



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A21D 15/02 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018126030, 20.09.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.09.2018

Дата регистрации:
21.05.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.09.2018

(45) Опубликовано: 21.05.2019 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

199034, Санкт-Петербург, наб. Адмирала
Макарова, 8, ООНР

(72) Автор(ы):

Кононов Александр Валерьевич (RU),
Пахомов Вячеслав Иванович (RU),
Лобов Александр Анатольевич (RU),
Николок Ольга Ивановна (RU),
Давыдов Евгений Олегович (RU),
Цельковских Александр Александрович
(RU),
Спатлов Андрей Николаевич (RU),
Романчиков Сергей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное казенное
военное образовательное учреждение
высшего образования "Военная академия
материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулёва"
Министерства обороны Российской
Федерации (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2253242 C1, 10.06.2005. RU
2496319 C2, 27.10.2013. SU 1496742 A1,
30.07.1989.

(54) СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОХЛАЖДЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Способ включает этап укладки выпеченного
формового хлеба в охлаждающую камеру
устройства, в котором создается отрицательное
давление. Процесс охлаждения до температуры
30°C в центре мякиша осуществляют в
герметизированной охлаждающей камере

пароконвектомата, при отрицательном давлении
вакуума 0,5 атм и в поле ультразвука мощностью
4-5 Вт/см², в пульсирующем режиме, в течение
3-4 минут. Способ обеспечивает ускорение
процесса охлаждения без снижения качественных
показателей изделий. 2 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A21D 15/02 (2019.02)

(21)(22) Application: **2018126030, 20.09.2018**

(24) Effective date for property rights:
20.09.2018

Registration date:
21.05.2019

Priority:

(22) Date of filing: **20.09.2018**

(45) Date of publication: **21.05.2019** Bull. № 15

Mail address:
**199034, Sankt-Peterburg, nab. Admirala Makarova,
8, OONR**

(72) Inventor(s):

**Kononov Aleksandr Valerevich (RU),
Pakhomov Vyacheslav Ivanovich (RU),
Lobov Aleksandr Anatolevich (RU),
Nikolyuk Olga Ivanovna (RU),
Davydov Evgenij Olegovich (RU),
Tselykovskikh Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Spatlov Andrej Nikolaevich (RU),
Romanchikov Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe kazennoe voennoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Voennaya akademiya
materialno-tehnicheskogo obespecheniya imeni
generala armii A.V. Khruleva" Ministerstva
oborony Rossijskoj Federatsii (RU)**

(54) **BAKERY PRODUCTS COOLING INTENSIFICATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: food industry.

SUBSTANCE: method includes stage of baked molded bread laying into cooling chamber of device, in which negative pressure is created. Cooling down to temperature 30 °C in the crumb centre is performed in a sealed cooling chamber of the combi steamer, at

negative vacuum pressure of 0.5 atm and in an ultrasound field with power of 4–5 W/cm², in pulsating mode, for 3–4 minutes.

EFFECT: method ensures acceleration of cooling process without reduction of quality indices of products.
1 cl, 2 dwg

RU 2 688 361 C1

RU 2 688 361 C1

Изобретение относится к пищевой промышленности, в частности к хлебопекарной отрасли, в частности на полевых хлебозаводах.

Известно, что быстрое охлаждение хлебобулочных изделий после частичной выпечки обеспечивает длительное их хранение и является основой разработки и внедрения новых прогрессивных технологий в хлебопекарной промышленности. Необходимым условием охлаждения является наличие свободной влаги в достаточном количестве в изделии, что и наблюдается при выработке хлебобулочных и других изделий.

Хлеб обладает малой теплопроводностью, поэтому его охлаждение требует значительного времени (ГОСТ 24298-80. Изделия хлебобулочные мелкоштучные) [1]. Известны естественные способы охлаждения хлебобулочных изделий в помещении от 92 до 35°C в центре мякиша:

целый формовой хлеб при температуре окружающей среды 22°C составляет около 5 ч.;

нарезных формовых изделий в вентилируемом хлебохранилище при $t=+20^{\circ}\text{C}$ составляет 105 мин, а при температуре внутри хлебохранилища $+30^{\circ}\text{C}$ составляет 135 мин;

нарезных формовых изделий в течение 105 мин усушка составляет 3,2%, а в течение 50 мин - 1,8% от массы готовых изделий.

Известные способы охлаждения хлебобулочных изделий конвективным потоком воздуха с температурой 0°C (Патент РФ 2496319) [2]. Способ неэффективен из-за значительной продолжительности процесса. Об этом свидетельствуют расчеты полей температур в изделии при его конвективном охлаждении. При конечной разности температур готовых хлебобулочных изделий и воздуха, равной 2°C, продолжительность охлаждения составляет 1-3,5 ч. Длительный процесс охлаждения приводит к нежелательным явлениям - усушке продукта, увеличению его кислотности, развитию вредных бактерий, потере прочности корочки и др.

Известен способ охлаждения хлеба в охладителе хлеба ВО-1 (Охладитель хлеба <https://bac-forum.ru/boarad/350-vo-1-ohladitel-hleba.html>) [3], принимаемый за прототип и позволяющий охладить формовой хлеб за 6 минут.

Способ охлаждения в охладителе хлеба ВО-1 имеет существенные недостатки: стоимость устройства составляет 5 млн. рублей; усушка готовых хлебобулочных изделий составляет 6,8%, значительные затраты электроэнергии на создание высокого вакуума 0,05-0,1 ати, обезвоживание верхнего слоя охлаждаемых изделий.

Технической задачей изобретения является интенсификация процесса охлаждения хлебобулочных изделий, снижение затрат на создание отрицательного вакуума при снижении потерь на усушку, расходов на электроэнергию и повышение качественных характеристик хлебобулочных изделий.

Суть изобретения заключается в интенсификации объемного процесса охлаждения хлеба за счет синергии эффектов невысокого отрицательного вакуума (0,5 ати) и ультразвука в пульсирующем плотностью мощности 4-5 Вт/см², позволяющей в 2-3 раза снизить энергозатраты на создание отрицательного вакуума внутри охлаждающей камеры при максимальном использовании эффектов ультразвукового капиллярного эффекта, что позволяет ускорить выведение тепла из внутри хлебобулочного изделия, через капилляры на поверхность, что позволяет исключить обезвоживания верхнего слоя корки.

Техническая задача решена за счет того, что способ интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий включает этап укладки выпеченного формового хлеба в охлаждающую камеру устройства, в котором создается отрицательное давление,

отличается тем, что с целью ускорения процесса охлаждения без снижения качественных показателей готовых изделий до температуры 30°C в центре мякиша, обработка хлеба осуществляется в герметизированной охлаждающей камере пароконвектомата, при низком отрицательном давлении вакуума 0,5 ати и в поле ультразвука подаваемым в

5 пульсирующем режиме, плотностью мощности 4-5 Вт/см², в течение 3-4 минут.

Новым в предлагаемом способе является следующее: испеченный хлеб, (температура в центре мякиша 92...94°C) помещается в охлаждающую камеру устройства, внутри которого создается низкой отрицательный вакуум 0,5 ати и подается ультразвук в

10 пульсирующем режиме плотностью мощности 4-5 Вт/см². Вода содержащаяся в структуре мякиша начинает моментально испаряться в объеме изделий. Происходит изобарический процесс - вода переходит из жидкого состояния в газообразное, при этом она «выводит» температуру из мякиша и происходит резкое понижение температуры. Использование такого способа дает многочисленные преимущества:

15 хлеб остается свежим дольше, выпекается в большем объеме и имеет более насыщенный аромат. За 3-4 минуты температура внутри хлебобулочного изделия понижается со 92...94°C до 30°C.

Благодаря интенсификации охлаждения, хлебобулочных изделий до 30°C. ускоряется процесс нарезки, упаковки, консервирования, транспортировки, хранения.

Для осуществления способа предложено устройство для интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий. Схема устройство представлена на фиг. 1, на которой изображено: поз. 1 - вакуумирующий компрессор; поз. 2 - воздухорегулирующая система; поз. 3 - вакуумирующие воздуховоды; поз. 4 - блок управления; поз. 5 - генератор пульсирующего УЗВ с ультразвуковым излучателем; поз. 6 - камера

20 охлаждения; поз. 7 - охлаждаемое изделие.

В процессе охлаждения хлеба при низком отрицательном вакууме и в поле ультразвука подаваемого в пульсирующем режиме, возникает значительный температурный градиент между коркой и мякишем, который в течение нескольких минут приближается к минимуму. Температура корки хлеба при помещении его после выпечки в охлаждающую камеру составляет около 106...109°C, а мякиша в центре изделия 92...94°C. Комплексное

30 воздействие вакуума и ультразвука быстро снижает температуру во всем объеме изделия и приближает ее к температуре окружающей в камере среды уже через 3...4 минуты. Под действием вакуума, градиента влажности и капиллярного эффекта ультразвука происходит более быстрое перемещение влаги из внутренних слоев к поверхности хлеба.

35 Влажность корки после выпечки быстро увеличивается, достигая значения равновесной влажности для остывшего хлеба (12...14%).

При этом скорость потери влаги в процессе охлаждения в начальный период достаточно велика, так как толщина пограничного слоя воздуха в мощном ультразвуке уменьшается на порядок и более.

Использование ультразвукового генератора мощностью 300 Вт в пульсирующем режиме, промышленной частотой 22 кГц в сочетании с небольшим отрицательным давлением вакуума 0,4-0,5 ати позволяет достичь снижения в 2-3 раза энергозатрат, чем при одновременных незначительных затратах электроэнергии на использование

40 ультразвука и небольшого отрицательного вакуума.

На фиг. 2 показана схема процесса вакуумно-ультразвукового охлаждения хлебобулочных изделий. Основными преимуществами использования вакуумно-ультразвукового охлаждения хлебобулочных изделий являются: во-первых, сокращается время выпечки изделий на 10...30%, а это ведет к уменьшению энергозатрат на выпечку соответственно на 10...30%. Кроме того это позволяет увеличить производительность

45

предприятия в целом; во-вторых, значительно (до 95%) снижается время на охлаждение хлебобулочных изделий, что позволит избежать необходимости в дополнительных производственных площадях; в-третьих, при альтернативной замене замороженных полуфабрикатов на полуфабрикаты, изготовленные с применением вакуумного охлаждения, значительно сокращаются расходы потребления энергии на охлаждение, заморозку, складирование и логистику; в-четвертых, это улучшение качества и увеличение срока свежести готовых изделий без использования дополнительных химических добавок.

При использовании вакуумно-ультразвукового охлаждения повышается объем продукта, пористость изделия равномерная, исключается появление микротрещин на корочке хлебобулочных изделий. При этом вкусовые и ароматические свойства изделий не ухудшаются. Более продолжительный срок хранения изделий обуславливается тем, что при вакуумном охлаждении происходит резкое снижение температуры. Известно, максимальное развитие плесневых грибов и прочих микроорганизмов происходит при t от 25 до 70°C. При обычном охлаждении хлебобулочных изделий довольно продолжительное время находится в этой температурной среде (от 1 ч до 6 ч).

При вакуумно-ультразвуковом охлаждении развитие микроорганизмов сводится к минимуму, и изделия остаются продолжительное время (до 72 ч) свежими [2, 3].

Преимуществом докавитационного воздействия является УЗ обработка больших технологических объемов. Вблизи излучателя не формируется насыщенная парогазовыми пузырьками кавитационная зона и излучение не поглощается (Исследование работы электронного генератора ультразвукового технологического аппарата в импульсном режиме [Текст] / В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, Г.В. Леонов, Е.В. Ильченко. Ползуновский вестник №2, 2014) [5]. Кроме того, работа ультразвукового оборудования в таком режиме излучения исключает кавитационное разрушение излучающей поверхности.

Существенным недостатком ультразвуковой обработки в докавитационном режиме является недостаточное энергетическое воздействие, обуславливающее невозможность существенного ускорения реализуемых процессов.

В связи с этим возникает необходимость повышения энергетической эффективности УЗ воздействия без реализации кавитации в жидких средах.

Применение ультразвука в пульсирующем режиме обеспечивает максимальную дальность действия активных гидролокаторов (Патента RU 2636759) [5]. Кавитация при этом не возникает и не происходит потерь акустической мощности на поглощение и рассеяние колебаний в облаке кавитационных пузырьков, искажения характеристик излучателя и эрозии его поверхности (Патента RU 2636759) [4].

Преимущества предлагаемого вакуумно-ультразвукового охлаждения состоят в том, что при одновременном приготовлении в вакууме и ультразвуке можно получить более ярко выраженный аромат без нарушения молекулярной структуры клеток из-за уменьшения вакуума и снижения деформации продуктов. Свежий хлеб является продуктом питания с коротким сроком хранения, и подвержен множеству химических и физических изменений в процессе хранения и приготовления. Ультразвук повышенной мощности ускоряет процесс допекания и охлаждения, но исследования показывают, что в ряде случаев происходят процессы кавитационного разрушения, вызывающего нежелательные реакции и возникновение канцерогенных веществ и посторонних привкусов. Очевидным преимуществом предложенного нами способа докавитационного воздействия при обработке пищевых продуктов является вакуумно-ультразвуковая обработка значительно больших технологических объемов, поскольку вблизи излучателя

уже не формируется насыщенная парогазовыми пузырьками кавитационная зона и излучение практически не поглощается (Хмелев В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности [Текст] / В.Н. Хмелев [и др.]. Барнаул: АлтГТУ, 2007. 416 с. Малахов Л.Н., Дьяченко СВ. Совершенствование основного технологического оборудования мини-пекарен. - М: Пищевая промышленность. 2000. №3. - С. 60-61) [6, 7].

Кроме того, работа ультразвукового оборудования в таком режиме излучения исключает кавитационное разрушение излучающей поверхности. Существенным недостатком УЗ обработки в докавитационном режиме является недостаточное энергетическое воздействие, обуславливающее невозможность существенного ускорения реализуемых процессов. Поэтому мы вынужденно повышаем энергетическую эффективность УЗ воздействия без реализации кавитации в жидких средах, а это возможно применением импульсного предкавитационного режима формирования колебаний в жидких средах повышенной в 2-3 раза мощности.

Таким образом, альтернативой конвективному охлаждению является описанное выше вакуумно-испарительное. При нем свободная и распределенная в объеме продукта влага, испаряясь, отбирает теплоту. Процесс релаксации между изменениями давления насыщенных паров и температуры жидкости протекает быстро. Поэтому по мере откачивания газов давление насыщенных паров над свободной поверхностью жидкости можно отождествить с давлением в камере охлаждения. При откачке воздуха и водяных паров, поступающих в камеру от охлаждаемых продуктов, внутри влажного пористого продукта создаются условия для изоэнтропного объемного испарения и кипения жидкости. В отсутствие теплопритоков извне испарение и кипение жидкости приводит к одновременному охлаждению каждой частицы продукта до температуры насыщенных паров воды. Результаты проведенных расчетов свидетельствуют, что на первой стадии процесса (до 150 с) темп охлаждения не зависит от начальной влажности изделия и определяется только производительностью вакуумной системы.

Проведенные экспериментальные исследования в апреле 2018 года на базе ООО «Проектинтертехника» позволили установить: что синергия комбинированного воздействия отрицательного вакуума и ультразвука на свежеспеченный хлеб (температура мякиша 92...94°C) позволяет получить следующие результаты: в 5-60 раз сокращается длительность технологического процесса охлаждения при разных режимах вакуума и пульсирующего ультразвука; в 2,5 раза снижается усушка (с 6,3% до 2,7%), при повышении пищевой ценности (за счет сохранения кислот) и улучшение органолептических показателей (обнаружено выравнивание цвета и равномерность воздействия охлаждающего эффекта на весь объем продукта, возможно за счет увеличенная пиковая мощность ультразвука) готовых хлебобулочных изделий; высокое бактерицидное действие обработки; повышение теплоотдачи от хлеба в окружающую среду; повышение автоматизация технологического процесса; происходит безинерционность работы оборудования; повышение КПД устройства за счет использования пульсирующей ультразвуковой энергии и низко-потенциального вакуума; начительно улучшены санитарно-гигиенические условия производства и как следствие, длительность хранения охлажденных и упакованных изделий; снижение на 30-40% производственных затрат; увеличена продолжительность срока хранения хлеба на 20-30% благодаря быстрому охлаждению и снижению потерь консервирующих веществ (кислот, сложных соединений и т.д.); практически в два раза снижена энергетическая нагрузка и улучшена стабилизация температурного режима в камерах хранения готовой

продукции; время на охлаждение хлеба с использованием предложенного способа (при применении эффектов ультразвука) от 94°C до 30°C - составило - 4...5 минут с образованием мельчайшего тумана посредством ультразвука; быстрое охлаждение позволяет преодолеть критический этап интенсивного формирования бактерий при температуре в 60-70°, что продлевает срок хранения хлеба. Возрастает его аромат и пористость.

Таким образом, способ интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий обладает новизной и новыми полезными свойствами и позволяет ускорить процесс охлаждения хлебобулочных изделий, сократить затраты на создание отрицательного вакуума и времени охлаждения готовых изделий при снижении потерь на усушку, затрат на электроэнергию при повышении качественных показателей готовых изделий.

Список использованных источников

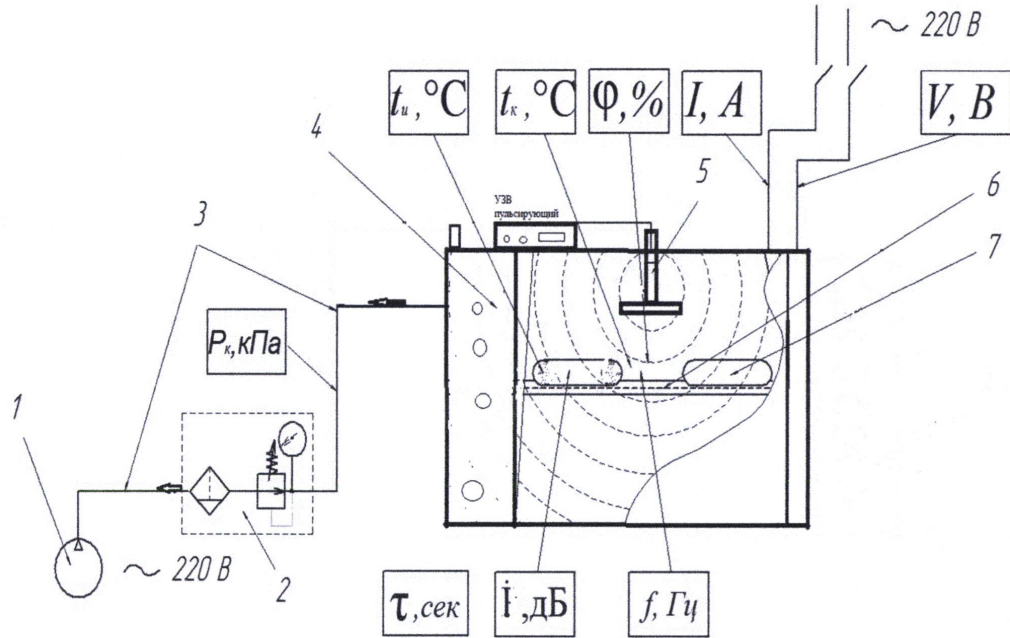
1. ГОСТ 24298-80. Изделия хлебобулочные мелкоштучные.
2. Патент РФ 2496319. Способ и устройство для интенсификации производства хлебобулочных изделий. Антуфьев В.Т. Иванова М.А.
3. Охладитель хлеба <https://bac-forum.ru/board/350-vo-l-ohladitel-hleba.html>).
4. Патента RU 2636759 Способ производства мелкоштучных хлебобулочных изделий. Романчиков С.А., Безгин М.В.
5. Исследование работы электронного генератора ультразвукового технологического аппарата в импульсном режиме [Текст] / В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, Г.В. Леонов, Е.В. Ильченко. Ползуновский вестник №2, 2014.
6. Хмелев В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности [Текст] / В.Н. Хмелев [и др.]. - Барнаул: АлтГТУ, 2007. - 416 с.
7. Малахов Л.Н., Дьяченко С.В. Совершенствование основного технологического оборудования мини-пекарен. - М.: Пищевая пром-сть. - 2000. - №3. - С. 60-61.

(57) Формула изобретения

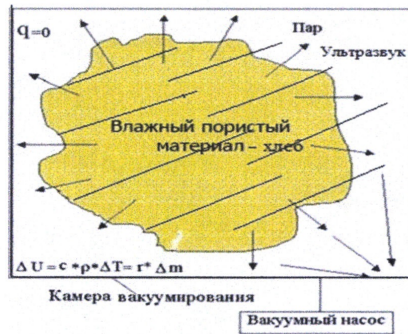
Способ интенсификации охлаждения хлебобулочных изделий, включающий этап укладки выпеченного формового хлеба в охлаждающую камеру устройства, в котором создается отрицательное давление, отличающийся тем, что с целью ускорения процесса охлаждения без снижения качественных показателей готовых изделий до температуры 30°C в центре мякиша обработку хлеба осуществляют в герметизированной охлаждающей камере пароконвектомата, при низком отрицательном давлении вакуума 0,5 атм и в поле ультразвука, подаваемого в пульсирующем режиме, плотностью мощности 4-5 Вт/см², в течение 3-4 минут.

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2