

## Классификация кремовалок (декристаллизаторов) меда

Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Власов К.А.

**Аннотация.** В настоящее время на рынке пчеловодческой продукции становится все более популярным такой продукт, как крем-мед. Он представляет собой пастообразную массу, иногда по консистенции близкую к мягкому сливочному маслу, полученную путем нагрева до определенной температуры и длительного смешивания закристаллизованного меда. Для получения данного продукта применяют различного рода машины, отличные друг от друга по типу привода, передачи крутящего момента, расположению корпуса, типу нагревательного элемента, периодичностью действия, типом рабочих органов и ряду других. В данной статье предпринята попытка составить классификацию подобных машин.

**Ключевые слова:** кремовалка, декристаллизатор, крем-мед, привод, смеситель.

**Для цитирования:** Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Власов К.А. Классификация кремовалок (декристаллизаторов) меда // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 3. С. 74–83.

## Classification of honey creamers (decrystallizers)

Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Vlasov K.A.

**Abstract.** Currently, such a product as cream-honey is becoming more and more popular in the market of beekeeping products. It is a paste-like mass, sometimes similar in consistency to soft butter, obtained by heating to a certain temperature and prolonged mixing of crystallized honey. To obtain this product, various kinds of machines are used that differ from each other in the type of drive, torque transmission, housing location, type of heating element, frequency of action and type of working bodies. This article attempts to make a classification of such machines.

**Keywords:** creamer, decrystallizer, cream honey, drive, mixer.

**For citation:** Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Vlasov K.A. Classification of honey creamers (decrystallizers). Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 3. pp. 74–83. (In Russ.).

### Введение

Пчеловодство может быть очень прибыльным делом, если грамотно подойти ко всем аспектам ведения бизнеса. Потребуется хороший бизнес-план, трудолюбие, навыки работы с сырьем и знание специфики процесса. Конечно, необходимо также приобрести или арендовать спецтехнику и инструменты.

В настоящее время очень популярным среди потребителей стал такой продукт пчеловодства, как крем-мёд [1, 2].

Крем-мёд – это пищевой продукт, получаемый в процессе длительного перемешивания натурального мёда, в результате которого предотвращается кристаллизация мёда, или, как чаще говорят, засахаривание [3, 4, 5, 6].

Крем-мёд – это пластичная масса, пастообраз-

ная по консистенции. Основная исполнительная машина при приготовлении крем-меда – смеситель. Изучением процесса смешивания занимались такие ученые, как ... Утолин В.В., Ульянов В.М., Лузгин Н.Е. [7,8,9,10,11,12,13,14]. В процессе длительного перемешивания, или взбивания, сахара, которых в мёде до 80 процентов, разбиваются на мелкие кристаллы, которые в дальнейшем не могут превратиться в крупные. Перемешивание медовой массы происходит с соблюдением определенного температурного режима, а также времени цикла включения и выключения рабочих органов [15]. Таким образом кремирование мёда исключает его кристаллизацию.

Крем-мёд был изобретён профессором Элтоном Дж. Дайсом и запатентован в США в 1935 году [16].

Для получения качественного крем-мёда пригодится такой инструмент, как кремовалка. Это обо-

рудование помогает гомогенизировать пчелиный продукт и изменить его агрегатное состояние.

Однако на настоящий момент отсутствует более-менее установившаяся классификация машин подобного рода.

У современных кремвалок много входных характеристик, и для того, чтобы понять, какая именно установка нужна для создания крем-мёда, мы создали классификацию (рисунок 1), в которой есть краткое описание принципа действия разных видов кремвалок.

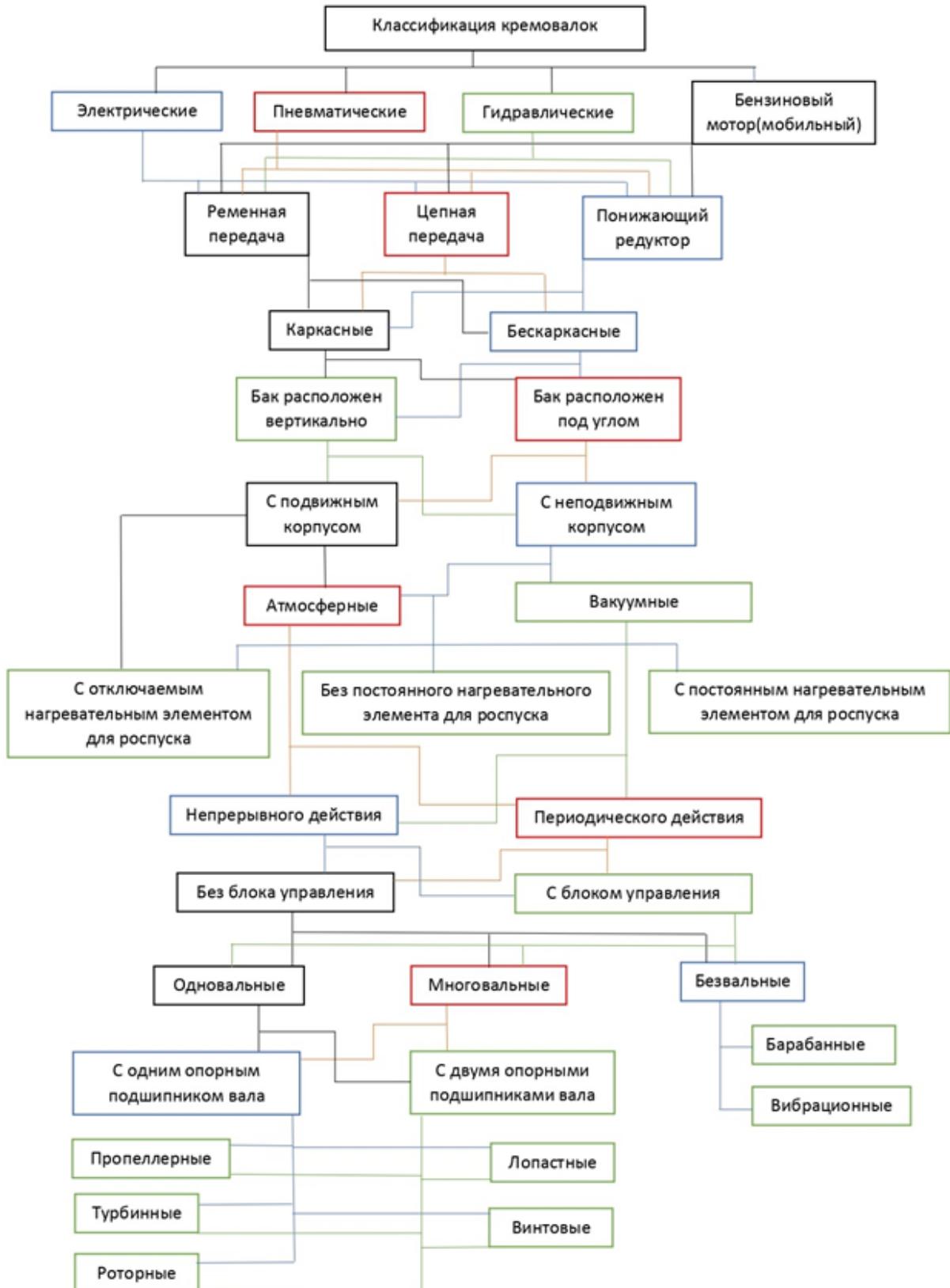


Рис.1. Классификация кремвалок (декристаллизаторов) меда

## Результаты и их обсуждение

Кремовалка – это установка с универсальной системой и модульной конструкцией, большим выбором опций, которые помогают получить как маленькие, так и большие объемы сырья, применять добавки.

Начнём с одного из главных узлов кремовалки, который выполняет основную часть работы. Это двигатель. На кремовальную установку можно поставить четыре вида двигателя:

1. Электродвигатель - преобразует электрическую энергию в механическую. Используется чаще всего из-за компактности и доступной цены. Он обладает высоким коэффициентом полезного действия (90-95%), недорогой в обслуживании и ремонте и не имеет выбросов вредных продуктов в атмосферу.

2. Пневмодвигатель (пневмомотор) - энергосиловая машина, преобразующая энергию сжатого воздуха в механическую работу. Для его работы требуется дополнительное оборудование в виде пневмокомпрессора. Пневмомотор занимает меньше места, чем соответствующий ему по основным параметрам электродвигатель. Пневмодвигатели без проблем выдерживают высокую температуру, сильную вибрацию, удары и другие внешние воздействия.

3. Гидромотор — объёмный гидродвигатель с неограниченным поворотным движением своего выходного звена. Он также требует дополнительное оборудование. Для гидромотора не представляют опасности частые включения-выключения, остановки и реверс. Диапазон регулирования частоты вращения гидромотора существенно шире: например, он может составлять от 2500 об/мин до 30-40 об/мин, а в некоторых случаях, у гидромоторов специального исполнения, доходит до 1-4 об/мин и меньше.

4. Бензиновый мотор - особый вид поршневого двигателя внутреннего сгорания, в котором воспламенение смеси топлива и воздуха в цилиндрах осуществляется принудительно при помощи электрической искры, а в качестве топлива используется бензин. Его

преимущество в том, что его можно использовать в местах, где нет другого вида энергии. Кремовалка становится мобильной, крем-мёд можно получать рядом с пасеккой.

Каждый вид двигателя может быть связан с основным рабочим органом кремовалки разными видами передачи:

1. Ременная понижающая передача — это передача механической энергии при помощи гибкого элемента — приводного ремня. За счёт сил трения или сил зацепления сглаживает ударные перегрузки за счет упругости ремня. Отличается малыми шумностью и стоимостью.

2. Цепная понижающая передача - это передача механической энергии при помощи гибкого элемента — цепи, за счёт сил зацепления. Цепная передача способна передавать вращение на параллельный ведущему вал, отстоящий от него до 7 метров. КПД цепной передачи доходит до 90-98 %.

3. Понижающий редуктор - механическое устройство для передачи момента вращения, основной функцией которого является редукция (понижение количества оборотов), снижающая усилие, необходимое для привода, который преобразует передаваемую мощность в полезную работу.

Все узлы и агрегаты кремовалки могут располагаться как на корпусе (рис. 2), так и на раме, где вариативность расположения компонентов больше (рис. 3). Преимуществом кремовалки без каркаса является компактность и лёгкий вес. Зачастую ёмкость бескаркасных кремовалок, в которой приготавливается крем-мёд, располагается вертикально, но при применении каркаса можно рассмотреть вариант размещения ёмкости под углом, что может способствовать более качественному перетиранию пыльцы в процессе приготовления крем-мёда.

Так же можно рассмотреть два варианта зависимости вала и бака по движению. Стандартный, где бак стоит неподвижно, а вращается вал с лопастями внутри, и вариант, где вал закреплён неподвижно, а



Рис. 2. Бескаркасная кремовалка



Рис. 3. Каркасная кремовалка



Рис. 4. Нагревательный элемент погружного типа



Рис. 5. Нагревательный элемент наружного типа

вращается только бак. С виду эта конструкция напоминает стандартную бетономешалку. Такая конструкция подразумевает каркас и может устанавливаться как вертикально, так и под углом.

При открытом (атмосферном) методе приготовления крем-мёда при перемешивании образуется множество пузырьков, всплывающих на поверхность, что увеличивает его объём. При этом может измениться и его вкус. Правильное приготовление крем-мёда подразумевает не взбивание мёда рабочим органом на больших оборотах и наполнение мёда кислородом, а перетираание частиц между собой наименьшим содержанием кислорода в мёде.

Таким образом был придуман вакуумный способ приготовления крем-мёда. Он подразумевает уменьшение количества кислорода в мёде при перемешивании, что уменьшает количество пенки на поверхности крем-мёда, меньше изменяет его вкус и увеличивает срок хранения.

В современных кремовалках одновременно с приготовлением крем-мёда можно также производить и роспуск мёда. Роспуск мёда – это процесс преобразования его из кристаллизованного состояния обратно в жидкое посредством нагрева. Самое важное условия роспуска – это соблюдение температурного режима. Нагрев можно производить до температуры не выше 40°C. Под отключаемым нагревательным элементом подразумеваются съёмные декристаллизаторы погружного (рис. 4) и наружного (гибкого) типа (рис. 5).

К постоянным нагревательным элементам можно отнести так же наружный (гибкий) тип нагреваемого элемента, например, приклеенного к таре на специальный клеевой состав [4].

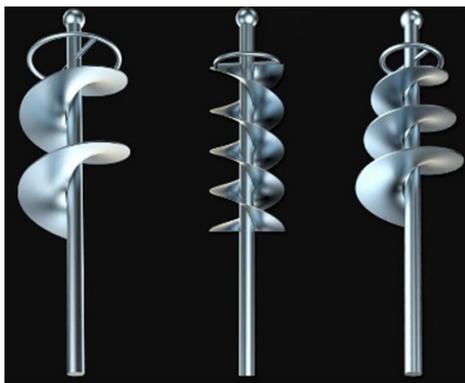


Рис. 6. Винтовой рабочий орган

Так же есть два метода приготовления крем-мёда: непрерывное и периодическое перемешивание мёда. Приготовление крем-мёда подразумевает перемешивание мёда на небольших оборотах, температура мёда при этом не должна превышать 28°C.

Непрерывный метод подразумевает только перемешивание.

Периодический метод подразумевает два повторяющихся цикла. Первый цикл — это перемешиванием крем-мёда, и второй цикл — это его “отдых”, так как слишком сильное и непрерывное перемешивание может повысить температуру мёда и повредить кристаллизации. Эти циклы должны иметь управление по времени каждого цикла. Исполнительным механизмом может быть электрический или механический контроллер, который автоматически управляет циклами. Установка может быть и без блока управления, где человек сам включает и выключает установку и сам контролирует время выполнения цикла перемешивания и “отдыха” мёда.

В кремовалках стандартно применяется один вал с расположением подшипника в верхней части, зачастую в самом редукторе. В ходе усовершенствования установки для получения более качественного крем-мёда можно добавить ещё один или несколько дополнительных валов, которые могут вращаться как в одну сторону, так и в противоположные. Для уменьшения вероятности поломки вала из-за изгибающих нагрузок можно добавить подшипник на противоположный край вала, тем самым создать фиксированное положение его в двух крайних точках.

Рабочим органом может быть:

1. Винтовой смеситель (шнековый). По исполнению различают следующие винты: полноценный

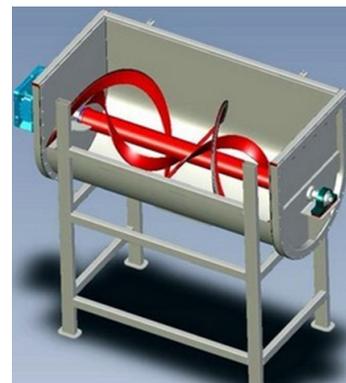


Рис. 7. Лопастной рабочий орган

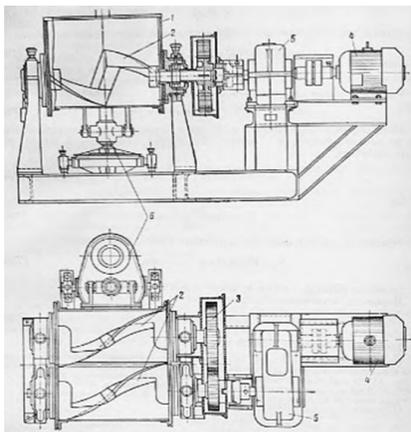


Рис. 8. Роторный смеситель

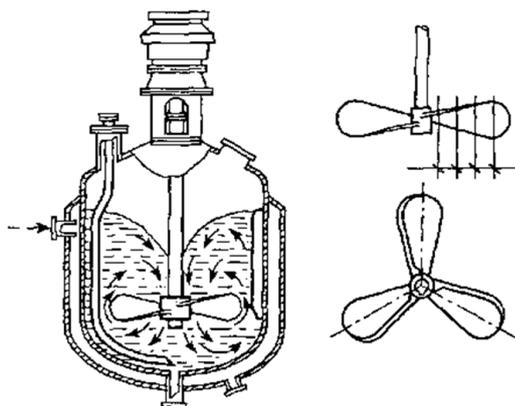


Рис. 9. Пропеллерный смеситель

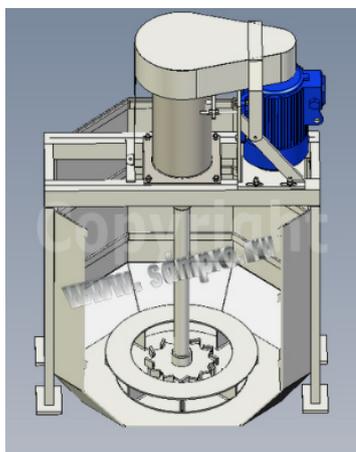


Рис. 10. Турбинный смеситель

(со сплошной винтовой поверхностью), ленточный (с цельной полоской-лентой, представляющей собой часть винтовой поверхности), лопастной (с прерывистой винтовой поверхностью в виде отдельных лопастей). Лопастной винт наиболее эффективен при смешивании материалов, склонных к налипанию (рис. 6) [17].

2. Лопастной смеситель. Их делят на два типа: прямоточные и противоточные. В прямоточных конструкциях подача материала лопастями происходит в одну сторону, в противоточных - оба вала подают смешиваемый материал в разные стороны. Качество перемешивания изменяется обратно пропорционально его производительности (рис. 7) [17,18].

3. Роторный смеситель. Имеет высокую произво-

дительность, малую металлоемкость и энергоёмкость. Принцип действия состоит во встречном вращении двух (или больше) быстроходных роторов с рабочими органами (дисками, лопастями), бросающими перерабатываемый материал, смешивающийся при взаимном пересечении и соударении (рис. 8).

4. Пропеллерный смеситель. Он состоит из вала, на котором закрепляется пропеллер в виде лопастей разного профиля [21-23]. Лопастей может быть разное количество, чаще всего применяется трехлопастной пропеллер. Формы лопастей тоже зависят от конкретных задач, но самой практичной считается форма гребного винта (рис. 9) [19, 20].

5. Турбинный смеситель. В нём при вращении перемешивающего устройства лопасти, взаимодействуя с материалом, сообщают ему кинетическую энергию, из межлопастных каналов между разделительным диском и верхним покровным и разделительным диском и нижним покровным диском происходит истечение компонентов. Смесь обтекает профилированные отбортованные выступы верхнего и нижнего покровных дисков, которые сообщают ей осевую составляющую. Таким образом, происходит перераспределение материала из верхнего циркуляционного контура в нижний и наоборот (рис. 10).

Другие типы обработки мёда без перемешивания валом — это вибрационный или барабанный.

Вибрация подразумевает колебание или повторяющееся движение объекта около положения равновесия. Тем самым частички пыльцы мёда разрушаются, совершая колебательные движения друг относительно друга, перетирая себя в более мелкую фракцию, из которой и состоит крем-мёд.

Установка барабанного типа представляет собой, по сути, миксер, очень похожий на бетономешалку. У неё вращается сама ёмкость, на стенках которой расположены лопасти, которые перемешивают мёд, не взбивая его при этом.

## Выводы

Данная классификация была разработана на основе практических и теоретических данных, найденных в разных источниках. В ней мы попытались учесть основные отличительные данные машин для приготовления крем-меда по ряду параметров: по типу привода и передачи крутящего момента, расположению корпуса, типу нагревательного элемента, периодичности действия, видом рабочих органов и ряду других. Данная классификация может быть полезна при проведении исследований в направлении производства крем-меда, машин для розпуска севшего меда, а также ряду исследователей в направлении смешивания вязких густых сред и не только. Она не является окончательной и может дополняться по мере поступления данных о новых изобретениях установок для приготовления крем-меда.

## Литература

- [1] Приготовление крем-меда / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, К.А. Власов, Н.С. Канунников // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. С. 272-276. EDN KKYUFP.
- [2] Способы получения крем-меда / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, К.А. Власов, Н.С. Канунников // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. С. 268-272. EDN USPPDN.
- [3] Савина, М.В. Способы роспуска меда / М.В. Савина, Н.С. Канунников, Н.Е. Лузгин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский Государственный Агротехнологический Университет имени П.А. Костычева». Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. С. 358-362. EDN QYOCSU.
- [4] Использование теплового излучения для обезвоживания и термообработки продуктов растениеводства / И.Ю. Тюрин, В.Э. Юлдашев, А.Д. Шарашов [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. С. 444-448. EDN VYAGDK.
- [5] Процесс приготовления сахаро-медового теста для пчел / Н.Е. Лузгин, В.В. Горшков, Е.С. Лузгина, М.В. Зинган // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

## References

- [1] Preparation of cream honey / V.V. Utolin, N.E. Luzgin, K.A. Vlasov, N.S. Kanunnikov // Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of modern agro-industrial complex: Materials of the National scientific and Practical Conference, Ryazan, November 20, 2020. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2020. pp. 272-276. EDN KKYUFP.
- [2] Methods of obtaining cream honey / V.V. Utolin, N.E. Luzgin, K.A. Vlasov, N.S. Kanunnikov // Technological innovations as a factor of sustainable and effective development of modern agro-industrial complex: Materials of the National Scientific and Practical Conference, Ryazan, November 20, 2020. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2020. pp. 268-272. EDN USPPDN.
- [3] Savina, M.V. Ways of dissolving honey / M.V. Savina, N.S. Kanunnikov, N.E. Luzgin // Promising technologies in the modern agro-industrial complex of Russia: traditions and innovations: Materials of the 72nd International Scientific and Practical Conference, Ryazan, April 20, 2021 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev». Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2021. pp. 358-362. EDN QYOCSU.
- [4] The use of thermal radiation for dehydration and heat treatment of crop products / I.Yu. Tyurin, V.E. Yuldashev, A.D. Sharashov [et al.] // Priority directions of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia: Materials of the National Scientific and Practical Conference, Ryazan, November 22, 2018. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2019. pp. 444-448. EDN VYAGDK.
- [5] The process of preparing sugar-honey dough for bees / N.E. Luzgin, V.V. Gorshkov, E.S. Luzgina, M.V. Zingan // Principles and technologies of ecologization of production in agriculture, forestry and fisheries: Materials of the 68th International Scientific and Practical Conference dedicated to the Year of Ecology in Russia, Ryazan, April 26-27, 2017 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2017. pp. 146-149. EDN ZFNHAJ.
- [6] Composition of dough-like top dressing for bees / N.E. Luzgin, V.V. Utolin, E.S. Luzgina, M.V. Zingan // Principles and technologies of ecologization of production in agriculture, forestry and fisheries: Materials of the 68th International Scientific and Practical Conference dedicated to the Year of Ecology in Russia, Ryazan, April 26-27 2017 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.

- Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. С. 146-149. EDN ZFNHAJ.
- [6] Состав тестообразной подкормки для пчел / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, Е.С. Лузгина, М.В. Зинган // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. С. 149-153. EDN ZFNHJZ.
- [7] Обоснование конструктивно-технологических параметров смесителя кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Технология металлов и ремонт машин», «Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины, 50 лет кафедре «Механизация животноводства»), Рязань, 01 января – 31 2013 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Инженерный факультет. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2013. С. 63-68. EDN RXLFHB.
- [8] Утолин, В. В. Способы и средства механизации приготовления тестообразных подкормок для пчел и их компонентов / В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, Е. С. Лузгина // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов, Рязань, 18 декабря 2015 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 233-237. – EDN VJMWNH.
- [9] Анализ конструкций смесителей / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, Н.Е. Лузгин [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. pp. 149-153. EDN ZFNHAJ.
- [10] Kostiychev. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev, 2017. pp. 149-153. EDN ZFNHJZ.
- [7] Substantiation of the design and technological parameters of the feed mixer / V.M. Ulyanov, V.V. Utolin, A.A. Polunkin, E.E. Grishkov // Actual problems of agroengineering and their innovative solutions: A collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference dedicated to the anniversary of the special departments of the Faculty of Engineering (60 years of the departments «Operation of the machine and tractor fleet», «Technology of metals and repair of machines», «Agricultural, road and special machines, 50 years of the department «Mechanization of animal husbandry»), Ryazan, January 01 – 31, 2013 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiycheva, Faculty of Engineering. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev, 2013. pp. 63-68. EDN RXLFHB.
- [8] Utolin, V. V. Methods and means of mechanization of preparation of dough-like top dressing for bees and their components / V. V. Utolin, N. E. Luzgin, E. S. Luzgina // Modern energy- and resource-saving environmentally sustainable technologies and agricultural production systems: Collection of scientific papers, Ryazan, December 18, 2015. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev, 2016. – pp. 233-237. – EDN VJMWNH.
- [9] Analysis of mixer designs / V.V. Utolin, E.E. Grishkov, N.E. Luzgin [et al.] // Improving the system of training and additional professional education of personnel for the agro-industrial complex: Materials of the National Scientific and Practical Conference, Ryazan, December 14, 2017. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev, 2017. pp. 187-194. EDN YTTYKS.
- [10] Nekrashevich, V. F. Preparation of dough-like feedings for bees / V.F. Nekrashevich, S.V. Kornilov, N.E. Luzgin // Beekeeping. 2002. No. 8. p. 48. EDN YMYBDZ.
- [11] Review of mixers of viscous thick media / N.E. Luzgin, V.V. Utolin, V.V. Gorshkov, E.S. Luzgina // Bulletin of the Council of Young Scientists of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev. 2017. No. 1(4). pp. 72-78. EDN ZQYLBK.
- [12] Results of experimental studies of the feed mixer / V.V. Utolin, N.E. Luzgin, N.E. Altunin, V.V. Ulin // Bulletin of the Council of Young Scientists of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev. 2021. No. 2(13). pp. 71-75. EDN PIKGFU.
- [13] Ulyanov, V.M. Feed mixer / V.M. Ulyanov, V.V. Utolin, M.V. Parshina // Innovative scientific and educational support of the agro-industrial complex: materials of the 69th International Scientific and Practical Conference, Ryazan, April 25, 2018. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostiychev, 2018. pp. 348-352. EDN YNYBAD.
- [14] Technological lines for the preparation of dough-

- агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. С. 187-194. EDN YTTYKS.
- [10] Некрашевич, В. Ф. Приготовление тестообразных подкормок для пчел / В.Ф. Некрашевич, С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин // Пчеловодство. 2002. № 8. С. 48. EDN YMYBDZ.
- [11] Обзор смесителей вязких густых сред / Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, В.В. Горшков, Е.С. Лузгина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2017. № 1(4). С. 72-78. EDN ZQYLBR.
- [12] Результаты экспериментальных исследований смесителя кормов / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, Н.Э. Алтунин, В.В. Улин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. № 2(13). С. 71-75. EDN PIKGUF.
- [13] Ульянов, В.М. Смеситель кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, М.В. Паршина // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. С. 348-352. EDN YNYBAD.
- [14] Технологические линии приготовления тестообразных подкормок для пчел / С.В. Корнилов, Н.Е. Лузгин, Н.А. Грунин, А.Е. Исаев // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Технология металлов и ремонт машин», «Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины, 50 лет кафедре «Механизация животноводства»), Рязань, 01 января – 31 2013 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Инженерный факультет. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2013. С. 150-153. EDN RXKVKX.
- [15] Mixer for dry concentrated feed / V. Ulyanov, V. Utolin, N. Luzgin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012143. DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012143. EDN DGXKHM.
- [16] US Patent 1987893.
- [17] Screw-blade mixer for the preparation of feed / V.M. Ulyanov, V.V. Utolin, A.A. Polunkin, E.E. Grishkov // Mechanization and electrification of agriculture. 2013. No. 6. pp. 11-12. EDN XWUIRV.
- [18] Utolin, V.V. Theoretical substantiation of the design and technological parameters of a spiral mixer / V.V. Utolin, E.E. Grishkov, A.M. Lavrov // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2015. No. 1(25). pp. 70-76. EDN UXKSFN.
- [19] Tests of a spiral mixer in production conditions / V.V. Utolin, N.E. Luzgin, E.E. Grishkov [et al.] // Rural mechanizer. 2018. No. 2. pp. 26-27. EDN XODZRB.
- [20] Constructive and technological parameters of a spiral mixer / V.V. Utolin, E.E. Grishkov, A.A. Polyakova, A.N. Topilsky // Rural mechanizer. 2015. No. 7. pp. 28-29. EDN UIOYAD.
- [21] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Modeling the process of removing onion tops by the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 3. pp. 29-33. EDN: SFOUHZ.
- [22] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Substantiation of the optimal rotational speed of the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 3. pp. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [23] Analysis of the process of air movement inside the casing of the topping working body with justification of the optimal angle of inclination of the knives / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva. 2015. No. 4 (28). pp. 67-72. EDN: VOIRLD.

Publishing, 2019. P. 012143. DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012143. EDN DGXKHM.

- [16] Патент США 1987893.
- [17] Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 6. С. 11-12. EDN XWUIRV.
- [18] Утолин, В.В. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров спирального смесителя / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.М. Лавров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 1(25). С. 70-76. EDN UXKSFN.
- [19] Испытания спирального смесителя в производственных условиях / В.В. Утолин, Н.Е. Лузгин, Е.Е. Гришков [и др.] // Сельский механизатор. 2018. № 2. С. 26-27. EDN XODZRB.
- [20] Конструктивно-технологические параметры спирального смесителя / В.В. Утолин, Е.Е. Гришков, А.А. Полякова, А.Н. Топильский // Сельский механизатор. 2015. № 7. С. 28-29. EDN UIOYAD.
- [21] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29-33. EDN: SFOUNZ.
- [22] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [23] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67-72. EDN: VOIRLD.

## Сведения об авторах

## Information about the authors

<p><b>Ульянов Вячеслав Михайлович</b>  доктор технических наук  заведующий кафедрой «Технические системы в АПК»  ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  агротехнологический университет имени П.А. Костычева»  490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1  <b>Тел.:</b> +7(910) 563-29-01  <b>E-mail:</b> ulyanov-v@list.ru</p>	<p><b>Ulyanov Vyacheslav Mikhailovich</b>  PhD in Technical Sciences  head of the department of Technical systems in the agro-  industrial complex  Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.  Kostychev  <b>Phone:</b> +7(910) 563-29-01  <b>E-mail:</b> ulyanov-v@list.ru</p>
<p><b>Утолин Владимир Валентинович</b>  кандидат технических наук  доцент кафедры «Технические системы в АПК»  ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  агротехнологический университет имени П.А. Костычева»  490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1  <b>Тел.:</b> +7(920) 632-88-05  <b>E-mail:</b> 6451985@mail.ru</p>	<p><b>Utolin Vladimir Valentinovich</b>  PhD in Technical Sciences  associate professor at the department of Technical systems in  the agro-industrial complex  Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.  Kostychev  <b>Phone:</b> +7(920) 632-88-05  <b>E-mail:</b> 6451985@mail.ru</p>
<p><b>Лузгин Николай Евгеньевич</b>  кандидат технических наук  доцент кафедры «Технические системы в АПК»  ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  агротехнологический университет имени П.А. Костычева»  490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1  <b>Тел.:</b> +7(910) 645-19-85  <b>E-mail:</b> nikolay.luzgin@mail.ru</p>	<p><b>Luzgin Nikolay Evgenievich</b>  PhD in Technical Sciences  associate professor at the department of Technical systems in  the agro-industrial complex  Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.  Kostychev  <b>Phone:</b> +7(910) 645-19-85  <b>E-mail:</b> nikolay.luzgin@mail.ru</p>
<p><b>Власов Кирил Алексеевич</b>  ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  агротехнологический университет имени П.А. Костычева»  490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1  <b>Тел.:</b> +7(916) 691-72-45  <b>E-mail:</b> kirill_v93@mail.ru</p>	<p><b>Vlasov Kirill Alekseevich</b>  Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.  Kostychev  <b>Phone:</b> +7(916) 691-72-45  <b>E-mail:</b> kirill_v93@mail.ru</p>