

УДК 663.2

У.Ч.ЧОМАНОВ, Х.Р. АЙСАКУЛОВА, Т.Ч.ТУЛТАБАЕВА, Б.Г. САТИЕВА

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», город Алматы, Казахстан

## СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

### Аннотация

Разработка новой компактной сушильной установки для производства сухого молока отличается экономически выгодным потреблением энергии и производительностью менее 100 кг в сутки для малых фермерских хозяйств, в том числе себестоимостью выпускаемого продукта на 20-30% ниже существующих на рынке в настоящее время.

**Кіліт сөздер;** шашыранды кептіргіш құрылғы, шашыратқыш конус

**Ключевые слова:** распылительная сушильная установка, распылительный конус

**Key words:** raspylitelny drying installation, raspylitelny cone

В настоящее время производства молока в порошкообразном виде, получаемого распылительной сушкой, затруднены из-за дороговизны техники и технологии распылительной сушки. Поэтому, возникает необходимость дальнейшего развития распылительной сушильной техники, улучшения качества выпускаемой продукции и более полного использования резервов производства.

Разрабатываемая сушильная установка отличается малыми габаритами, снижением потребляемой энергии при производительности 1000 кг в сутки по сырью для малых фермерских хозяйств, в отличие от имеющегося на данный момент производственного оборудования, при этом себестоимость выпускаемого продукта будет на 20-30% ниже.

На производствах по переработке молока остается очень актуальным вопрос, связанный с хранением и транспортировкой продукта, так как при правильном сохранении продукта позволяет сэкономить средства и снизить стоимость готового продукта. Это удается за счет сушки молока, которое позволяет сохранить молоко в сухом виде достаточно на долгое время.

В пищевой промышленности применяются разнообразные сушилки. Конструкция сушилки должна, прежде всего, обеспечить равномерный нагрев и сушку продукта при надежном контроле его температуры и влажности.

Сушилки должны иметь достаточно высокую производительность, но при этом должны быть экономичными по удельным расходам теплоты и электроэнергии, иметь меньшую металлоемкость.

Основными элементами распылительных сушилок являются камера и распыливающее устройство.

Различные распылительные сушильные установки отличаются друг от друга способом размещения и конструкцией распылителя, методами введения в камеру и отвод из нее воздуха, конструкцией камеры.

При распылительной сушке распыливание материала может осуществляться различными типами распылителей, имеющими свои преимущества и недостатки, связанные с особенностями распада струи жидкости. Учет этих особенностей необходим для правильного выбора типа распыливающих устройств и его конструкции. Распыливающее устройство должно обеспечить требуемые размеры факела распыла, монодисперсность капель распыливаемой жидкости и равномерность их распределения в объеме сушильной камеры.

**Объектом исследования является разработка распылительной сушилки для производства сухих молочных порошков для фермерских хозяйств на основе ускорения процесса тепломассообмена с применением новой конструкции распылительного диска.**

В технике сушки применяются три способа распыления растворов: механическими и пневматическими форсунками и центробежными дисками.

Механические форсунки бесшумны в работе, имеют наименьшие среди трех типов распылителей, затраты энергии на распыление (4-10 кВт на 1 тонну распыливаемого раствора) и высокопроизводительны. Однако они не пригодны для распыла грубых суспензий или растворов, содержащих твердые частицы или кристаллы и нерегулируемы по производительности.

Пневматические форсунки можно использовать для распыливания большинства растворов и суспензий и в них имеется возможность регулирования производительности, но они характеризуются значительным расходом энергии на распыливание (50-80 кВт на 1 тонну раствора). Наибольшее распространение получили центробежные диски. Преимуществами центробежного распыливания является возможность применения его для практически любых растворов, включая пасты, суспензии и т.д., а также легкость регулирования производительности. Затраты энергии в них составляют 10-30 кВт, что выше чем у механических форсунок, но значительно ниже, чем у пневматических.

Диск является непосредственным рабочим элементом распылительного механизма и осуществляет передачу энергии, необходимой для дробления поступающей на него массы жидкости. Характеристики распыла - размер факела и дисперсность распыла определяется кинематическими параметрами механизма, в частности частотой вращения, окружной скоростью и т.д. Распад струи или пленки жидкости происходит на сходе потока с рабочего элемента диска.

Геометрические формы рабочих элементов подчинены задаче создания тонкой пленки равномерно по всему смоченному периметру и образованию определенного факела распыленных частиц по возможности с минимальной разницей в размерах. Рабочие элементы формируют пленку жидкости и режим ее течения, предопределяя степень ее турбулизации и величину внутренних пульсаций, что способствует лучшему дроблению. Эти явления в настоящее время еще не достаточно исследованы, однако прямо или косвенно наблюдались на практике, в результате чего родился многообразный ряд конструкций дисков [1, 2, 3, 4].

На практике наибольшее применение нашли плоские диски [3]. Гладкие тарельчатые диски характеризуются таким оформлением рабочих элементов, при котором пленка жидкости формируется на гладкой плоской поверхности. В качестве типовых модификаций тарельчатых дисков может быть названы следующие, отличающиеся формой рабочей поверхности: плоский диск, конический, параболический и цилиндрический. Принцип работы всех дисков этой группы аналогичен. Поток исходной жидкости поступает в центральное отверстие и под действием центробежных сил, возникающих при взаимодействии с рабочими элементами диска, формируется в пленку, которая скользит к периферийной кромке.

Движение жидкости к периферии по радиусу диска происходит с проскальзыванием и траектории движения представляет собой логарифмическую спираль. Наибольшее проскальзывание соответствует плоским диском, у которых «задерживающая» сила определяется лишь силами смачивания. Проскальзывание уменьшается для дисков конических и параболоидных, у которых при движении жидкости под действием центробежной силы возникает прижимающая нормальная сила и соответственно сила трения. Проскальзывание сводится к минимуму в дисках цилиндрических, где нормальная сила достигает максимального значения.

На рисунке (1а) показан плоский диск многоярусный, имеющий три рабочие плоскости и крышку. Жидкость по трубе поступает в неподвижный коллектор и через отверстия - в полость диска в виде струй. Последние, попадая на тарелки диска, формируются в пленку на рабочих поверхностях соответствующего яруса.

На рисунке (1б, г) представлен одноярусный (б) и многоярусный (г) конические диски. Жидкость, попадая во внутреннюю полость распределительной чаши, при вращении диска под действием центробежных сил жидкость выбрасывается на рабочую поверхность диска. Оформление распылительных дисков в виде вертикального ряда рабочих элементов (ярусов)

позволяет пропорционально этому ряду увеличивать единичную производительность распылительного механизма.

Для многоярусного диска особое значение имеет равномерность распределения жидкости по ярусам тарелки. Подача жидкости из распределительной чаши на рабочую поверхность происходит через круглые отверстия. Для такой схемы равномерность распределения жидкости достигается при наличии на вертикальной стенке столба одинаковой по высоте толщины. Учитывая, что центробежные силы достигают существенного значения, а скорость истечения через отверстия растет; для удержания кольца жидкости приходится делать на диске очень мелкие отверстия даже для больших расходов жидкости. В производственных условиях мелкие отверстия склонны к забиванию, что ведет к нарушению равномерности распределения жидкости, как по тарелкам, так и в пределах одной тарелки.

Диск параболоидной формой рабочей поверхности (рисунок 1в,д) позволяет плавно уменьшать толщину пленки жидкости, обеспечивая к периферии минимально допустимую силами внутреннего натяжения жидкости толщину, а также уменьшает величину проскальзывания так как при движении по конической поверхности жидкость центробежной силой прижимается к поверхности диска, что увеличивает силу трения. Жидкость поступает сначала в приемную камеру, откуда через отверстие попадает в специальное углубление внутри чаши, где за счет центробежной силы равномерно распределяется по окружности и далее перемещается по конической поверхности к распыливающей кромке.

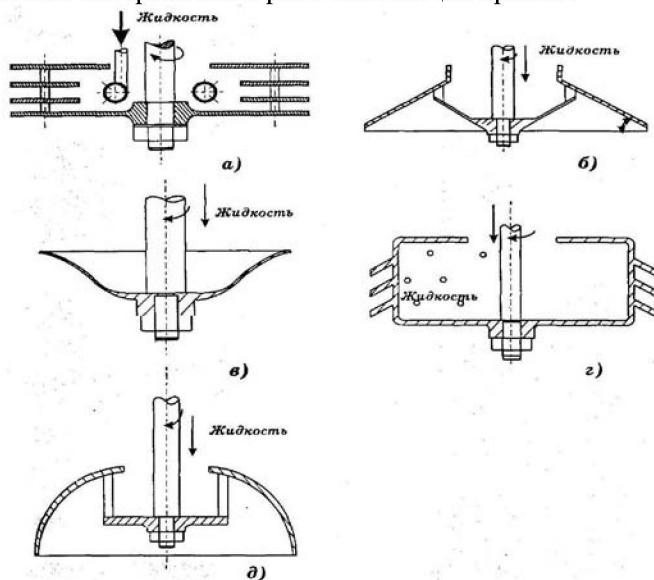


Рис.1 Распылительные диски с разгонной чашей

Оригинальная конструкция диска, разработанная, Казахского научно-исследовательского института (рисунок 2) для уменьшения проскальзывания жидкости на диске предусмотрена разгонная чаша. Продукт, поступая, в разгонную чашу, центробежной силой прижимается к внутренней стенке и приобретает окружную скорость, близкую скорости внутренних кромок лопаток. Вследствие этого жидкость вытекает на лопасть практически без удара. Такая конструкция может использоваться при средних окружных скоростях.

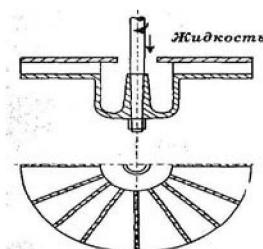


Рис.2 Распылительный конус

Актуальным является вопрос разработки новой сушильной установки, которая отличалась бы малыми габаритами, более экономичной потребляемой энергией и производительностью менее 100 кг в сутки для малых фермерских хозяйств, в отличие от имеющихся на данный момент производственных оборудований. Которая при производстве сухого молока себестоимость выпускаемого продукта будет составлять на 20-30% ниже по сравнению с существующим производством.

Данная разрабатываемая установка при производстве сухого молока себестоимость выпускаемого продукта будет составлять на 20-30% ниже по сравнению с существующим производством.

Проведенные маркетинговые исследования по разработкам, как в странах СНГ, так и дальнего зарубежья показали, что существующие технологии по производству сгущенного молока несовершенны, а готовые продукты недостаточно конкурентоспособные и их себестоимость высокая за счет применения дорогостоящего оборудования либо старого оборудования с большим потреблением электроэнергии. К сожалению, до сих пор на отечественных производствах молочных продуктов используется выпарные установки и сушилки 30-40 летней давности. Это, как правило, сушилки одностадийной сушки различной модификации и формы. В связи с этим остро стоит вопрос по разработке нового оборудования для выпаривания и сушки коровьего и верблюжьего молока с максимальным сохранением белкового, углеводного, липидного, а также солевого и витаминного состава, во время сгущения, сушки.

Таким образом, вопрос разработки новой энергосберегающей конструкции сушильной установки для производства сгущенного и сухих порошков молока с малыми габаритами, производительностью менее 100 кг в сутки в отличие от имеющихся на данный момент производственных оборудований является актуальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дитякин В.А. и др. Распыливание жидкостей.- М: Машиностроение, 1977.-205 с.
- 2 Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.Н. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности-М.: Химия, 1979.-287 с.
- 3 Шелягин В.Г. Исследование процесса структурообразования молочной частицы при конвективной сушке в распыленном состоянии: Автореф. дисс. канд. техн. наук- М., 1972.- 24 с.
- 4 Плановский А.Н., Муштаев В.И. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности - М.: Химия, 1979.-287 с.

#### REFERENSES

- 1 *Ditjakin V.A. i dr. Raspylivanie zhidkostej.*- M: Mashinostroenie, 1977.-205 s.
- 2 *Planovskij A.N., Mushtaev V.I., Ul'janov V.N. Sushka dispersnyh materialov v himicheskoj promyshlennosti*-M.: Himija, 1979.-287 s.
- 3 *Sheljapin V.G. Issledovanie processa strukturoobrazovaniya molochnoj chasticy pri konvektivnoj sushke v raspylennom sostojanii*:Avtoref. diss. kand. tehn. nauk- M., 1972.- 24 s.
- 4 *Planovskij A.N., Mushtaev V.I. Sushka dispersnyh materialov v himicheskoj promyshlennosti* - M.: Himija, 1979.-287 s.

#### Резюме

*Шоманов Ә.Ш, Айсакұлова Х.Р., Тұлтабаева Т.Ш, Сәтиева Б.Қ,*

*«Қазақ өнеркәсіптің қайта өңдеу және азықтық ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*ШАШЫРАТҚЫШ КЕПТІРГІШ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ЗАМАНАУИ ҚҰРЫЛЫМЫ*

Күргак сүт өндіретін фермерлік қожалықтарға арналған шағын жаңа кептірғіш құрылғының дайындалуы экономикалық түргыдан энергия көзін тиімді пайдаланыпудымен, сонымен қатар, өндірілетін өнімнің өзіндік құны қазіргі таңдағы нарықтағы өнімнен 20-30 пайызға төмөнділігімен ерекшеленеді.

Chomanov U.Ch.,d.t.n, Ajisakulova H.R.,k.b.n.,Tultabaeva T.Ch.,d.t.n, Satieva B.G., k.t.n.  
LTD «Kazahskij nauchno-issledovatel'skij institut pererabatyvajushhej i pishhevoj promyshlennosti», gorod Almaty,  
Kazakhstan

**SOVREMENNYE KONSTRUKCII RASPYLITEL"NYH SUSHIL"NYH USTANOVOK**

**Summary**

Development of the new compact drying setting for the production of the dried milk differs in economically the advantageous consumption of energy and productivity less than 100 kg in twenty-four hours for small farms, including by the prime price of the produced product on 20-30% below existing at the market presently.

**Сведения об авторах**

Ф.И.О. / First and last names	Чоманов Уришбай Чоманович/ Chomanov Urishbai Chomanovich
Ученая степень/ Degree	Доктор технических наук / Doctor of technical sciences
Должность / Position within the institution	Главный научный сотрудник/ senior researcher
Место работы / Place of work	Лаборатория технологии переработки и хранения животноводческой продукции Казахского научно-исследовательского института пищевой и перерабатывающей промышленности/ Laboratory of processing and storage technology of animal products. The Kazakh Scientific Research Institute of Overworking and Food-Processing Industry
Почтовый адрес/ Address of the institution	050060, г.Алматы, пр. Гагарина, 238 «Г»/ 050060, Almaty, Gagarin street, 238 G

Ф.И.О. / First and last names	Айсакулова Хайырниса Рамазановна/ Aisakulova Haiyrnisa Ramazanovna
Ученая степень/ Degree	Кандидат биологических наук / Candidate of biological sciences
Должность / Position within the institution	ведущий научный сотрудник/ Leading research scientist
Место работы / Place of work	Лаборатория технологии переработки и хранения животноводческой продукции Казахского научно-исследовательского института пищевой и перерабатывающей промышленности/ Laboratory of processing and storage technology of animal products. The Kazakh Scientific Research Institute of Overworking and Food-Processing Industry
Почтовый адрес/ Address of the institution	050060, г.Алматы, пр. Гагарина, 238 «Г»/ 050060, Almaty, Gagarin street, 238 G

Ф.И.О. / First and last names	Тултабаева Тамара Чомановна/ Tultabayeva Tamara Chomanovna
Ученая степень/ Degree	Доктор технических наук / Doctor of technical sciences
Должность / Position within the institution	Главный научный сотрудник/ senior researcher
Место работы / Place of work	Лаборатория технологии переработки и хранения животноводческой продукции Казахского научно-исследовательского института пищевой и перерабатывающей промышленности/ Laboratory of processing and storage technology of animal products. The Kazakh Scientific Research Institute of Overworking and Food-Processing Industry
Почтовый адрес/ Address of the institution	050060, г.Алматы, пр. Гагарина, 238 «Г»/ 050060, Almaty, Gagarin street, 238 G

Ф.И.О. / First and last names	Сатиева Бану Гусмановна/Satieve Banu Gusmanovna
Ученая степень / Degree	кандидат технических наук/ Candidate of technical sciences
Должность / Position within the institution	ведущий научный сотрудник/ Leading research scientist
Место работы / Place of work	Лаборатория технологии переработки и хранения животноводческой продукции Казахского научно-исследовательского института пищевой и перерабатывающей промышленности/ Laboratory of processing and storage technology of animal products. The Kazakh Scientific Research Institute of Overworking and Food-Processing Industry
Почтовый адрес / Address of the institution	050060, г.Алматы, пр. Гагарина, 238 «Г» / 050060, Almaty, Gagarin street, 238 G