
УДК 663.2

У. Ч. ЧОМАНОВ, Х.Р. АЙСАКУЛОВА, Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА

ТОО Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г.Алматы, Казахстан

МАЛОГАБАРИТНАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Аннотация

Новая распылительная сушильная установка для производства сухого молока для фермерских хозяйств отличается в экономии тепла расходуемого в процессе сушки и установлении мягкого режима по сравнению с существующими распылительными сушильными установками. Разработанная *I-d* диаграмма позволяет определить параметры сушильного агента в процессе осушения, охлаждения, нагрева и сушки, а также позволяет посчитать количество тепла и воздуха расходуемого на сушку.

Ключевые слова: распылительная сушильная установка, *I-d* диаграмма

Тірек сөздер: шашыранды кептіргіш құрылғы, *I-d* диаграмма

Key words: raspylitelny drying installation, *I-d* diagram

В связи с переходом Казахстана в рыночную экономику происходят коренные изменения в структуре пищевой промышленности. Из-за дороговизны транспортных услуг многие виды сельскохозяйственного сырья выгодно перерабатывать в местах их выращивания. Для этого необходимо создавать высокоэффективные установки по первичной переработке сырья в фермерских хозяйствах РК. Например, сушильные установки для производства сухого молока. Сушка продуктов позволяет значительно уменьшить массу пищевых продуктов, их объем, и таким образом, существенно снизить транспортные расходы; решить задачу консервирования молока, т.е. сохранения его качества в течение длительного времени; обеспечить независимость обеспечения молочными продуктами от сезонности года.

В Казахстане, несмотря на различные природно-климатические условия, существует высокий потенциал для развития молочного животноводства, однако отмечается низкий уровень промышленной переработки молока и производства молочных продуктов, а также проблема роста конкурентоспособности отечественных молочных продуктов и снижения зависимости от импорта.

По данным Агентства по статистике РК перерабатывающими предприятиями молочной промышленности ежегодно производится 432755,0 т готовой продукции, из них: молока обработанного – 113542 т, масла сливочного - 7006 т., сухое молоко -1190 т., творога и сыра 6457 т. Анализ продовольственного рынка Казахстана свидетельствует о том, что присутствующие на нем молочные продукты (сыры, сгущенные молочные консервы, сухое молоко) в основном представлены продуктами, произведенными в странах СНГ и дальнего зарубежья. Импорт молока и молочной продукции составляет 147,25 тыс. т, особенно импорт сухого молока (11,3 %), при уменьшении доли отечественной молочной продукции на 28,2 %.

Проведенные маркетинговые исследования по разработкам, как в странах СНГ, так и дальнего зарубежья показали, что существующие технологии по производству концентрированного, сгущенного и сухого молока несовершенны, а готовые продукты недостаточно конкурентоспособны, их себестоимость высокая за счет применения дорогостоящего оборудования, либо старого оборудования с большим потреблением электроэнергии. К сожалению, до сих пор на отечественных молокоперерабатывающих производствах используются выпарные установки и сушилки производства 30-40 летней давности. Это, как правило, сушилки одностадийной сушки различной модификации и формы.

Одним из наиболее прогрессивных и перспективных методов консервирования жидких пищевых продуктов является сушка распылением.

В связи с тем, что сушкой распылением высушиваются различные жидкие пищевые продукты, совершенствование этого метода и повышение эффективности работы распылительных сушилок - весьма актуальная задача.

Способ сушки распылением имеет ряд специфических особенностей и преимуществ:

- высокое качество высушиваемого продукта;
 - готовый продукт не требует дополнительных технологических операций и обладает высокой растворимостью;
 - надежность установки в эксплуатации.
- Наряду с этим следует отметить его недостатки:
- большие габариты сушильных установок;
 - высокие энергетические затраты для проведения процесса;
 - сложность расчета сушильных установок из-за недостаточной изученности механизмов распыливания, и гидродинамики взаимодействия сушильного агента с распылом.

Для сушки различных жидких материалов перспективными являются сушилки с центробежным распыливанием. Они, применимы практически для любых растворов включая, пасты и супензии, легко регулируемы по производительности.

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.

Для успешного решения поставленных задач важными являются вопросы создания новых аппаратов с высокой производительностью, а также повышения эффективности работы существующих, так как, несмотря на многочисленные преимущества, распылительные сушилки имеют низкие удельные показатели съема влаги с единицы рабочего объема камеры и значительные габаритные размеры последней.

В процессе сушки состояние сушильного агента влажного воздуха непрерывно изменяется. Чтобы установить их и, в частности определить необходимую затрату тепла и количество влаги, воспринимаемой сушильным агентом, необходимо установить параметры, характеризующие это состояние. Изучение параметров влажного воздуха и рассмотрение изменение его состояния в процессе сушки производятся без учета времени, т.е. предполагается, что материал отдает столько влаги, сколько в данных условиях может поглотить воздух. Состояние влажного воздуха характеризуется тремя любыми термодинамическими параметрами, которые наряду со скоростью воздуха определяют режим сушки.

В сушильной технике влажный воздух характеризуется следующими параметрами:

- 1) t_c — температура сушильного агента воздуха $^{\circ}\text{C}$;
- 2) φ — относительная влажность, %;
- 3) P — барометрическое давление, Па.

Как изменяется состояния влажного воздуха в процессе сушки можно видеть на I-d диаграмме влажного воздуха.

Диаграмма влажного воздуха (I-d диаграмма) впервые была предложена Л.К. Рамзиным в 1918 г. В 1923 г аналогичная диаграмма была опубликована в Германии Р. Молье. Изменения параметров воздуха при нагревании его в калорифере, охлаждение и насыщение его влагой в сушильной камере наглядно можно представить в I-d диаграмме.

Нами разработана распылительная сушильная установка для производства сухого молока для фермерских хозяйств. Отличительная особенность данной сушильной установки заключается в экономии тепла расходуемого в процессе сушки и установлении мягкого режима по сравнению с существующими распылительными сушильными установками. Экономия тепла в разработанной сушильной установке достигается применением десублиматора, который служит для осушения агента до поступления его в сушильную камеру. При этом влагосодержание сушильного агента резко уменьшается, что обеспечивает уменьшение температуры сушильного агента используемого для сушки, а также сокращается время сушки за счет повышения скорости сушки в процессе контакта сушильного агента с распыленным продуктом - в данном случае с молоком.

Широкое применение и развитие I-d диаграммы для расчета параметров влажного воздуха при протекании процесса сушки свидетельствует о его большом значении при разработке новых конструкций сушильных установок. Для дальнейшего развития I-d диаграммы необходимо увязать параметры влажного воздуха с термодинамическими характеристиками продукта такими как: активность воды и энергия связи влаги.

Такая совмещенная в I-d диаграмма приведена на рис 1, где показаны изменения параметров влажного воздуха, который служит сушильным агентом в процессе сушки разработанной и существующей сушильной установки с указанием значений активности воды A_w молока в процессе сушки. Хотя значения активности воды молока измерялись при различных температурах, но их приводили к значениям A_w при температуре $T=20^\circ\text{C}$ по

разработанной методике описанной в литературе [2]. На I-d диаграмме определены значения температуры, относительной влажности, энталпии влажного воздуха и его влагосодержание. Приведены параметры сушильного агента в процессе сушки в разработанной и существующей сушилке.

Разработанная I-d диаграмма (рисунок 1) позволяет определить параметры сушильного агента в процессе осушения, охлаждения, нагрева и сушки, а также позволяет посчитать количество тепла и воздуха расходуемый на сушку.

Точка 1 параметры воздуха, которая является сушильным агентом. Для летнего времени $t=20^\circ\text{C}$, $d=0,01 \text{ г/кг}$, $\varphi = 70\%$

Точка 2 параметры воздуха после процесса осушения и охлаждения в десублиматоре $t=-15^\circ\text{C}$, $d=0,001 \text{ г/кг}$, $\varphi = 100\%$

Точка 3 параметры воздуха после теплообменника $t=50^\circ\text{C}$, $d=0,001 \text{ г/кг}$, $\varphi = 0,1\%$

Точка 4 параметры воздуха после подогрева в калорифере $t=120^\circ\text{C}$, $d=0,001 \text{ г/кг}$, $\varphi = 0,01\%$

Точка 5 параметры воздуха после процесса сушки $t=60^\circ\text{C}$, $d=0,024 \text{ г/кг}$

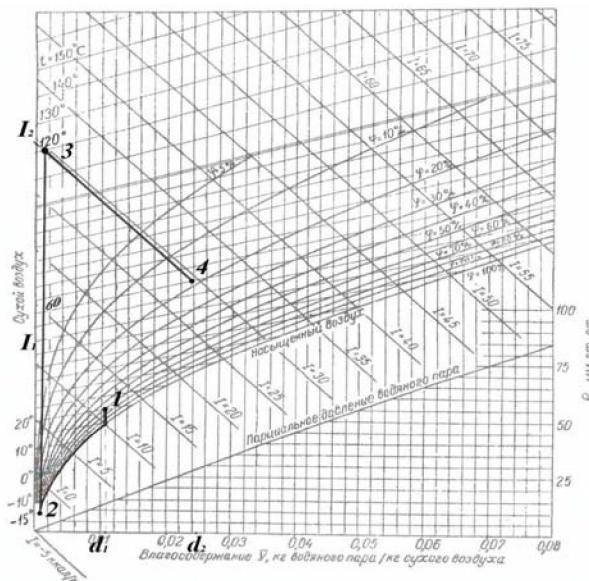


Рисунок 1. I-d диаграмма разработанной конструкции сушильной установки

Завершив построение процесса сушки на I-d диаграмме находим значения I_1 и I_2 , а также $d_0 = d_1$ и d_2

Находим значение массы влаги испаряющееся из молока в процессе сушки кг-г

$$G_b = \square \square_n - \square \square_k = 40 - 26,5 = 13,5 \text{ кг/ч}$$

где $\square \square_n = 40 \text{ кг/ч}$, $\square \square_k = 26,5 \text{ кг/ч}$

$$\frac{100 - W_H}{100 - W_K} = \frac{100 - 35}{100 - 2} = 26,5 \text{ кг/ч}$$

где $W_h = 35\%$

$W_k = 2\%$

определяем расход абсолютно сухого воздуха на сушку

$$L = \frac{G_b}{d_2 - d_1} = \frac{13}{0.025 - 0.001} = 541.66 \text{ кг/ч}$$

Где $d_2 = 0.024 \text{ кг в/кг сухой воздух}$

$d_0 = d_1 = 0.001 \text{ кг в/кг сухой воздух}$

определяем удельный расход тепла, затрачиваемое на испарения 1 кг влаги из молока

$$q = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} = \frac{127 - 50}{0.025 - 0.001} = 3208 \text{ кДж/кг}$$

где $I_2 = 127 \text{ к Дж/кг}; I_1 = 50 \text{ к Дж/кг}$

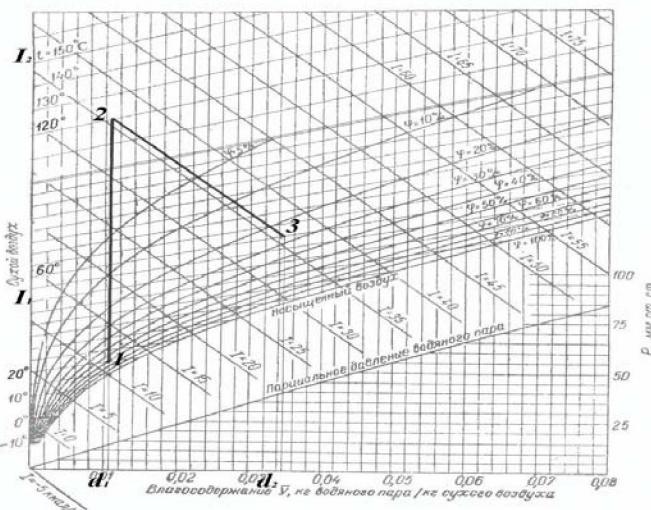


Рисунок 2. $I-d$ -диаграмма для существующей распылительной сушилки

На рисунке 2 приведена $I-d$ -диаграмма для существующей распылительной сушилки с указанием параметров воздуха в процессе нагрева и сушки в летнее время.

Для сравнения расхода тепла в существующей распылительной сушилкой и разработанной сушильной установки определим значения L и q

Расход абсолютно сухого воздуха

$$L = \frac{G_b}{d_2 - d_1} = \frac{13}{0.034 - 0.011} = 565.21 \text{ кг/ч}$$

где $d_2 = 0.034 \text{ кг в/кг сухой воздух}$

$d_1 = 0.011 \text{ кг в/кг сухой воздух}$

Удельный расход тепла на испарения 1 кг влаги

$$q = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} = \frac{145 - 47}{0.034 - 0.011} = 4260.86 \text{ кДж/кг}$$

где $I_1 = 47 \text{ к Дж/кг}$

$I_2 = 145 \text{ к Дж/кг}$

Расчеты показывают, что расход тепла затрачиваемого на испарение 1 кг влаги в разработанной сушильной установке в 1,33 раза меньше существующих распылительных сушильных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1 Левин Д.М. Термодинамическая теория и расчет сушильных установок. - М.: Пищепромиздат, 1958. - 256 с.

2 Чоманов У.Ч., Рогов И.А. The theory of Psychrometer and water activity in foodstuff // Известия НАН РК, №3, 2008г.

REFERENSES

- 1 Levin D.M. Termodinamicheskaja teorija i raschet sushil'nyh ustavovok. - M.: Pishhepromizdat, 1958.- 256 s.
 2 Chomanov U.Ch., Rogov I.A. The theory of Psychrometer and water activity in foodstuff // Izvestija NAN RK, №3, 2008g.

Чоманов У.Ч., Тултабаева Т.Ч., Темирбаев М.А., Айсакурова Х.Р.

ЖПІС Қазак өнеркәсіпті қайта өндіре және азықтық ғылыми-зерттеу институты, Алматы қаласы, Қазақстан

ФЕРМЕРЛІК ҚОЖАЛЫҚТАРҒА АРНАЛГАН ШАШЫРАТЫП КЕПТІРЕТІН ҚОНДЫРҒЫ

Резюме

Фермерлік қожалықтарға арналған құрғақ сүт өндірісіне арналған жаңа шашыратып кептіретін қондырғы кептіру процесіне шығындалатын жылу үнемділігімен және жұмсақ тәртіппің орнатылумен қазіргі таңдағы жұмыс жасайтын шашыратып кептіретін қондырғылардан ерекшеленеді. Құрастырылған I-d диаграмма кептірулер, сұзту, қыздыру және кептіру процесстері кезіндегі кептіру агенті параметрлерін анықтауда, сондай-ақ кептірілікке көтөтін ауа мен жылу мөлшерін есептеуге мүмкіндік береді.

Chomanov U.CH., Tultabaeva T.CH. Temirbaev M.A, Aysakulova H.R.
 ТОО Kazakh Research Institute of processing and food industry, Almaty, Kazakhstan

SPRAY DRYING PLANT FOR FARMS

Summary

New spray dryer for milk powder for farms differs saving heat consumed in the drying process and the establishment of the soft mode compared to existing spray dryers. Id chart developed to determine the parameters of the drying agent during drying, cooling, heating and drying, and can calculate the amount of heat consumed for the drying air.

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	Айсакурова 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