

References

1. Proizvodstvo buterbrodnykh past s ispol'zovaniem stabilizatsionnykh sistem // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 2007. – № 1. – S. 12-13.
2. Gorbatoва K.K. Biokhimiya moloka i molochnykh produktov. Kachestvo i effektivnost'. – SPb.: GIORД, 2001. – 320 s.
3. Diplock A.T., Aggett P.J., Ashwell M., et al. Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document // Brit. J. Nutr. – 1999. – Vol. 81 (1). – P. S1-S27.
4. Buldakov A.S. Pishchevye dobavki. Spravochnik. – SPb.: Ut, 1996. – 312 s.
5. Nechaev A.P., Kochetkova A.A. Pishchevye i biologicheskie aktivnye dobavki, aromatizatory i tekhnologicheskie vspomogatel'nye sredstva. – SPb.: GIORД, 2007. – 248 s.
6. Pecherskaya N.V., Kochetkova A.A., Baikov V.G., Bessonov V.V. Sravnitel'naya kharakteristika antioksidantov rastitel'nogo proiskhozhdeniya v sostave zhirovyykh emul'sionnykh produktov // Voprosy pitaniya. – 2006. – № 4. – S. 20-22.
7. Sarafanova L.A. Pishchevye dobavki. Entsiklopediya. – 2-e izd., ispr. i dop. – SPb.: GIORД, 2004. – 368 s.
8. Sbornik retseptur blyud i kulinarykh izdelii dlya predpriyatii obshchestvennogo pitaniya / avt. sost.: A.I. Zdobnov, V.A. Tsyganenko. – M.: IKTTs «LADA», K.: Izd-vo «Arii», 2006. – 680 s.
9. Kravchenko A.V., Zaryankova N.V. Nanotekhnologii – NOVaya real'nost' // Pishchevaya promyshlennost'. – 2010. – № 9. – S. 42-43.
10. Polyanskii K.K., Snegirev S.A., Rudakov O.B. Differentsial'nyi termicheskii analiz pishchevykh zhirov. – M.: DeLi print, 2004. – 85 s.



УДК 66.093.3:633.12(048.3)

В.А. Марьин, И.В. Нечаев, И.Н. Павлов, А.Н. Блазнов  
V.A. Maryin, I.V. Nechayev, I.N. Pavlov, A.N. Blaznov

**СУШИЛКА НЕПРЕРЫВНОГО ПОТОКА КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА  
ДЛЯ СУШКИ ХЛОПЬЕВ ОВСЯНЫХ «ГЕРКУЛЕС»**

**CONTINUOUS FLOW CONVEYOR DRIER FOR GERKULES OAT FLAKES**

**Ключевые слова:** овсяные хлопья, ленточная сушилка, непрерывный процесс сушки, нагрев, охлаждение, механические свойства, температура, влажность, поверхность, желатинизация крахмала.

Предложена конструкция ленточной сушилки непрерывного действия. В сушилке разделены зоны сушки и охлаждения, использована полимерная сетка поверх металлической, благодаря чему достигнуто более равномерное распределение сушильного агента по ширине ленты, снижено забивание проволочной ленты продуктом и дробление хлопьев. Характеристика сушилки: производительность 50 т/сут.; влажность хлопьев на входе – до 12%, снижение влажности до 3-6%; максимальная скорость движения ленты – 0,01 м/с; толщина слоя хлопьев – 20-50 мм; температура агента сушки в первой зоне – 60-80°C, второй – 90-120°C, третьей – комнатная. Механические свойства хлопьев определяли на рассеве по массовой доле крошки и мучки, поверхность хлопьев исследовали на сканирующем электронном микроскопе. При повышении температуры сушки в первой зоне скорость испарения влаги возрастает, что приводит к появлению трещин на поверхности и повышению доли поврежденных хлопьев. Экспериментально подобраны режимы сушки, при которых происходят улучшение потребительских свойств хлопьев и увеличение их механической прочности, что объясняется желатинизацией крахмала на поверхности хлопьев.

**Keywords:** oat flakes, belt drier, continuous drying, heating, cooling, mechanical properties, temperature, moisture, surface, starch gelatinization.

The design of continuous belt dryer is proposed. The dryer has separate drying and cooling zones; polymer netting is used on top metal netting to ensure more uniform distribution of the drying agent across the width of the belt and reduced clogging of the wire belt with the product, and reduced flake grinding. The dryer specifications are as follows: capacity, 50 t per day; flakes moisture at the outlet, up to 12%; 3-6% moisture reduction; maximum belt speed, 0.01 m s; flake layer thickness, 20-50 mm; drying agent temperature in the first zone, 60-80°C; that in the second zone, 90-120°C; that in the third zone, room temperature. The mechanical properties of the flakes were measured after sieving by the weight fraction of crumbs and oat dust; the flake surface was studied with a scanning electron microscope. As the drying temperature in the first zone is raised, the moisture evaporation rate increases resulting in cracks on flake surface and increase in damaged flakes percentage. The optimum drying modes have been selected experimentally which improve the consumer properties and mechanical strength of the flakes; that is explained by starch gelatinization on flake surface.

**Марьин Василий Александрович**, к.т.н., доцент, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: tehbiysk@mail.ru.

**Нечаев Иван Владимирович**, студент, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: niv\_79@mail.ru.

**Павлов Игорь Николаевич**, к.т.н., доцент, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: pawlow-in@mail.ru.

**Блазнов Алексей Николаевич**, д.т.н., доцент, проф., Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: blaznov74@mail.ru.

**Maryin Vasily Aleksandrovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: tehbiysk@mail.ru.

**Nechayev Ivan Vladimirovich**, student, Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: niv\_79@mail.ru.

**Pavlov Igor Nikolayevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: pawlow-in@mail.ru.

**Blaznov Aleksey Nikolayevich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: blaznov74@mail.ru.

### Введение

Важным технологическим этапом в процессе производства хлопьев является их сушка. Основной задачей сушки является снижение влажности до значений, при которых можно хранить продукт в период гарантированного срока при заданных условиях, не опасаясь возникновения их порчи.

Однако сушка – это не только способ понижения влажности зерна. При правильно подобранном режиме сушки можно добиться значительного улучшения показателей качества готового продукта, в том числе улучшить его сохранность при транспортировке к конечному потребителю [1].

Выбор конструкции зерносушилки определяется ее производительностью, стоимостью, расходом топлива, безопасностью в работе, надежностью автоматического контроля влажности хлопьев на выходе из сушилки, автоматическим управлением температуры их нагрева и температуры агента сушки.

Кроме того, следует обращать внимание при выборе и установке новой сушилки, позволяющие оптимизировать работу и снизить затраты на сушку, на следующие моменты:

- подача агента сушки должна быть обеспечена к каждому зернышку со всех сторон – наличие застойных зон или локальных течений осушаемого продукта не допускается;

- необходимо минимизировать контакт осушаемого продукта с нагретыми металлическими частями конструкции сушилки, чтобы не допустить контактный перегрев продукта;

- теплоизоляция горячей зоны и наружная обшивка позволяют значительно снизить расход тепла до 30%;

- зерносушилка должна работать в полном автоматическом режиме и не зависеть от ошибок обслуживающего персонала. Датчики температуры, включенные в состав управляющей автоматики сушилки, должны исключать недопустимое превышение температуры зерна, агента сушки и устанавливать оптимальный объем подогретого воздуха;

- выбросы пыли за пределы сушилки должны быть исключены;

- сушка хлопьев должна происходить бережно, без травмирования и перегрева, с минимальным количеством различного вида транспортных механизмов и устройств;

- для обеспечения чистки сушилки от остатков зерна необходим беспрепятственный доступ во все узлы сушилки;

- чем удобнее обслуживание, тем производительнее и дольше служит сушилка.

**Целью** работы является оптимизация параметров при производстве хлопьев овсяных «Геркулес» на сушилке конвейерного типа.

### Экспериментальная часть

Для испытаний были отобраны партии зерна овса сорта Корифей, собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2012 г., из которых были выработаны овсяные хлопья «Геркулес» при различных режимах сушки.

Все исследования проводились в 5-кратной повторяемости и обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Технологическая схема линии по переработке овсяного ядра в овсяные хлопья «Геркулес» представлена на рисунке 1.

Прошедшие дополнительное просеивание овсяные ядра поступают в накопительный бункер 1, откуда норией 2 подаются на шнек 4, пройдя магнитный сепаратор 3. В шнеке 4 ядро пропаривается в течение 2-3 мин. при давлении пара 0,2-0,3 МПа. Далее ядро поступает в бункер 5, где в течение 30 мин. происходит его отволаживание. Пройдя магнитный сепаратор 5, овсяное ядро поступает на плющильный станок 6 с гладкими валками и с отношением скорости 1:1, где ядра плющат в хлопья толщиной не более 0,5 мм. Плющенные хлопья поступают в ленточную сушилку 7. При движении на ленте транспортера хлопья проходят через три сушильные зоны. В I-II зонах вентиляторами 8 через калориферы 9 подается горячий воздух, проис-

ходит удаление влаги из хлопьев, в III зоне – охлаждение хлопьев. Влажность готовых хлопьев не должна превышать 12%. Просушенные хлопья поступают на ковшовый транспортер 10, перемещающий их в накопительный бункер 11. Через магнитный сепаратор 3 хлопья поступают на фасовку и по транспортеру 13 подаются на склад готовой продукции.

Для определения оптимальных режимов сушки при производстве хлопьев «Геркулес» исследовали зависимость температуры в первой и второй зонах сушки и определяли количество крошки и муки. Все исследования проводились в производственных условиях цеха по переработке овса производительностью 50 т/сут. В экспериментах влажность хлопьев не превышала 12,0%, толщина слоя хлопьев и скорость движения ленты не изменялись.

Для исследования механической прочности хлопьев овсяных «Геркулес» образцы отбирались в бункере готовой продукции в течение смены, и далее формировался среднесменный образец, который направлялся на исследование согласно разработанной методике [2].

Изменение морфологии поверхности хлопьев овсяных «Геркулес» при разных режимах сушки исследовали на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония).

Процесс сушки заключается в подведении тепла к просушиваемым хлопьям, извлечении из них влаги в виде пара и удалении его в атмосферу. Его сущность представлена во взаимосвязанных теплофизических явлениях, протекающих в следующем порядке: 1) перенос (передача) тепла от агента сушки к поверхности просушиваемого материала; 2) испарение влаги с поверхности хлопьев; 3) передача тепла от поверхности хлопьев к его внутренним слоям; 4) перемещение влаги изнутри хлопьев к его поверхности и испарение влаги с поверхности.

Вся испаряющаяся влага поглощается агентом сушки, проходя через фильтр-циклон, уносится в атмосферу. Скорость испарения влаги при сушке зависит от физико-химической структуры зерна, формы связи влаги с сухим веществом и является одним из параметров режима сушки, который определяет качество и количество высушенного продукта.

Из плющильного станка хлопья равномерным слоем распределяют по всей ширине ленты сушилки (ширина барабанов станка сравнима с шириной ленты транспортера).

Теплые и влажные хлопья после плющения подсушивают, а затем охлаждают. Их влажность не должна превышать 12%, при этом сушка и охлаждение не должны нарушать целостность хлопьев.

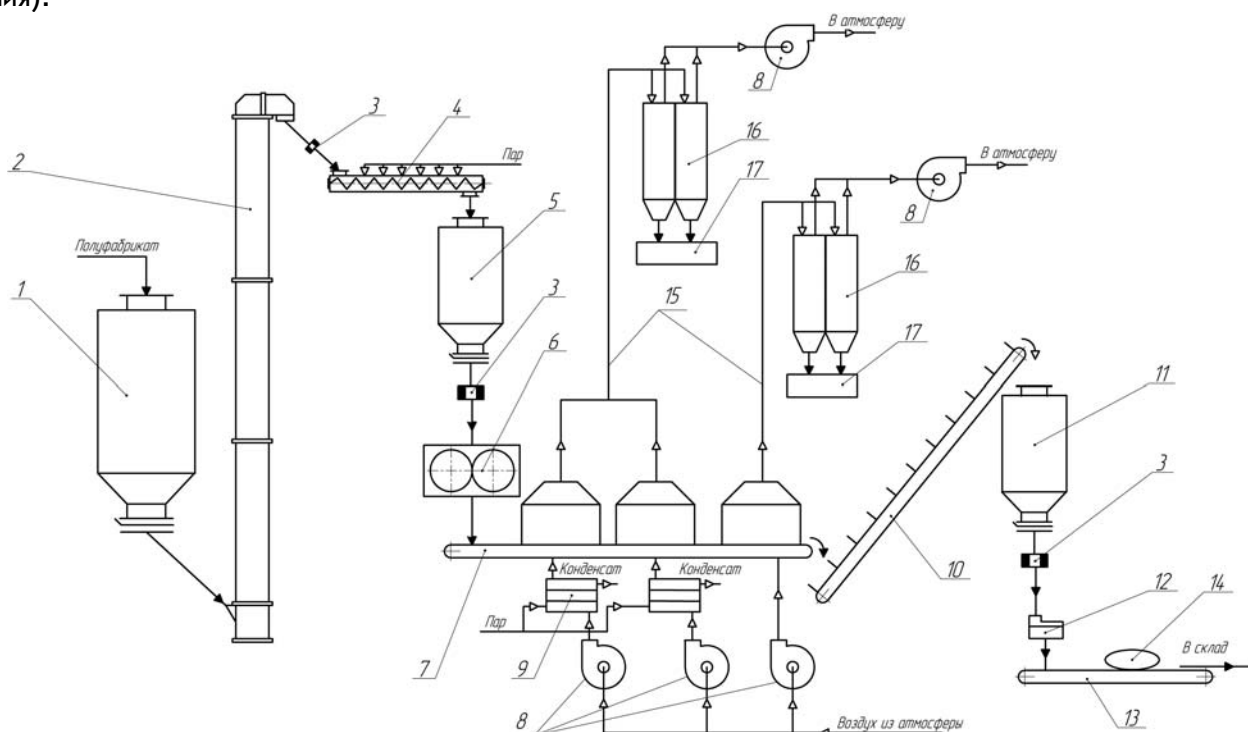


Рис. 1. Технологическая схема производства овсяных хлопьев «Геркулес»: 1 – бункер; 2 – нория; 3 – сепаратор магнитный; 4 – транспортер шнековый; 5 – бункер; 6 – аппарат плющильный; 7 – ленточная сушилка; 8 – вентиляторы; 9 – калориферы; 10 – транспортер скребковый; 11 – бункер; 12 – машина швейная; 13 – транспортер ленточный; 14 – продукт готовый в мешках; 15 – воздуховод аспирационный; 16 – циклон; 17 – емкость для сбора пыли

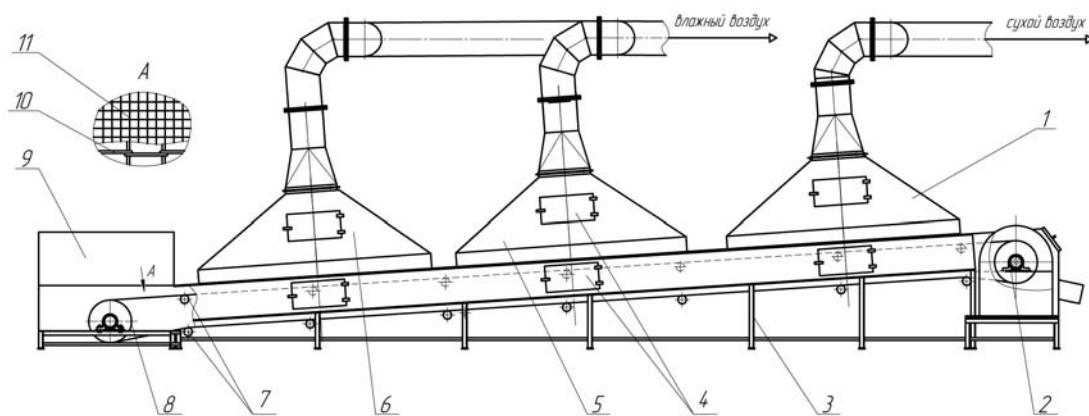


Рис. 2. Сушилка для овсяных хлопьев «Геркулес» на основе ленточного транспортера: 1 – зона охлаждения; 2 – приводной барабан; 3 – рама; 4 – технологические люки; 5, 6 – зона нагрева; 7 – опорные ролики; 8 – ведомый барабан; 9 – зона загрузки; 10 – проволочная сетка; 11 – полимерная сетка

Для сушки хлопьев используется ленточная конвейерная сушилка непрерывного действия. Она представляет собой модульную конструкцию, разделена на несколько температурных и воздушных зон для оптимального выбора параметров продукта (рис. 2).

Все процессы загрузки, перемещения, выгрузки в ней происходят автоматически. Сушилка состоит из металлического каркаса, в начале и конце которого расположены барабаны, по которым движется металлическая сетка, изготовленная из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Один барабан является приводным и приводит в движение ленту, с помощью другого производится натяжение и регулировка ленты. Рабочая часть конвейерной ленты опирается на роликовые опоры, нижняя часть ленты поддерживается опорными роликами. Добавленная на проволочную ленту тканая синтетическая термостойкая сетка с ячейкой 1,2х2,8 мм (с равномерно расположенными калиброванными отверстиями) позволяет создать однородный по расходу и направленности поток воздуха по всей ширине ленты, избежать забивание проволочной ленты продуктом, сокращает количество вынужденных остановок для чистки ленты, увеличивает срок ее эксплуатации. Размер ячейки определялся экспериментально, исходя из эффективности сушки продукта.

Ленточный конвейер снабжен устройством регулировки скорости, которая меняется от 0 до 0,01 м/с, что позволяет регулировать время сушки продукта.

Сушильная камера разделена конструктивно и технологически на три температурных и воздушных зоны, в каждой установлен вентилятор для создания циркуляции воздуха. Такая конструкция сушилки позволяет изменять тепловые режимы при движении хлопьев по зонам, регулируя интенсивность сушки в каждой, температура агента сушки задается оператором и автоматически контролируется и поддерживается сушилкой: первая – с тем-

пературой агента сушки 60-80°C, вторая – с температурной сушки 90-120°C, третья – для охлаждения хлопьев до комнатной температуры.

Для плавного регулирования параметров сушки зоны разделены между собой горизонтальными участками длиной 500 мм между зонами сушки и 1000 мм между зоной сушки и охлаждения. Данные размеры подбирались экспериментально, исходя из производительности и режимов сушки.

Корпус сушильной камеры покрыт теплоизоляционным материалом, который позволяет экономить энергию и сводит тепловые потери к минимуму.

Подготовка агента сушки производится в паровых калориферах марки КФБ-3. Для подачи и нагнетания агента сушки (воздуха) используются два вентилятора ВЦП-5. С боковых сторон сушильной камеры встроены воздушные каналы, по которым воздух нагнетается в первую и вторую зоны сушки камеры. Сушка хлопьев осуществляется нагретым до 70-100°C воздухом, который движется через сетку транспортера с расположенными на ней хлопьями, снижая их влажность на 3-6%.

Сушилка работает с толщиной овсяных хлопьев не более 50 мм. При поперечной подаче слой овсяных хлопьев разрыхляется и находится во взвешенном состоянии, что позволяет равномерно обрабатывать хлопья по всей поверхности, достигая оптимальных условий конвекционного нагрева каждого зернышка. Это дает возможность устранять местные перегревы, деформации, повреждения хлопьев, ускоряет процесс сушки и уменьшает количество брака [3].

Пройдя параллельным потоком через продукт, воздух попадает в патрубок, находящийся в верхней части сушилки, для вывода отработанного воздуха. Вместе с отработанным агентом сушки удаляются мучка и легкие частички хлопьев, находящиеся в сушилке.

*Технические характеристики конвейерной сушилки*

Показатели	Значение
Производительность по овсяным хлопьям (в зависимости от влажности), кг/час	1000–1500
Мощность, кВт	4,4
Расход агента сушки, м <sup>3</sup> /ч, 1-я зона	5500
Температура агента сушки, °С, не более	60-80
Температура агента сушки, °С, 2-я зона, не более	100-120
Максимальная скорость движения ленты, м/с	0,01
Толщина слоя хлопьев на сушильной ленте, мм	20-50
Продолжительность сушки, с	30-500
Максимальная продолжительность охлаждения, с	20-150
Ширина ленты, мм	580
Габаритные размеры сушилки, мм:	
длина	8500
ширина	1000
высота	1500

Поэтому отработанный агент сушки подвергается очистке в циклонах-разгрузителях марки БЦШ. После сушки хлопья охлаждают в третьей зоне путем подачи наружного воздуха вентилятором ВЦП-5 до температуры 18-25°С. При такой температуре готовую продукцию упаковывают. Далее хлопья направляют на магнитный сепаратор, откуда после удаления возможных металлических примесей хлопья поступают на фасовочный автомат для фасовки и упаковки в пакеты.

Технические характеристики конвейерной сушилки представлены в таблице 1.

### Результаты и их обсуждение

Характерными особенностями данной сушилки являются высокая эффективность сушки, надежность, высокая производительность, экономичность и простота обслуживания. Используемая сушилка является универсальной и позволяет производить сушку овсяных хлопьев, регулируя четыре параметра: скорость движения хлопьев, толщину слоя хлопьев, температуру агента сушки и расход используемого агента сушки. Изменение температуры нагрева хлопьев в процессе сушки представлено в таблице 2.

Таблица 2

*Изменение температуры нагрева хлопьев в процессе сушки*

Показатели	Значение, °С
Температура в первой зоне сушилки	55-60
Температура во второй зоне сушилки	45-55
Температура в зоне охлаждения	45-25
Температура хлопьев перед фасовкой	18-25

Технические параметры, представленные в таблице 2, подбирались экспериментальным путем, исходя из механической прочности овсяных хлопьев «Геркулес» и их вкусовых качеств.

Количество лома и мучки определяли на лабораторном рассеивателе марки У1-ЕРЛ-1. В таблице 3 представлены результаты исследо-

вания механической прочности хлопьев в зависимости от условий сушки на конвейерной сушилке. Массовая доля крошки и мучки определялась, соответственно, взвешиванием прохода сита Ø 3,0 и 0,63 мм.

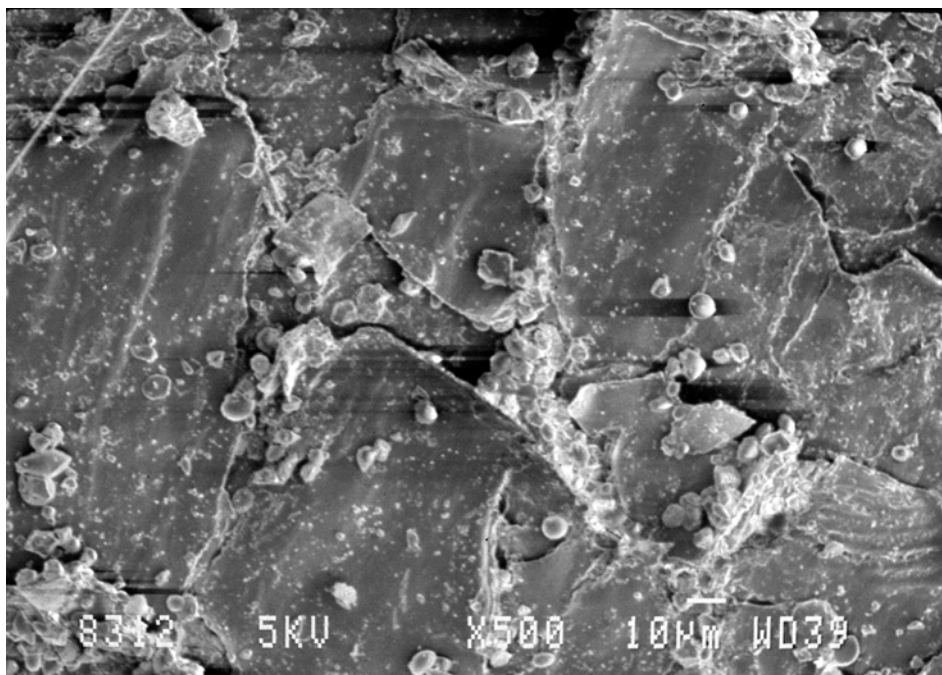
Как следует из представленных результатов при сушке хлопьев, из-за её высокой температуры в одной зоне происходит их повреждение, которое выражается в появлении трещин на поверхности либо внутри. Поэтому значительное влияние на процесс испарения влаги, следовательно, на производительность сушилки, а также на качество хлопьев оказывает температура агента сушки и нагрева хлопьев. С повышением температуры агента сушки увеличиваются температура хлопьев и интенсивность испарения влаги. Однако температура хлопьев должна быть в пределах, позволяющих сохранять их качество.

Использование агента сушки с высокой температурой в начале процесса может привести к очень интенсивному испарению влаги с поверхности хлопьев и пересушиванию поверхности. Это может нарушить влагопроводность в хлопьях и ухудшить процесс переноса влаги из его внутренних слоев к поверхности, что, в свою очередь, приводит к низкой механической прочности и скажется на качестве и выходе готового продукта. Повышенная скорость сушки ведёт к появлению трещин на поверхности хлопьев, в результате чего разрушается структура хлопьев при их хранении и транспортировке (рис. 3).

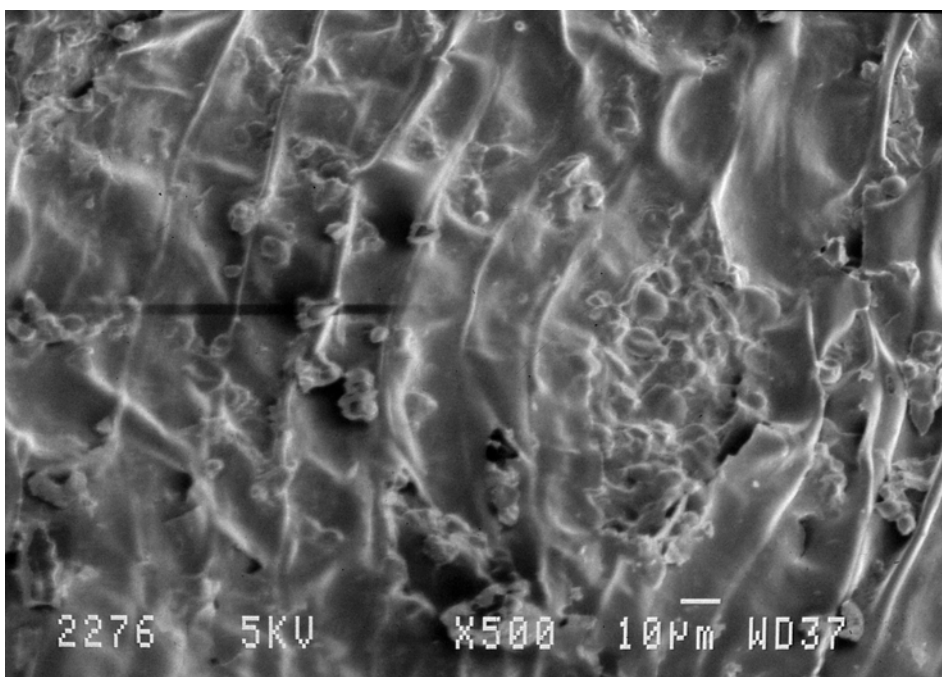
Для предотвращения появления трещин на поверхности хлопьев их следует сушить при экспериментально выбранных оптимальных параметрах, которые составляют для первой зоны 80°С, для второй – 100°С. Такие хлопья характеризуются хорошими потребительскими достоинствами, высокой механической прочностью, хорошей сохранностью при их транспортировке. Возможно, изменения структуры поверхности связаны с желатинизацией крахмала на поверхности хлопьев (рис. 4).

*Влияние условий сушки на механическую прочность хлопьев овсяных «Геркулес»*

Температура агента сушки в первой зоне, °С	Температура агента сушки во второй зоне, °С	Массовая доля крошки, %		
		Ø 0,63 мм	Ø 3,0 мм	суммарная доля поврежденных хлопьев
0	145	2,6	42,6	45,2
30	130	2,2	38,7	40,9
40	120	2,0	33,4	35,4
60	110	1,9	28,8	30,7
80	100	1,5	26,4	27,9



*Рис. 3. Участки поверхности хлопьев овсяных «Геркулес» после сушки при температуре агента сушки в первой зоне 0°С, во второй – 145°С, х500*



*Рис. 4. Участки поверхности хлопьев овсяных «Геркулес» после сушки при температуре агента сушки в первой зоне 80°С, во второй – 100°С, х5000*

В работе [4] проведенные исследования при разных режимах гидротермической обработки показали, что предложенные тепловые режимы обработки ядра овса вызывают тепловую деструкцию крахмала с образованием декстринов. Оклеистеризованный крахмал и декстрины обладают клеящими свойствами, делают структуру хлопьев более монолитной. Кроме того, этому способствует также частичная денатурация белков, в результате чего создается впечатление, что белок и крахмальные гранулы склеиваются в единую монолитную массу. Следует отметить, что такое изменение структуры сопровождается желатинизацией крахмала на всей

поверхности хлопьев. Полученные результаты хорошо согласуются с данными [5].

Такие хлопья отличаются более плотной структурой, меньшей удельной площадью, каша из таких хлопьев получается более вязкая. Эти хлопья характеризуются лучшими показателями качества. Вследствие меньшей поверхности по сравнению с хлопьями, выработанными из резаной крупы, процессы окисления в них происходят с меньшей скоростью, что может привести к увеличению срока их хранения.

Показатели качества хлопьев овсяных «Геркулес», выработанных по предложенным параметрам ГТО, представлены в таблице 4.

Таблица 4

*Показатели качества овсяных хлопьев «Геркулес», выработанные по предложенным параметрам ГТО*

Показатели	Хлопья «Геркулес», выработанные по требованиям [6]	Хлопья «Геркулес», выработанные по предложенным параметрам
Цвет	белый с оттенками от кремового до желтого	белый с оттенками кремового
Вкус	свойственный овсяной крупе	свойственный овсяной крупе
Запах	свойственный овсяной крупе	свойственный овсяной крупе
Влажность	12,0	11,2-12,0
Зольность, %, не более	2,1	1,7-2,0
Кислотность, град., не более	5,0	3,0-5,0
Сорная примесь, %, не более	0,35	0,20-0,30
Развариваемость, мин.	20	18-20

Как следует из данных таблицы 4, качество полученных образцов при использовании предложенных параметров сушки по органолептическим показателям – цвету, запаху и вкусу – соответствует требованиям нормативной документации [7].

Овсяные хлопья «Геркулес», выработанные из ядра овса, имеют высокие органолептические показатели, быстро готовятся и в процессе варки сохраняют форму. При транспортировке не крошатся.

### Выводы

Предложена конструкция сушилки овсяных хлопьев, совмещенная с ленточным конвейером. Конструктивные особенности конвейерной сушилки и оптимизация процесса сушки позволили увеличить прочность, улучшить товарные и органолептические свойства хлопьев овсяных «Геркулес» за счет снижения массовой доли крошки и мучки.

### Библиографический список

1. Атаназевич В.И. Сушка зерна. – М.: ДеЛи, 1997. – 256 с.
2. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Повышение механической прочности хлопьев овсяных «Геркулес» // Пища. Экология. Качество: тр. IX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2012. – С. 130-132.
3. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Исследование химического состава продуктов переработки зерна овса при производстве хлопьев

овсяных «Геркулес» // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 3 (168). – С. 46-49.

4. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Изменение структуры зерна овса при производстве хлопьев // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 4 (154) – С. 36-39.

5. Gates F.K. Role of heat treatment in the processing and quality of oat flakes. Academic dissertation. Helsinki, University of Helsinki, 2007. – 69 p.

6. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях / ВНПО «Зернопродукт» – М., 1990. – 81 с.

7. ГОСТ 10967-90. Зерно. Методы определения запаха и цвета: сборник. Методы анализа. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 32 с.

### References

1. Atanazevich V.I. Sushka zerna. – M.: DeLi, 1997. – 256 s.
2. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Povysheenie mekhanicheskoi prochnosti khlop'ev ovsyanykh «Gerkules» // Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: trudy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Novosibirsk, 2012. – S. 130-132.
3. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Issledovanie khimicheskogo sostava produktov pererabotki zerna ovsa pri proizvodstve khlop'ev ovsyanykh «Gerkules» // Khranenie i pererabotka zerna. – 2013. – № 3 (168). – S. 46-49.

4. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. *Izmenenie struktury zerna ovsa pri proizvodstve khlop'ev // Khranenie i pererabotka zerna.* – 2012. – № 4 (154). – S. 36-39.

5. Gates F.K. *Role of heat treatment in the processing and quality of oat flakes.* Academic dissertation. Helsinki, University of Helsinki, 2007. 69 p.

6. *Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh.* VNPO «Zernoprodukt». – M., 1990. – 81 s.

7. GOST 10967-90. *Zerno. Metody opredeleniya zapakha i tsveta.* Sbornik. *Metody analiza.* – M.: IPK Izd-vo standartov, 2004. – 32 s.



УДК 631.15: 658.011.4

О.О. Рахматов, О.Р. Умаралиев  
O.O. Rakhmatov, O.R. Umaraliyev

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЛИНИИ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОВОЩЕ-БАХЧЕВЫХ СУСПЕНЗИЙ

#### THE EFFICIENCY OF INTEGRATED LINE FOR CONCENTRATING SUSPENSIONS OF VEGETABLES AND CUCURBITS CROPS

**Ключевые слова:** солодка, экстракт, флавоноиды, глюкоза, сахароза, аппаратурно-технологическая схема, промывка корней, оборудование, переработка, технология, фармацевтика, пищевая промышленность, отходы.

Солодковый корень *Glycyrrhiza glabra* L. относится к многолетним дикорастущим растениям и произрастает по берегам рек Амударья и Сырдарья на песчаных почвах. Корень солодки имеет упруго-деформируемую волокнистую структуру и содержит в своём составе различные природные соединения: флавоноиды, стероиды, органические кислоты, а также глюкозу, сахарозу, крахмал и др. Он входит в основу приготовления многих лекарственных препаратов для лечения человека. Все это подтверждает важность переработки солодкового корня как промышленного сырья. Аппаратурно-технологическая схема (АТС) промышленной переработки солодкового корня включает следующие операции: промывку корней, сушку, измельчение, слабо-щелочное экстрагирование, фильтрацию, декантацию с отделением шлама и вакуум-концентрирование. В предлагаемой нами технологической линии все теплотехническое оборудование нестандартное и изготовлено в соответствии с расчетной производительностью и выполнением технических требований и условий. Линия multifunctional и может быть использована для производства других овощефруктовых концентратов: дынного меда «Бекмеса», концентрированного арбузного сока «Нардека», 60%-ного пищевого красителя из

красной столовой свеклы «Бордо» или 1 т томатной пасты в сутки. Унифицированную линию целесообразно использовать в малых фермерских хозяйствах с ограниченной производительностью сельхозпродукции. При этом не требуется сложной технологической переналадки оборудования при переходе с одного сырья на другое. На примере внедрения и эксплуатации такой линии в ООО «Баходир и К» Берунийского района Республики Каракалпакстан были доказаны экономическая эффективность и целесообразность пользования таких унифицированных линий без больших капитальных затрат. При этом одновременно решается проблема безработицы в малонаселенных пунктах путем создания дополнительных рабочих мест, а также частично рассматривается вопрос приготовления грубых кормов для крупного рогатого скота из промышленных отходов производства. Как показали опыты, срок окупаемости такой линии с объемом производства порядка 150 т различных экстрактов составляет в среднем 1,5-2 года. Это подтверждает целесообразность распространения таких малых линий в сельских районах, где преобладает производство сельскохозяйственного сырья.

**Keywords:** licorice, extract, flavonoid, glucose, saccharose, process and instrument drawing, root washing, equipment, processing, technology, pharmaceuticals industry, food industry, wastes.

Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) is a perennial wild plant growing on the banks of the Amu-Darya and