней части его деки 4 расположена гребенка 17 с продолговатыми зубьями 18 толщиной 1,0-1,2 мм. Прорези бичей имеют возможность прохода между зубьями гребенки с небольшими торцевыми и радиальными зазорами.

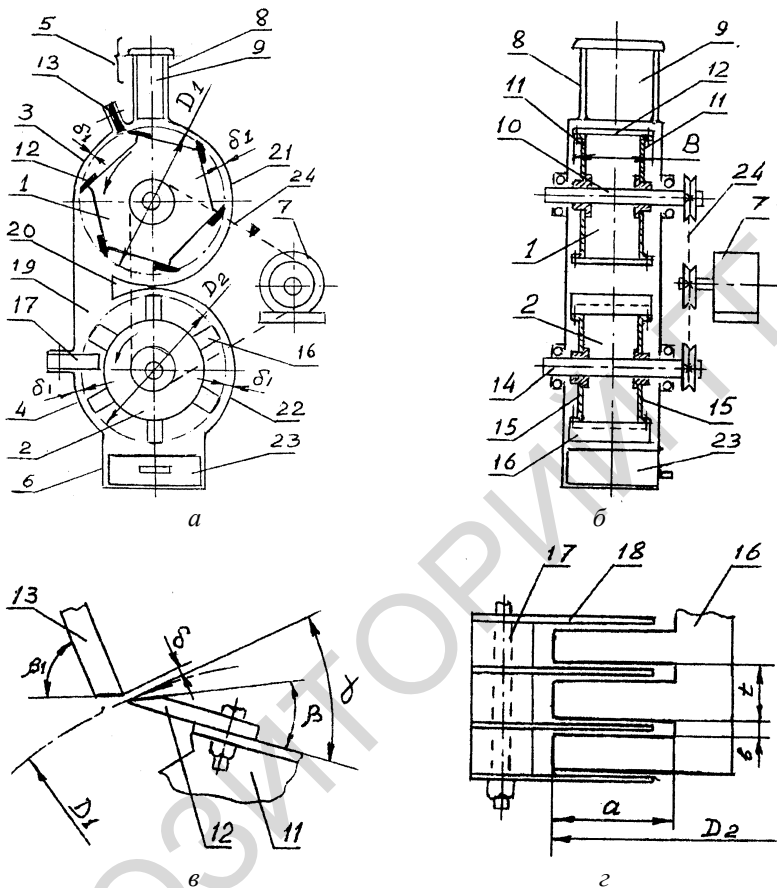


Рисунок 1 – Схема измельчителя:

a – вид измельчителя с торцевой стороны; *б* – вид измельчителя в поперечнике; *в* – взаимодействие ножа с противорезущим брусом; *z* – взаимодействие бичей с гребенкой

Дека 21 верхнего измельчающего барабана имеет продолжение по касательной вниз, причем между кромкой этой деки и нижним измельчающим барабаном 2 образуется приемная часть 19 нижнего измельчающего барабана 2, окружная скорость которого на 10-15% больше, чем верхнего измельчающего барабана.

Между верхним 1 и нижним 2 измельчающими барабанами расположен отсекаТЕЛЬ 20, продолжением которого является кожух 21, огибающий верхний измельчающий барабан 1 до нижней кромки горловины 8, а также кожух 22, огибающий нижний измельчающий барабан 2 до приспособления 6 для сбора измельченной перги, в качестве которого использован расположенный снизу измельчителя выдвижной ящик 23.

В качестве механизма привода 7 использован однофазный электродвигатель, на валу которого закреплен шкив клиноременной передачи, ремень 24 которой огибает шкивы на валах 10 и 14 верхнего 1 и нижнего 2 измельчающих барабанов.

Электродвигатель измельчителя включают в электросеть и убеждаются по легкому гудению, что начали вращаться верхний 1 и нижний 2 измельчающие барабаны. Затем подготовленные и охлажденные куски перговых сотов закладывают в горловину 8 и толкателем 9 плавно перемещают эти куски к нолам верхнего измельчающего барабана, который дробит куски перговых сотов на тонкие полоски, которые перемещаются вниз в приемную часть 19 нижнего измельчающего барабана.

Бичи 16 нижнего измельчающего барабана захватывают полоски перговых сотов и проталкивают их между зубьями гребенки 17, в результате чего происходит дробление этих полосок на частицы толщиной 4,9-5,0 мм, которые при проталкивании между зубьями гребенки 17 уплотняются и приобретают форму близкую к кубической с ребром 4,9-5,0 мм. Затем эти частицы выбрасываются в ящик 23 для сбора измельченной перги.

Для качественной работы измельчителя угол заточки ножей 12 должен быть $\beta=24-30^\circ$, а угол установки ножей $\gamma=35-40^\circ$. Угол заточки противорежущего бруса 13 равен $\beta_1=65-75^\circ$.

Зазор между ножом 12 и противорежущим брусом 13 по аналогии с измельчающим аппаратом кормоуборочного комбайна равен $\delta=0,8-1,5$ мм, а зазор δ_1 между декой 3 и ножами 12 верхнего измельчающего барабана можно принять 2-3 мм. Такой же зазор можно принять между кожухом 21 и ножами 12, между декой 4 и бичами 16, между кожухом 22 и бичами 16 нижнего измельчающего барабана, а также между верхней кромкой отсекателя 20 и ножами 12 верхнего измельчающего барабана.

Однофазный электродвигатель может быть типа АВЕ-071-4С, который вместе со шкивом на его валу для клиноременной передачи, а также электрошнуром и защитно-пусковой аппаратурой может быть взят со стиральной машины «Аурика-70», где используется для привода активатора. Мощность 400 Вт, частота вращения 960 мин^{-1} .

Частоту вращения верхнего измельчающего барабана 1 можно принять по частоте вращения активатора названной стиральной машины $n_1 = 615 \text{ мин}^{-1}$, т. к. на валу электродвигателя помещен шкив диаметром $d = 70 \text{ мм}$, то на валу верхнего измельчающего барабана следует установить шкив диаметром

$$d_{12} = \frac{960 \times 70}{615} = 110 \text{ мм.}$$

Диаметр верхнего измельчающего барабана D_1 можно принять равным 200 мм. Такой же диаметр может быть и у нижнего измельчающего барабана D_2 .

Окружная скорость ножей верхнего измельчающего барабана составит:

$$v_{\text{окр}} = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 615}{60} = 6,4 \text{ м/с,}$$

что достаточно для резания охлажденных кусков перги.

Во избежание сгуживания полосок перги у входа в нижний измельчающий барабан его окружная скорость может быть повышена до 7,4 м/с, его частота вращения составит 707 мин^{-1} , что обеспечится шкивом на его валу $d_2 = 95 \text{ мм}$.

Расчетная толщина полосок, отделяемых от кусков перговых сотов, может быть определена по формуле:

$$l_{\text{рас}} = \frac{60000 \times v_{\text{сл}}}{n \times Z},$$

где $v_{\text{сл}}$ – скорость подачи кусков перги к измельчающему барабану; n – частота его вращения; Z – число ножей.

При легком нажатии на толкатель 9 можно принять $v_{\text{сл}} = 0,1 \text{ м/с}$. При частоте вращения барабана $n = 615 \text{ мин}^{-1}$ и числе ножей $Z = 6$ получим $l_{\text{рас}} = 1,63 \text{ мм}$. Если число ножей уменьшить до $Z = 3$, то

$l_{\text{рас}}$ будет равно 3,25 мм, т. е. в этом случае будет полное разрушение коконов без их распыления.

Клиновой ремень может быть типа «О» сечением $10 \times 6 \text{ мм}$, длина которого может быть порядка 579 мм. Натяжение ремня можно осуществлять за счет перемещения электродвигателя в направляющих пазах, которые также могут быть со стиральной машины «Аурика-70», взятые вместе с элементами крепления электродвигателя.

Валы 10 и 14 могут быть изготовлены из стального круга, длина их зависит от длин верхнего 1 и нижнего 2 измельчающих барабанов, которые можно принять $B=120-140$ мм, плюс добавление для установки шкивов клиноременной передачи, которые могут быть алюминиевые или пластмассовые.

Каждый из валов 10 и 14 вращается в двух шарикоподшипниках, которые могут быть радиальными однорядными № 203, внутренний диаметр у которых 17 мм, а наружный 40 мм.

Диски 11 и 15 могут быть составными в виде изготовленной по размеру валов ступицей с закрепленной к ней основной диска толщиной 1,5-2,5 мм, по периферии которой отогнуты края и имеются отверстия для крепления ножей 12 в верхнем измельчающем барабане 1 или бичей 16 в нижнем измельчающем барабане 2. Соединение ступиц с дисками и валами может быть выполнено электросваркой.

Ножи 12 могут быть изготовлены из режущей части ножовки по дереву толщиной 1,0-1,2 мм, их крепление к дискам 11 может осуществляться болтами М 5×10.

Противорежущий брус 13 может быть изготовлен из полотна механической ножовки по металлу сечением 2,3×39 мм, его крепление к отогнутому краю верхней деки 3 может быть с помощью болтов М 5×12.

Бичи 16 могут быть изготовлены из алюминиевого сплава или текстолита, их крепление к дискам 15 может быть с помощью болтов М 5×20. Зубья 18 могут быть из ножовочного полотна сечением 1,0×20 мм. Между зубьями, имеющими с краю отверстия диаметром 5,5 мм, установлены шайбы с такими же отверстиями, сквозь которые проходит шпилька М 5, длина которой согласуется с длиной нижнего измельчающего барабана 2, причем следует выдержать заданный шаг t расстановки зубьев 18 и свободный проход между ними бичей 16 с зазорами порядка 0,3-0,5 мм.

Деки 3 и 4 могут быть из стального листа толщиной 0,6-1,2 мм, а в массовом производстве их следует сделать прозрачными из органического стекла.

Отсекатель 20, кожухи 21 и 22, а также ящик 23 могут быть из стального листа толщиной 0,6-1,2 мм.

Из такого же стального листа может быть выполнена горловина 8, а толкатель 9 может быть позаимствован из электрошинковки-терки бытовой ЭТБ-2, выпускаемой ОАО «Минский приборостроительный завод».

На рисунке 2 показана схема предложенного устройства для отделения измельченной перги от примесей, которое содержит бункер 1

с питателем 2, вентилятор 3 с воздуховодами, пылесборник 4, решетный стан 5 и пульт управления (не показан).

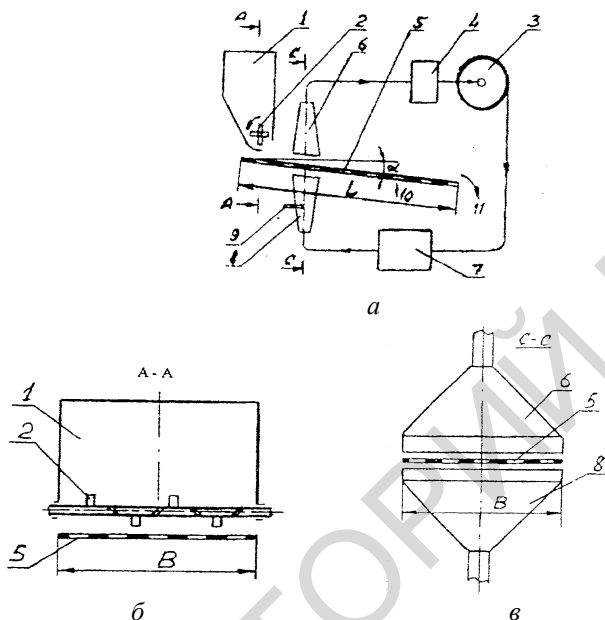


Рисунок 2 – Устройство для отделения измельченной перги от примесей:

a – схема устройства; *б* – разрез через бункер и питатель;
в – разрез через сопло и выпускное отверстие

Сопло 6 всасывающего воздуховода расположено над решетным станом 5 на небольшом расстоянии от него, а за этим соплом последовательно установлены пылесборник 4, вентилятор 3, холодильная камера 7 и выпускное отверстие 8 воздуховода, которое расположено под решетным станом 5 напротив сопла 6 всасывающего воздуховода.

Бункер 1 имеет прямоугольно-призматическую форму, а в нижней части бункера расположен питатель 2 в виде колковой тёрки с регулируемой частотой её вращения. Ширина B решетного стана равна длине расположенного под ним питателя, а длина L решетного стана равна $(1,5-2,0)$ от его ширины, α – угол наклона решетного стана 5 к горизонту.

В выпускном отверстии 8 воздуховода установлен датчик 9 температуры, соединенный с индикатором, расположенным на пульте управления, на котором также находятся тумблеры включения венти-

лятора, холодильной камеры, питателя и механизма привода решётного стана в колебательное движение.

Выход мелких примесей показан стрелкой 10, а сход перги – стрелкой 11, причем сход перги будет по всей ширине решетного стана В, выход примесей – по его площади.

Устройство функционирует следующим образом. После включения в работу вентилятора 3 и холодильной камеры 7 начинается циркуляция воздуха из сопла 6 к выпускному отверстию 8. Через небольшой промежуток времени датчик 9 температуры охладится, и индикатор температуры воздуха в выпускном отверстии должен показать -3...-4°С. Затем в бункер 1 засыпают подготовленное сырьё, включают в работу колковую терку питателя 2 и включают колебательный механизм решетного стана 5, благодаря чему сырьё тонким слоем поступает на приподнятый край решетного стана и перемещается к сходу перги, показанному стрелкой 11 в его нижней части.

Легкие примеси поступают в сопло 6 и задерживаются в пылесборнике 4, а воздух, перекачиваемый вентилятором 3 и охлажденный в холодильной камере 7, поступает через выпускное отверстие 8, проходит сквозь решетный стан 5 и охлаждает находящееся на нем сырьё, что предотвращает склеивание частиц сырья и повышает качество отделения перги от примесей.

Мелкие примеси просеиваются сквозь отверстия решетного стана и поступают на выход мелких примесей, обозначенный стрелкой 10, а полноценные частицы перги сходят с решетного стана. Следует иметь в виду, что переохлажденная перга при -10°С теряет свои свойства, поэтому температуру воздуха, выходящего через выпускное отверстие 8, следует регулировать, приоткрывая, например, дверку холодильной камеры.

В качестве вентилятора, пылесборника и воздухопроводов может быть взят универсальный электропылесос типа «Вента», номинальное разрежение у входного отверстия которого не менее 1100 мм водяного столба, номинальная потребляемая мощность 500 Вт. Колесо вентилятора вращается в направлении, при котором воздух всасывается через отверстие, расположенное на нижнем корпусе пылесоса, и последовательно проходит через пылесборник, вентилятор и электродвигатель, охлаждая его обмотки, и выходит через отверстие верхнего корпуса.

Пневматическая сепарация измельченной перги от примесей осуществляется при скорости воздушного потока 5-8 м/с. Для ориентировочных расчетов эта скорость (м/с) может быть определена по формуле:

$$v = 4,04\sqrt{H_d},$$

где H_d – динамическое давление, мм водяного столба. Тогда максимальная скорость воздуха без учета потерь давления, развиваемая названным пылесосом, составит:

$$v = 4,04\sqrt{1100} = 140 \text{ м/с.}$$

При плавном расширении воздуховода соблюдается соотношение:

$$f_1 v_1 = f_2 v_2$$

где f_1 и f_2 – начальная и конечная площади поперечных сечений воздуховода; v_1 и v_2 – соответствующие им скорости воздуха.

Для круглого воздуховода:

$$v_1 d_1^2 = v_2 d_2^2,$$

где d_1 и d_2 – соответствующие диаметры воздуховодов.

Поэтому $d_2 = d_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}}$ и для снижения скорости воздуха со 140 до

8 м/с диаметр воздуховода нужно расширить с $d_1=32$ мм до

$$d_2 = 32 \sqrt{\frac{140}{8}} = 134 \text{ мм.}$$

Площадь такого сечения будет равна:

$$f_2 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 13,4^2}{4} = 141 \text{ см}^2.$$

Эквивалентное ему прямоугольное отверстие может быть принято 250x55 мм, учитывая ширину комбинированной щетки пылесоса, которая равна 250 мм. Такую же ширину можно принять в бункере 1, решетном стане 5, в питателе 2 и выпускном отверстии 8.

Бункер 1 может быть изготовлен из листовой стали толщиной 0,6-1,0 мм на объем 3-5 л. Питатель в виде колковой терки может быть выполнен из узких лопастей-колков, укрепленных под углом 45° к поперечной плоскости вала питателя и повернутых поочередно плоскостями в противоположные стороны.

Диаметр по наружным кромкам лопастей питателя 2 может быть принят 50 мм, т. е. близкий к диаметру катушечного высевающего аппарата зерновых сеялок, а сами лопасти могут быть шириной 12-15 мм и толщиной 2-3 мм. Их крепление к валу из стального прутка диаметром 16-20 мм может быть выполнено с помощью электросварки.

Привод питателя может быть осуществлен от шпинделя электродрели типа VM-ID 015 IMPACT DRILL, в которой частота вращения регулируется в пределах 0-2800 мин⁻¹.

Решетный стан 5 может быть изготовлен по типу машины СМ-0,15 и может приводиться в колебательное движение электродвигателем через эксцентриковой вал и шатун. Решето можно очищать от застрявших частиц шариковыми очистителями.

Сопло 6 и деталь выпускного отверстия 8 могут быть изготовлены из стального листа 0,6-1,0 мм, а соединительные воздухопроводы могут быть из гибких трубопроводов пылесоса. Скорость воздушного потока на всасывании может регулироваться изменением размера отверстия, имеющегося на всасывающем трубопроводе пылесоса, которое сообщается с атмосферой. В выпускном отверстии воздуховода может быть установлен транзисторный датчик, который может работать в диапазоне температур $-60+125^{\circ}\text{C}$ и который может использоваться с электронным термометром. В качестве холодильной камеры можно использовать любой маломощный бытового холодильника или морозильник.

В одной ячейке пчелиного сота содержится в среднем 140 мг перги. Один сот, в котором $\frac{3}{4}$ ячеек (≈ 6000) с обеих сторон заполнены пергой, вмещает примерно 840 г перги. Если принять, что за 2 мин перерабатывается сырье из одного сота, то производительность устройства составит 25 кг/ч. Производительность можно регулировать за счет изменения частоты вращения питателя и частоты колебаний решетного стана, для привода которого можно также использовать электродрель с регулируемой частотой вращения.

Производительность устройства ограничивается удельной нагрузкой сырья на решетный стан, которая при угле наклона $\alpha=10^{\circ}$ может быть принята 7 кг/дм²·ч. Тогда при $B=2,5$ дм производительность будет 87,5 кг/ч.

Данное устройство может быть использовано, кроме отделения измельченной перги от примесей, для обработки небольших партий семян любых культур, если менять решето решетного стана и дутье вентилятора. Холодильная камера при этом не потребуется.

Заключение. Из-за высокого содержания белков, витаминов и микроэлементов перга находит применение для подкормки пчел в ранневесенний период, в пищевой промышленности, а также в косметике и медицине. В этой связи внедрение предложенных устройств в производство позволит значительно увеличить выпуск этого ценного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каплич В. М. и др. Основы пчеловодства: учеб. пособие / Под ред. М. В. Каплича. – Минск: БГТУ. – 408 с.
2. RU 2185726 C1, МПК А 01 59/00, 2002.
3. RU 2171715 C2, МПК В 02С 13/284, 2001.