

стков отвода конденсата из паровой рубашки корпуса аппарата в сборник конденсата, и отвода конденсата в парогенератор, участок слива из аппарата готового фосфатидного концентрата.

Пищевые подсолнечные фосфолипиды, полученные по описанному выше способу, соответствуют требованиям ТУ 9146-002-41947042-99 «Пищевой подсолнечный фосфатидный концентрат». Они обладают поверхностной активностью и антиоксидантными свойствами, оказывают благоприятное воздействие на липидный обмен, функциональное состояние печени, снижают гиперхолестеринемия, повышают антиоксидантный потенциал организма и широко применяются в кондитерской, хлебопекарной, комбикормовой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Повышение пищевой ценности подсолнечных фосфатидных концентратов обусловлено следующими физиологическими функциями: они являются составной частью растительной или животной клетки; играют важную роль в строении клеточной оболочки, и активно участвуют в обмене жиров в организме человека. Фосфатиды резко ускоряют всасывание жиров, особенно высокоплавких, способствуют наиболее экономному использованию жиров и белков пищевого рациона [3].

### Выводы

В результате исследования определены физические характеристики (плотность, вязкость, текучесть), теплофизические и электрофизические свойства фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел; обоснованы оптимальные рациональные режимы нагрева в процессе сушки фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел; разработаны математические методы описания процесса сушки фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел в ротационно-пленочном высокоэффективном сушильном аппарате; предложены расчетные зависимости для определения длительности процесса сушки, позволяющий получить конечный продукт с улучшенными показателями качества.

Разработана линия процесса сушки фосфатидных концентратов с применением новой конструкции ротационно-пленочного аппарата непрерывного действия, позволяющий сокращать энергозатраты на предприятиях масложировой промышленности.

### Литература

1. Алтайулы, С. Интенсификация выпаривания фосфатидных эмульсий подсолнечных масел на ротационно-пленочном аппарате [Текст] / С. Алтайулы // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: в 3 т. Том I: Пищевая промышленность. Агропромышленный комплекс: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Челябинск, 11 декабря 2009 г. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – С. 19-22.
2. А.с. № 1722516 СССР. МКИ<sup>3</sup> В01 D 3/30. Ротационно-пленочный аппарат [Текст] / С.А. Алтаев, К.Р. Репп, К.К. Кузембаев (СССР). – № 4775444/26; заяв. 20.11.89; опубл. 30.03.92, Бюл. № 12.– 4 с.: ил.
3. Арутюнян, Н.С. Фосфолипиды растительных масел. [Текст] / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.
4. Корнена, Е.П. Химический состав, строение и свойства фосфолипидов подсолнечного и соевого масла [Текст] / Е.П. Корнена. – Дис...д-ра техн. наук. – Краснодар, 1986.– 272 с.

УДК 664.6/7

## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОБЖАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Шевцов А.А., д-р техн. наук, профессор, Ткачев А.Г., соискатель, Острикова Е.А., студентка  
Воронежская государственная технологическая академия

*Разработаны конструкции обжарочных аппаратов, предназначенных для термической обработки зернового сырья и кофепродуктов. Особенностью конструкций является наличие движущихся формочек, вследствие чего продукт проходит зоны сушки, увлажнения и обжарки. Достоинствами аппаратов являются высокое качество получаемого продукта, значительная тепловая эффективность и высокая производительность.*

*Roaster constructions intended for raw grain and coffee product thermal treatment are developed. Construction peculiarity is a presence of moving moulds which results product to pass drying, moistening and*

roasting zones. Devices advantages are high quality of obtained product, considerable thermal efficiency and high productivity.

Ключевые слова: обжарка, аппараты, зернопродукты, кофепродукты, энергосбережение.

В данный момент актуальным направлением в пищевой промышленности является создание аппаратов, применяемых для обжаривания зерно- и кофепродуктов. Такое оборудование может быть использовано в мукомольной и пищеконцентратной промышленности для термической обработки ячменя, ржи, овса, зерен кофе и др. Основными принципами, принимаемыми во внимание при конструировании агрегатов, являются энергосбережение, высокая конструктивная надежность, экологическая безопасность и высокое качество готового продукта.

В ходе исследований была разработана конструкция роторного обжарочного аппарата [1], отвечающая всем перечисленным выше требованиям.

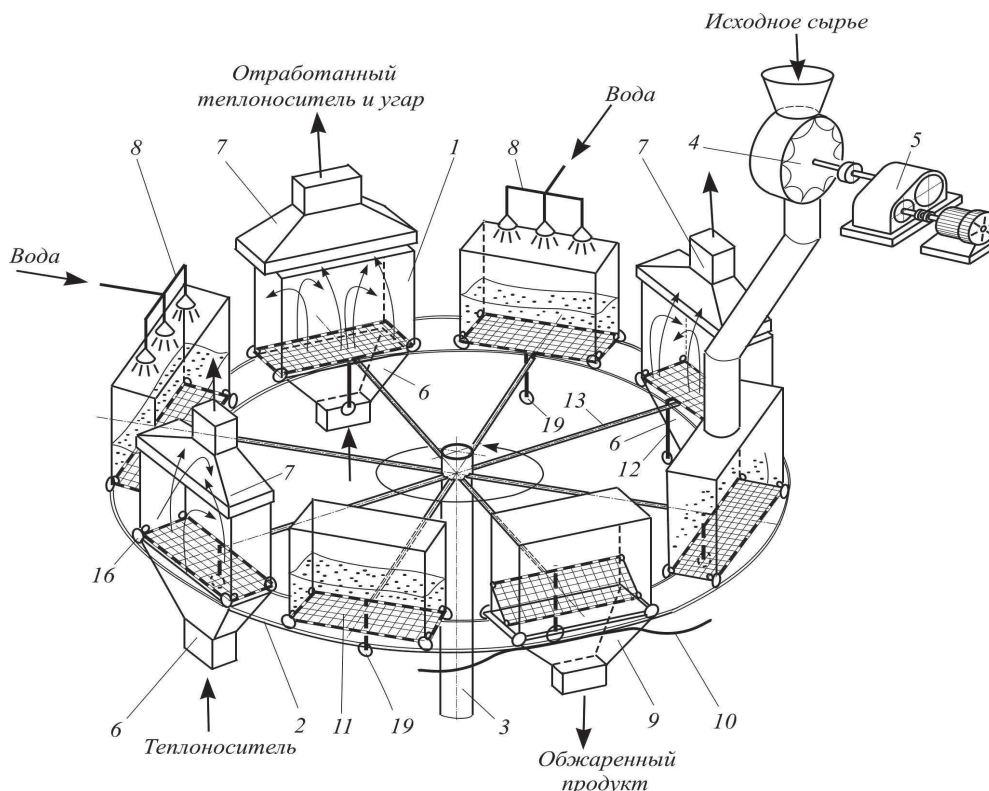


Рис. 1 – Роторный обжарочный аппарат

Роторный обжарочный аппарат (рис. 1) включает в себя прямоугольные формочки 1, две направляющие 2, приводной вал 3, загрузочное устройство 4 с приводом 5, патрубки 6 для подачи теплоносителя, вытяжные зонты 7 для отвода отработанного теплоносителя и угара, перфорированные трубы 8 с форсунками для подвода распыливаемой воды, разгрузочное устройство 9. Под каждой зоной обжарки снизу расположен патрубок для подвода теплоносителя, а над ними – вытяжные зонты для удаления отработанного теплоносителя и угара. Над каждой зоной увлажнения имеются перфорированные трубы с форсунками для тонкодисперсного распыления подаваемой воды. Нижний край каждой прямоугольной формочки с помощью крестовин 13 жестко соединен с приводным валом. По окружности роторного обжарочного аппарата параллельно расположены две направляющие, по которым перемещаются циклично с периодическими выстоями прямоугольные формочки с помощью приводного вала.

Основным рабочим элементом роторного обжарочного аппарата, в котором происходит обжарка зерен, их увлажнение и отлежка, является прямоугольная формочка (рис. 2 и 3). Она состоит из каркаса 17 с четырьмя колесиками 16. Дном формочки является перфорированная сетка 11, которая с помощью четырех роликов 14 имеет возможность перемещаться по пазам 18, которые выполнены в двух нижних и двух боковых параллельных направляющих каркаса. К подвижной перфорированной сетке с помощью шарнира 15 крепится стержень 12 с роликом 19, который контактирует с копиром 10, установленным под зоной выгрузки.

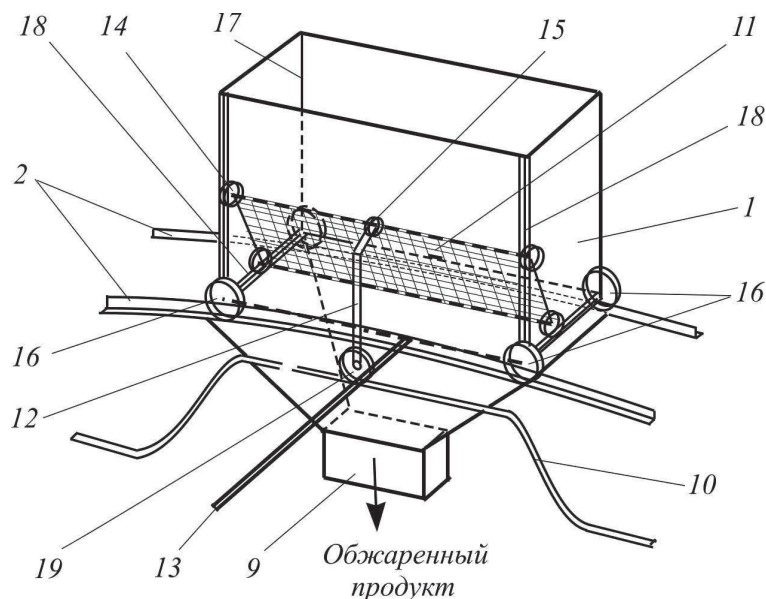


Рис. 2 – Прямоугольная формочка в зоне выгрузки обжарочного аппарата

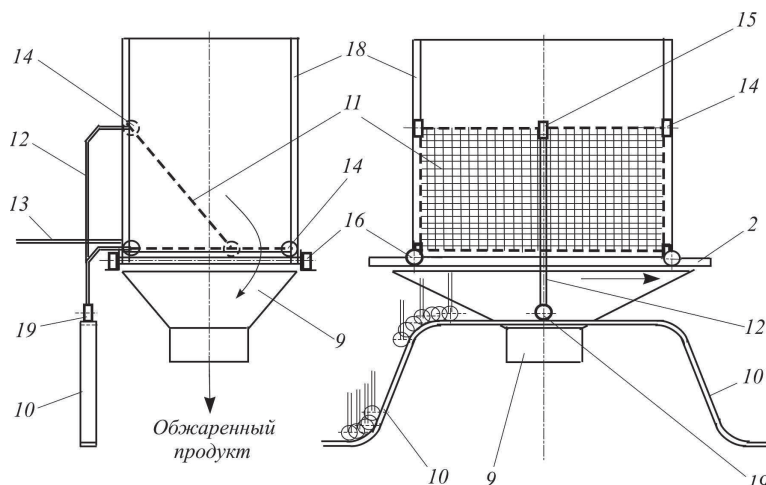


Рис. 3 – Зона выгрузки роторного обжарочного аппарата

Приводной вал работает циклично с периодическими выстоями. Для этого он снабжен электродвигателем, который, вращая вал, приводит с помощью крестовин в движение формочки: они перемещаются по направляющим с помощью колесиков. Формочки установлены с таким шагом и расположены таким образом, чтобы каждая из них находилась в одной из восьми зон: первая – в зоне загрузки, вторая – в первой зоне обжарки, третья – в первой зоне увлажнения; четвертая – во второй зоне обжарки, пятая – во второй зоне увлажнения, шестая – в третьей зоне обжарки, седьмая – в зоне отлежки и восьмая – в зоне выгрузки. Таким образом, при циклическом движении приводного вала с периодическими выстоями каждая из формочек перемещается последовательно через все восемь зон.

Роторный обжарочный аппарат работает следующим образом. Исходный продукт подают в приемный бункер загрузочного устройства. Затем включается привод и загрузочным устройством определенная порция исходного продукта засыпается в формочку, после чего привод загрузочного устройства выключается.

Включается электродвигатель, который приводит во вращение приводной вал. Приводной вал приводит с помощью крестовин в движение формочки, которые с помощью колесиков перемещаются по направляющим. Причем, после того как каждая из формочек переместится в следующую зону, электродвигатель выключается и приводной вал останавливается.

Когда первая формочка с продуктом полностью вошла в первую зону обжарки, через патрубок подают теплоноситель с заданными параметрами. Теплоноситель, имея скорость псевдооживления, прохо-

дит через перфорированное днище формочки с продуктом, пронизывая его слой. Он приводит его в псевдооживленное состояние, обеспечивая равномерное обжаривание всего объема продукта. Отработанный теплоноситель удаляется из первой зоны обжарки через вытяжной зонтик, расположенный над первой зоной обжарки. В зависимости от вида обрабатываемого продукта может меняться гидродинамический режим его обработки.

В первой зоне обжарки происходит начальная стадия обжарки (сушка) продукта. При этом происходит постепенное увеличение температуры продукта без пересушивания его поверхностных слоев.

После этого приводной вал приводится во вращение и с помощью крестовин перемещает каждую из формочек в следующую зону. При этом формочки с помощью колесиков перемещаются по направляющим. Когда первая формочка с продуктом полностью вошла в первую зону увлажнения, электродвигатель выключается и приводной вал вновь останавливается. При этом формочка занимает фиксированное положение относительно перфорированной трубы, которая находится над ней. Затем из перфорированной трубы с форсунками для подвода распыливаемой воды, в первую зону увлажнения подают воду.

После прекращения распыливания воды включается приводной вал, который перемещает формочки в следующие зоны. Когда формочка с продуктом полностью вошла во вторую зону обжарки, приводной вал вновь останавливается и через патрубок во вторую зону обжарки подают теплоноситель с заданными параметрами. При этом увлажненный продукт подвергается дальнейшей обжарке. Теплоноситель, имея скорость псевдооживления, проходит через перфорированное днище формочки с продуктом, пронизывая его слой. Он приводит его в псевдооживленное состояние, обеспечивая равномерное обжаривание. Отработанный теплоноситель удаляется из второй зоны обжарки через вытяжной зонтик, расположенный над второй зоной обжарки. В зависимости от вида обрабатываемого продукта может меняться гидродинамический режим его обработки. После завершения обжарки увлажненного продукта подача теплоносителя во вторую зону прекращается.

Затем приводной вал перемещает формочки в следующие зоны. Когда формочка с продуктом полностью вошла во вторую зону увлажнения, приводной вал вновь останавливается. При этом формочка занимает фиксированное положение относительно перфорированной трубы, которая находится над ней.

После этого из перфорированной трубы с форсунками для подвода распыливаемой воды, во вторую зону увлажнения подают воду.

После прекращения распыливания воды включается приводной вал, который перемещает формочки в следующие зоны. Когда формочка с продуктом полностью вошла в третью зону обжарки, приводной вал вновь останавливается и через патрубок в третью зону обжарки подают теплоноситель с заданными параметрами.

Здесь увлажненный продукт подвергается окончательной обжарке. В связи с тем, что каждая формочка последовательно проходит через три зоны обжарки и две зоны увлажнения, то в каждую зону обжарки подается теплоноситель с оптимальными параметрами в зависимости от вида обрабатываемого сырья.

После этого формочки перемещаются по направляющим. После полного выхода в зону отлежки первой формочки с продуктом приводной вал вновь останавливается. Время выстоя формочки с продуктом в этой зоне используется для более равномерного распределения полей влагосодержания и температуры.

Затем приводной вал перемещает каждую из формочек в следующую зону. Когда первая формочка с продуктом начинает входить в зону выгрузки ролик контактирует с копиром и начинает по мере продвижения формочки поднимать переднюю кромку перфорированной сетки (рис. 3). Так как к подвижной перфорированной сетке с помощью шарнира крепится стержень с роликом, который контактирует с копиром, то ролики начинают двигаться по пазам, которые выполнены в двух нижних и двух боковых параллельных направляющих каркаса (рис. 2 и рис. 3). Когда подвижная перфорированная сетка поднята, то обработанный продукт высыпается с ее поверхности в разгрузочное устройство.

При этом электродвигатель выключается и приводной вал вновь останавливается. Благодаря тому, что угол наклона перфорированной сетки формочек при опрокидывании больше угла естественного откоса готового продукта, то этим обеспечивается полное и эффективное высыпание продукта из формочки в разгрузочное устройство.

Работа всех восьми формочек полностью синхронизирована. Это значит, когда восьмая формочка разгружается, в это время первая формочка загружается продуктом, вторая формочка с продуктом подвергается обработке в первой зоне обжарки и т. д. Затем приводной вал приводится во вращение и с помощью крестовин перемещает каждую из формочек в следующую зону. При этом первая формочка начинает выходить из зоны выгрузки. Стержень с роликом, который контактирует с копиром, начинает по мере продвижения формочки опускать переднюю кромку перфорированной сетки. Ролики двигаются по пазам, которые выполнены в двух нижних и двух боковых параллельных направляющих каркаса и опускают подвижную перфорированную сетку.



Таким образом, перемещаясь по роторному обжарочному аппарату, продукт последовательно подвергается всем этапам технологической обработки. Применение предложенной конструкции формочек, трехстадийной обжарки и двухстадийного увлажнения с отлежкой обеспечивает стабилизацию тепло-влажностного режима и улучшает качество обжаренных зерен за счет более быстрого и равномерного увлажнения зерен. Данный аппарат универсален, т. е. он может быть использован для обжарки цикория, сои, каштанов и других продуктов.

Для предприятий малой производительности целесообразно использовать следующую конструкцию обжарочного аппарата [2].

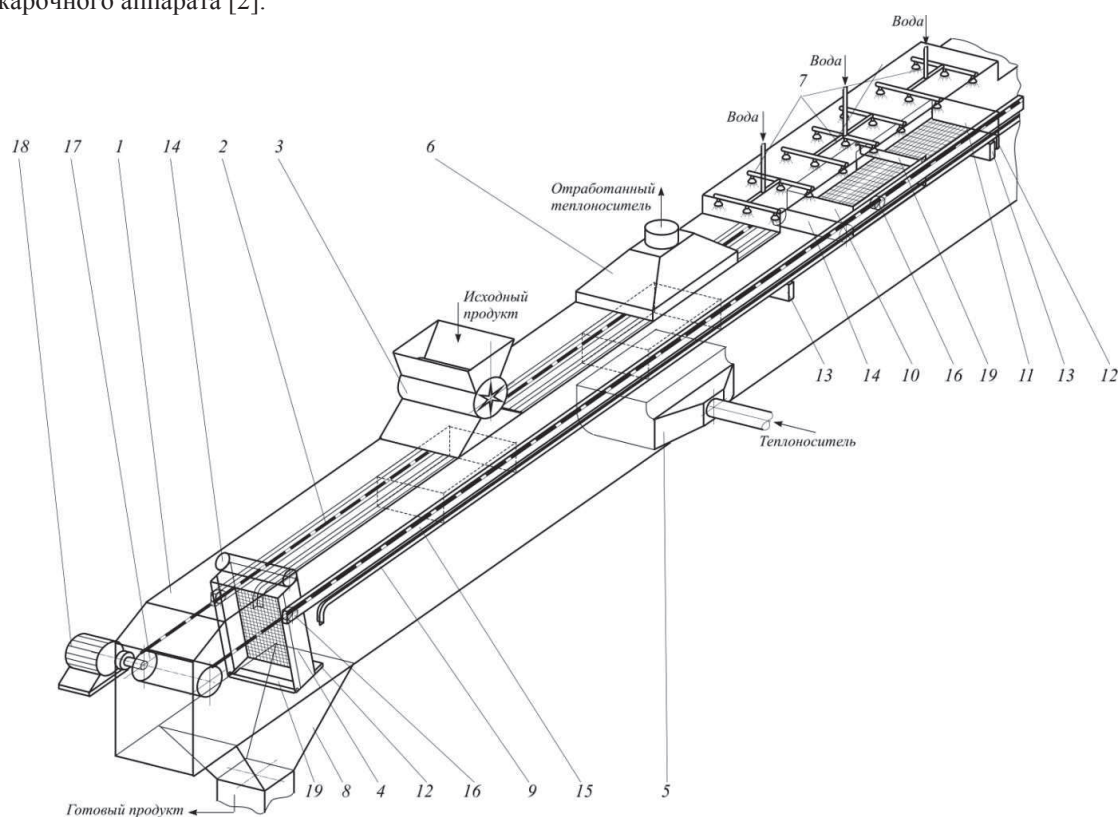


Рис. 4 – Обжарочный аппарат

Обжарочный аппарат (рис. 4) включает в себя рабочую камеру 1, тросовый транспортер 2, два загрузочных устройства 3, патрубки 5 для подачи теплоносителя, выходные патрубки 6 для отвода отработанного теплоносителя, трехсекционную перфорированную трубу 7 с форсунками для подвода распыливаемой воды, два разгрузочных устройства 8. В рабочей камере расположены две направляющие 9 и две прямоугольные формочки 4, которые тросовым транспортером перемещаются возвратно-поступательно.

Основным рабочим элементом аппарата, в котором происходит обжарка сырья, его увлажнение и отлежка, является прямоугольная формочка. Она состоит из наружного 10 и внутреннего 11 каркасов. Внутренний каркас установлен с возможностью перемещения относительно наружного каркаса. Для этого в нижней части внутреннего каркаса по обе стороны установлены штыри 12, которые при движении тросового транспортера контактируют с неподвижными планками 13, жестко закрепленных на направляющих в зоне увлажнения. На торцевой стенке наружного каркаса имеется механизм 14 перемещения внутреннего каркаса типа «рулетки». Днища наружного и внутреннего каркасов формочек выполнены перфорированными. На боковых стенках наружного каркаса установлена ограничительная планка 19, выполняющая функцию регулятора высоты слоя продукта при перемещении внутреннего каркаса.

По всей длине боковых стенок рабочей камеры имеются пазы 15, по которым перемещаются колесики 16 наружного каркаса, контактирующие с тросовым транспортером.

Тросовый транспортер работает возвратно-поступательно, циклично с периодическими выстоями. Для этого он снабжен двумя попеременно работающими электродвигателями 18, установленными по краям рабочей камеры. Электродвигатели попеременно приводят во вращение барабан 17, перемещающий при этом формочки. На тросовом транспортере на некотором расстоянии друг от друга установлены две формочки, расположенные таким образом, чтобы одна находилась в зоне загрузки, а другая – в зоне обжарки. Таким образом, при движении транспортера перемещаются формочки.

Обжарочный аппарат работает следующим образом. Включается правый электродвигатель, начинает вращаться барабан тросового транспортера и первая пустая формочка с помощью колесиков, контактирующих с тросовым транспортером в пазах, перемещается в зону загрузки. Затем привод тросового транспортера выключается. Исходный продукт подают в приемный бункер загрузочного устройства, и оттуда определенная порция исходного продукта засыпается в формочку.

После этого включается регулируемый правый электродвигатель тросового транспортера, который перемещает формочку с продуктом в зону обжарки. Когда формочка с продуктом полностью вошла в зону обжарки, тросовый транспортер вновь останавливается.

Через патрубок подают теплоноситель с заданными параметрами. Теплоноситель, имея скорость псевдоожижения, проходит через перфорированное днище формочки с продуктом, пронизывая его слой и образуя кипящий слой. Отработанный теплоноситель удаляется из зоны обжарки через выходной патрубок.

В связи с тем, что рабочая камера имеет одну зону увлажнения и две зоны обжарки (левая и правая – по обе стороны зоны увлажнения), то в каждую зону подается теплоноситель с оптимальными параметрами в зависимости от вида обрабатываемого сырья (цикория, сои, каштанов и других продуктов). В первой зоне обжарки происходит начальная стадия обжарки (сушка) продукта. В этот момент он подвергается обработке теплоносителем с температурой 433...453 К. При этом происходит постепенное увеличение температуры продукта без пересушивания его поверхностных слоев.

Возможность регулирования продолжительности выстоя позволяет изменять время пребывания продукта в зоне обжарки рабочей камеры.

После этого включается регулируемый правый электродвигатель тросового транспортера, который перемещает формочку с продуктом в зону увлажнения. При этом при входе формочки в зону увлажнения штыри внутреннего каркаса входят в контакт с неподвижной планкой, жестко закрепленной на направляющих в зоне увлажнения. В результате внутренний каркас выдвигается из наружного каркаса. Ограничительная планка, установленная на боковых стенках наружного каркаса, регулирует высоту слоя продукта при перемещении внутреннего каркаса. Площадь ситчатого днища увеличивается за счет выдвигания внутреннего каркаса.

Когда формочка с продуктом полностью вошла в зону увлажнения, тросовый транспортер вновь останавливается. При этом формочка занимает фиксированное положение относительно трехсекционной перфорированной трубы, которая находится над ней.

После этого из первой и второй секций перфорированной трубы с форсунками для подвода распыливаемой воды в зону увлажнения подают воду. Количество воды, подаваемой на увлажнение продукта, выбирают с учетом технологических требований к качеству продукта.

После прекращения распыливания воды включается регулируемый левый электродвигатель тросового транспортера, который перемещает формочку с продуктом из зоны увлажнения в противоположном направлении, возвращая ее в зону обжарки. Когда формочка с продуктом полностью вернулась в зону обжарки, тросовый транспортер вновь останавливается. При этом при выходе формочки из зоны увлажнения штыри внутреннего каркаса выходят из контакта с неподвижной планкой, жестко закрепленной на направляющих в зоне увлажнения. За счет механизма типа «рулетки», расположенного на торцевой стенке наружного каркаса, внутренний каркас перемещается внутрь наружного каркаса. Площадь ситчатого днища формочки уменьшается за счет перемещения внутреннего каркаса.

Далее увлажненный продукт подвергается окончательной обжарке.

После этого включается регулируемый левый электродвигатель тросового транспортера, который перемещает формочку с продуктом в зону загрузки. Когда формочка с продуктом полностью вошла в зону загрузки, тросовый транспортер вновь останавливается. В этот момент загрузка продукта в формочку не осуществляется. Время выстоя формочки с продуктом в этой зоне используется для отлежки с целью более равномерного распределения полей влагосодержания и температуры.

Затем включается регулируемый левый электродвигатель тросового транспортера, который перемещает формочку с продуктом в зону выгрузки. Когда формочка с продуктом полностью вошла в зону выгрузки, тросовый транспортер вновь останавливается. В этот момент формочка опрокидывается и готовый продукт из нее выгружается в разгрузочное устройство. Благодаря тому, что угол наклона формочек при опрокидывании больше угла естественного откоса готового продукта, обеспечивается полное и эффективное высыпание продукта из формочек в разгрузочное устройство.

Работа левой и правой формочек полностью синхронизирована. Это значит, когда левая формочка разгружается, в это время правая формочка с продуктом подвергается обработке в зоне увлажнения. Когда левая формочка, переместившись из зоны выгрузки в зону загрузки, заполняется продуктом, правая формочка с высушенным продуктом подвергается тепловой обработке в зоне обжарки.

Когда левая формочка с продуктом, переместившись из зоны загрузки в зону обжарки, подвергается тепловой обработке (сушке) в ней, правая формочка с обжаренным продуктом отлеживается в зоне загрузки с другой стороны обжарочного аппарата.

Когда левая формочка с продуктом, переместившись из зоны обжарки в зону увлажнения, увлажняется мелкодиспергированной влагой, готовый продукт из правой формочки высыпается в разгрузочное устройство.

Применение предложенной конструкции формочек и механизма выдвижения внутреннего каркаса в зоне увлажнения и обеспечивает стабилизацию тепловлажностного режима и улучшает качество обжаренного продукта за счет его более быстрого и равномерного увлажнения.

#### **Выводы**

Следует отметить значительные преимущества разработанных конструкций:

- более высокая производительность за счет интенсификации процесса вследствие использования активных гидродинамических режимов,
- возможность улучшения качества получаемого продукта за счет снижения угара вследствие применения более мягких, «щадящих» режимов и равномерной обработки;
- оптимизация процесса обжарки различного исходного сырья за счет регулирования температуры и влажности продукта в зонах обжарки и увлажнения;
- расширение области применения за счет достигнутой универсализации механизма равномерного увлажнения в тонком слое и интенсивной обжарки.

#### **Литература**

1. Пат. № 2328129 РФ, МКИ<sup>7</sup> А 23 F 5/04. Роторный обжарочный аппарат / Шевцов А. А., Острикова Е.А., Ткачев А.Г.; Воронеж. гос. технол. акад. - № 2007104258/13; Заявлено 06.02.2007; Опубл. 10.07.2008; Бюл. № 19//Открытия. Изобретения. – 2008. – № 19.
2. Пат. № 2267938 РФ, МКИ<sup>7</sup> А 23 F 5/04 А 23 F 3/06 В 26 В 15/00. Обжарочный аппарат / Шевцов А. А., Остриков А. Н., Шамшина И. В., Куцов С. В.; Воронеж. гос. технол. акад. - № 2004130340/13; Заявлено 15.10.2004; Опубл. 20.01.2006; Бюл. № 02//Открытия. Изобретения. – 2006. – № 02.

УДК 66.028:664.127

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ОБЪЁМНЫХ ДОЗАТОРОВ РИСА ДРОБЛЕННОГО**

**Заплетников И.Н., д-р техн. наук, Владимиров С.В., канд. техн. наук  
Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк**

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований объёмного дозатора для фасовки риса дробленного, позволяющие найти его рациональные параметры и изучить процесс дозирования.*

*In article results of experimental researches volume дозатора for rice fa-scoops дробленного are resulted, allowing to find its rational parametres and to study process dozi-rovanija.*

Ключевые слова: объёмный дозатор, вибратор, мерная ёмкость, рис.

Рис, как и другие «бакалейные» продукты являются наиболее массовыми, разнообразными и трудоемкими для ручной дозирования и упаковки. До сих пор не так уж много найдется фасовочных автоматов для риса целого и дробленного, которые реально смогут обеспечить требуемую точность и производительность. Причина кроется в изменяющихся в процессе фасовки физико-механических характеристик риса, особенно его крошке. Это и обусловило создание нового поколения фасовочного оборудования.

Тенденция развития автоматической фасовки направлена на создание крупных фасовочных предприятий. Для них требуется высокопроизводительное оборудование. Поэтому все разработанное в последнее время фасовочное оборудование, предназначенное для предприятий выпускающих крупы, имеет объёмное дозирование. Несмотря на все плюсы объёмных дозаторов они обладают низкой точностью отмеривания доз, что значительно сдерживает их применение.

Вот почему целью работы явилось изучение процесса объёмного дозирования риса дробленного, позволяющее найти рациональные параметры фасовочной машины.

Проведя анализ существующих конструкций оборудования для повышения точности отмеривания доз, авторами предложен новый способ дозирования сыпучих тел и устройства для его осуществления. Со-