

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СУШКИ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**МАКАРОН ӨНІМДЕРІНІҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫНА КЕПТІРУДІҢ  
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ ӘСЕРІ**

**THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL MODES OF DRYING ON THE RHEOLOGICAL  
CHARACTERISTICS OF MACARONI PRODUCTS**

*М.Ж. ЕРКЕБАЕВ, Г.Д. ДАРАЕВА, Ж.Е. КАРАТАЕВА, Н.И. ДАРИМБАЕВА*  
*M. J. ERKEBAYEV, G.D. DARAYEVA, J.E. KARATAYEVA, N.I. DARIMBAYEVA*

(Алматинский технологический университет)

(Алматы технологиялық университеті)

(Almaty Technological University)

E-mail: [gulmira\\_dgd@mail.ru](mailto:gulmira_dgd@mail.ru)

*В статье рассмотрено влияние различных режимов сушки на реологические (структурно-механические) характеристики макаронных изделий. Актуальность работы заключается в рассмотрении сочетания двухстадийного процесса и высокой температуры среды на первом и последующих периодах обезвоживания продукта. Использование данного режима оказывает положительное влияние на изменение структурно-механических характеристик макаронных изделий, в следствии чего улучшается качество макарон (например, большая прочность).*

*Мақалада макарон өнімдерінің реологиялық (құрылымдық-механикалық) сипаттамасына кептірудің түрлі режимдерінің әсері қарастырылған. Жұмыстың өзектілігі өнімді ылғалсыздандырудың бірінші және келесі кезеңіндегі ортаның жоғарғы температурасын және екікезеңді үдерістің үйлесімділігін қарастырумен нәтижеленеді. Бұл режимді қолдану макарон өнімдерінің құрылымдық-механикалық сипаттамасының өзгеруіне оң әсер береді, нәтижесінде макарон сапасы жақсарады (мысалы жоғарғы беріктігін).*

*In the article the influence of different modes of drying on rheological (structural-mechanical) characteristics of pasta. The relevance of the work consists in the consideration of a combination of the two-stage process, and high-temperature environments on the first and subsequent periods of dehydration product. Use of this mode renders positive influence on the change of structural-mechanical characteristics of pasta, in consequence of which improves the quality of pasta (such as high strength).*

**Ключевые слова:** сушка макаронных изделий, сушилка, реологические характеристики, температурный режим, качество макарон.

**Негізгі сөздер:** макарон өнімдерін кептіру, кептіргіш, реологиялық сипаттамалар, температуралық режим, макарон сапасы.

**Keywords:** drying of pasta, dryer, rheological characteristics, temperature regime, quality of pasta.

### **Введение**

Технологические режимы сушки с применением различных температур сушильного агента (НТ, СТ, ВТ и СВТ) оказывают существенное влияние на изменение структурно-механических характеристик макаронных изделий. В современных сушилках, где используются высокие и сверхвысокие температурные режимы, сушка проводится по циклу: предварительная, окончательная сушка и ее стабилизация.

### **Объект и методы исследований**

В качестве объекта исследования рассмотрен процесс сушки макаронных изделий. В качестве методов исследования применены методы исследования структурно-механических характеристик изделий.

### **Результаты и их обсуждения**

Изменение влажности поверхностного слоя и возрастание напряжений более редко наблюдалось в первом периоде двухстадийного режима. Однако, благодаря отволаживанию влажность поверхностного слоя близка к средней влажности изделия, напряжения уменьшились и разница между напряжениями и пределом прочности к концу сушки была выше. Качество макаронных изделий оказалось лучше. Следовательно, несмотря на меньшую продолжительность процесса сушки, макаронные изделия при двухстадийном режиме имеют большую прочность и лучшие структурно-механические характеристики.

Гинзбург А.С., Назаров Н.И. подразделяют режимы, применяемые в макаронных предприятиях, на два основных типа [1]:

- Непрерывная (традиционная) сушка при постоянной сушильной способности воздуха;

- Прерывистоступенчатая (пульсирующая) сушка, при которой изделия попеременно подвергаются сушке и отволаживанию.

Данные типы режимов для различных видов макаронных изделий должны обеспечивать такую интенсивность испарения влаги с поверхности, которая была бы соизмерима со скоростью перемещения влаги по толщине изделий. Осуществить такой режим весьма сложно, поскольку при сушке по толщине изделий возможно образование градиента влажности ( $\Delta W$ ), в связи с тем, что перемещение влаги из внутренних слоев изделия отстает от ее испарения с поверхности изделий. Для избежания появления трещин в изделиях при сушке необходимо обеспечить минимальный градиент влажности, что может

быть достигнуто при сушке с малой интенсивностью.

Мельникова И.С. и Савина И.М. [2] показали, что для макаронной трубки, имеющей толщину 1,25 мм, максимальная допустимая разность  $W_{ц}-W_{пов}$  (где  $W_{ц}$  – влажность центральных слоев,  $W_{пов}$  – поверхностных) составляет от 4% (макаронная мука) до 2-3% (хлебопекарная мука с различным содержанием клейковины). Медведев Г.М. дополняет, что состояние продукта при высушивании зависит от скорости движения воздуха над материалом: чем выше скорость воздуха, тем быстрее отводится от материала испарившаяся влага [3].

При прогреве макаронных изделий возникает также градиент температуры, под влиянием которого влага стремится переместится внутрь материала, т.е. по направлению теплового потока, при этом возникает явление термической диффузии. Однако в силу небольшой толщины макаронные изделия быстро прогреваются, происходит выравнивание слоев и градиент температуры становится равным нулю.

Практика сушки макаронных изделий показывает, что допустимы скорости испарения влаги и соответствующие им сушильные параметры воздуха различны для первого и второго периодов сушки. В самом начале сушки может быть допущено на короткое время интенсивное удаление значительного количества влаги до 6-8%, т.к. изделия еще очень влажны, сохраняют свою пластическую структуру и повышенный градиент влажности не опасен.

В результате интенсивного удаления влаги на первом этапе сушки за счет концентрационной диффузии на изделиях образуется тонкая, подсушенная корочка. Если процесс влагоотдачи с поверхности изделий не будет снижен и разница  $W_{ц}-W_{пов}>3\%$ , то толщина поверхностного подсушенного слоя увеличится, при этом возможно возникновение градиента влажности, а после сушки образование сетки трещин. В дальнейшем этот процесс приводит к растрескиванию изделий и образованию лома, для исключения нежелательного процесса интенсивность дальнейшей сушки должна быть значительно снижена. Исследования сушки макаронных изделий показывают, что если после образования тонкой подсушенной корочки на поверхности изделия на время прервать процесс сушки, то благодаря миграции влаги из внутренних слоев к внешним, влажность изделия постепенно выравнивается по всей толщине и напряжения,

возникшие вследствие градиента влажности, постепенно исчезнут (отволаживание) [1,2].

После того как влажность по толщине изделий выравнивается, можно снова возобновить прерывистый процесс сушки. Однако последующий этап сушки должен проводиться при более низком уровне сушильной способности воздуха (25-30 г/кг с.в) и при этом скорость миграции влаги из внутренних слоев изделия к наружным значительно снижается [3].

Следует отметить, что для сушки макаронных изделий в лотковых кассетах шкафных сушилках применяется первый тип режима – непрерывная (традиционная) сушка, для сушки макаронных изделий на бастунах, конвейерных лентах – второй тип режима – прерывисто-ступенчатый (пульсирующий).

Прерывисто-ступенчатый режим сложился на протяжении большого исторического промежутка времени в Италии, где макаронные изделия являются национальным продуктом питания. Сушка макарон по этому типу проводится в естественных условиях при чередовании подсушки на солнце и отволаживании в подвалах.

Постепенно этот способ нашел применение в промышленной сушке макаронных изделий. В настоящее время этот режим теоретически обоснован отечественными и зарубежными исследованиями [4] и положен в основу производства макаронных изделий на поточных линиях. Особенностью такого режима является то, что в соответствии с изменением структурно-механических свойств макаронного теста изменяются и условия сушки. Процесс сушки при пульсирующем режиме можно разделить на два периода:

Первый период – предварительной сушки в зависимости от того, насколько интенсивен процесс удаления влаги на этом этапе, определяется время предварительной сушки. От количества влаги, удаляемой из макаронных изделий на первом этапе, зависит и общая продолжительность процесса сушки.

В поточных линиях время предварительной сушки составляет 0,5-1ч и зависит от сушильной способности воздуха, ассортимента высушиваемых изделий, способа сушки и конструктивных особенностей сушилки. За это время удаляется 3-10% влаги, что составляет до 1/2 от общего количества влаги, подлежащей удалению в процессе сушки [1,4].

В конце первого периода сушки или в начале второго проводится отволаживание изделий. Назначение его – снизить до мини-

муму градиент влажности внутри изделий, который возникает в результате интенсивного удаления влаги в первом периоде сушки. Испарение влаги в данный момент почти прекращается, а внутри изделий происходит перераспределение влаги от слоев с большей концентрацией (от центра) к слоям с меньшей концентрацией (к поверхности). За счет этого процесса снижается градиент влажности и возникшие напряжения в изделиях (релаксация).

Исследования, проведенные Мельниковой И.С. [2], показывают, что отволаживание целесообразнее проводить при температурах 50-60 °С и повышенной относительной влажности воздуха до 80-86%, т.к. с повышением температуры увеличивается скорость диффузии влаги и сокращается продолжительность периода отволаживания.

Однако, с учетом применяемых в настоящее время высокотемпературных режимов сушки макаронных изделий в поточных линиях, температура сушильного агента составляет (72-86°С) и относительная влажность воздуха при отволаживании более 82%.

Второй период – окончательная сушка. В этот отрезок времени сушка макаронных изделий должна проводиться при температурных режимах, обеспечивающих условия, определяемые структурно-механическими (реологическими) свойствами макаронных изделий, находящихся в области упругих деформаций. Следует отметить, что второй период представляет собой многократное чередование сушки и отволаживания макаронных изделий, причем сушка проводится менее интенсивно в первый период.

Обычно продолжительность окончательной сушки для различных видов макаронных изделий на современных поточных линиях в зависимости от температурного режима и способа сушки составляет 4-10 ч.

Как было отмечено выше, прерывисто-ступенчатый режим возможно воспроизвести только в специальных поточных линиях, где отдельно выделены изолированные камеры для предварительной и окончательной сушки.

В шкафных сушилках периодического действия типа ВВП, по чисто техническим причинам невозможно создать и регулировать параметры сушильного агента, в этой связи в данных аппаратах процесс сушки проводится при постоянной сушильной способности воздуха.

В ленточных сушилках типа СПК, в виду их конструктивных особенностей, сушка коротких макаронных изделий проводится с

изменением сушильной способности сушильного агента, но нет возможности использовать пульсирующий режим сушки [1,2]. В современных ленточных сушилках зарубежных фирм-производителей «Фава», «Паван» и «Бюллер» конструкция сушилок позволяет воспроизвести любой рациональный режим. Здесь необходимо отметить конструкции ленточных сушилок «Фава» и «Паван», в которых в основу положена модель двухстадийного процесса сушки, с тем отличием, что чередование режимов сушки и отволаживания проводится в первом и втором периодах сушки [3,4].

В современной теории данный режим процесса можно рассматривать как осциллирующий, при котором сумма начальных импульсов внешних воздействий на влажный материал способствует более быстрому приближению системы к равновесному состоянию.

**Заключение.** Использование в таком процессе ВТ режим сушки оказывает положительное влияние на изменение структурно-механических характеристик макаронных изделий в отношении значительного снижения нижней границы пластического состояния продукта. Сочетание двухстадийного процесса и высокой температуры среды позволяет использовать жесткий температурный режим на первом и последующих периодах обезвоживания продукта, возникающий вследствие этого градиент влажности не вызывает создания предельно допустимых касательных напряжений в изделиях, так как они переходят в зону с высокой относительной влажностью (отволаживания).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Н.И. Технология макаронных изделий: Учебное пособие для студентов вузов – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 286с.
2. Малышкина В.А., Пищухин А.М., Зинюхин Г.Б. Анализ процесса сушки макаронных изделий в инфракрасных сушилках// Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. -№4. – С.135-138.
3. Медведев Г.М. Технология макаронных изделий – СПб.: ГИОРД, 2005. - часть 2. – 307с.
4. Dranke В. Models used in psycho-reology-interpretation and interrelation // In. Sherman P. (Hrsg), Food Texture and Rheology. – Academic Press, London, New-York, 1989. – P. 456.