

Аспирант В.Д. Демьянов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств тел. (473) 255-35-54

## Обоснование выбора ступенчатого режима СВЧ – конвективной сушки груш

В результате анализа кинетических закономерностей стационарных режимов СВЧ-конвективной сушки груш и дифференциально-термического анализа разработан комбинированный рациональный режим сушки груш.

Analysis the kinetic regularities stationary regimes of microwave-convective drying pears and differential thermal analysis was performed. As a result of this combined rational mode of drying pears which was developed.

*Ключевые слова:* СВЧ-конвективная сушка, кинетика, комбинированный режим, груша.

Использование ступенчатого теплоподвода при сушке груш позволит интенсифицировать процесс сушки, сократить время сушки груш. Применение щадящих температурных режимов, максимально адаптированных к основным кинетическим закономерностям, позволит снизить негативное воздействие на термолабильные вещества груш и повысить их качество.

Целью работы является улучшение качества готового продукта и повышение тепловой эффективности процесса сушки за счет использования ступенчатого режима СВЧ-конвективной сушки груш, снижение энергозатрат на получение готового продукта.

Для эффективной реализации процесса сушки груш необходимо изучить характер связи влаги с определением участков, на которых осуществляется преобразование веществ при повышении температуры, а для подбора оптимальных температурно-скоростных режимов сушки груш необходимо иметь данные о формах связи влаги в сырье. Для этого был проведен дифференциально-термический анализ.

Исследование закономерностей теплового воздействия на груши осуществляли методом неизотермического анализа на комплексном термоанализаторе TGA-DSC фирмы Mettler-Toledo STAR<sup>e</sup> в атмосфере воздуха с постоянной скоростью нагрева 3 К/мин до 423 К.

Количественную оценку форм связи влаги в продукте осуществляли по экспериментальным зависимостям изменения массы образца TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG (рисунок 1), полученным методом термогравиметрии.

При температуре 298-332 К (участок 1 на рисунке 2) происходит нагрев и удаление физико-механически связанной влаги, имеющей невысокую энергию связи с продуктом. При температурах 353-349 К (участок 2 на рисунке 2) осуществляется десорбция осмотической влаги груши.

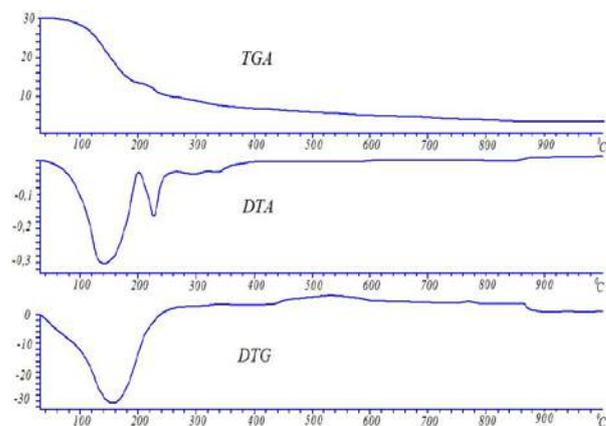


Рисунок 1 – Экспериментальные зависимости изменения массы образца груши TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG

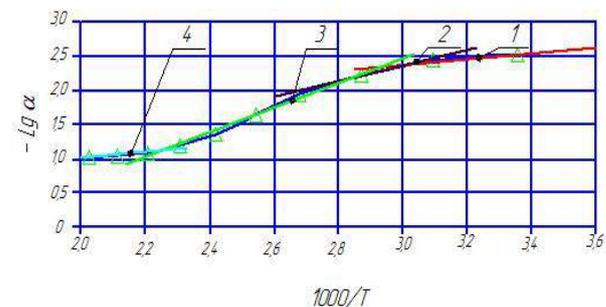


Рисунок 2 – Зависимость  $-\lg \alpha$  от величины  $10^3/T$  исследуемых персиков при нагревании со скоростью подъема температуры 3 К/мин

Интервал температур 349-444 К (участок 3 на рисунке 2) характеризуется высвобождением адсорбционной влаги, а по мере приближения значения температуры к верхней границе интервала – удалением внутренней и адсорбционной влаги груши. При температуре свыше 444 К (участок 4 на рисунке 2) происходит удаление моноадсорбционной влаги. При этом возможно частичное разложение вещества.

Проведенный анализ полученных данных позволил выделить периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ при термическом воздействии на груши, а также выявить температурные зоны, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией связи, что позволит прогнозировать режимные параметры процесса сушки и выбрать среди них наиболее эффективные.

В процессе нагрева наблюдается уменьшение массы образца (кривая TGA), связанное с потерей влаги. Зависимость скорости изменения температуры DTA характеризуется значительным эндотермическим эффектом в интервале температур 315-473 К (таблица 1), который соответствует максимальной скорости дегидратации продукта и сопровождается интенсивной потерей массы образца.

Т а б л и ц а 1

Кинетические температурные характеристики процесса

Кинетические характеристики процесса	Значение параметра
Температура начала эндотермического эффекта, К	302
Температура пика эндотермического эффекта, К	423
Температура окончания эндотермического эффекта, К	473

Процесс сушки груш исследовали в следующих диапазонах изменения технологических параметров: мощность 800 Вт, скорость воздуха изменялась от 0,4 м/с до 0,7 м/с.

На основе дифференциально-термического анализа был разработан ступенчатый режим их сушки (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Ступенчатый режим сушки груш

Номер этапа	Мощность, Вт	Скорость воздуха, м/с	Время, с
1	800	0,7	0-600
2	800	0,5	600-2280
3	800	0,4	2280-5580

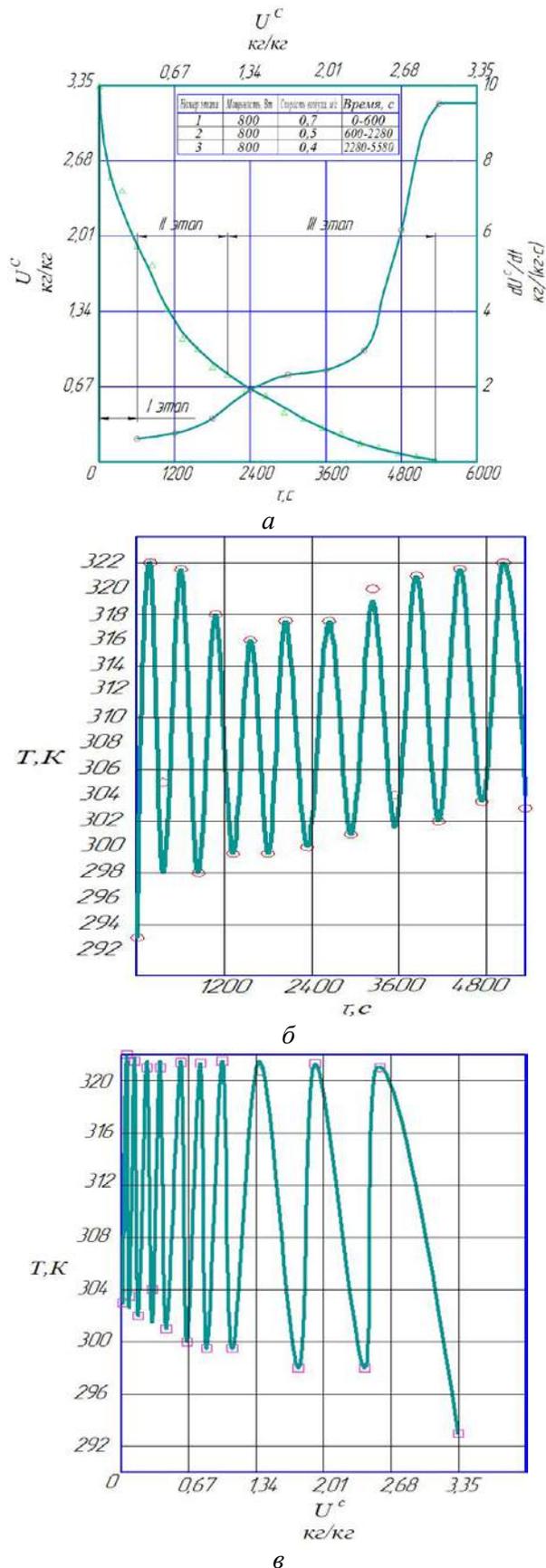


Рисунок 3 – Кривая сушки и скорости сушки груш (а) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш, термограмма (б) и температурная кривая (в) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш

Как видно из рисунка 2, во время первого этапа из продукта активно удаляется капиллярная влага, отвод паров которой интенсифицируется за счет высокой скорости теплоносителя, на втором этапе теплового воздействия из сырья выходит осмотическая влага, на третьем этапе – адсорбционная влага и на четвертом этапе удаляется моноадсорбционная влага. Повышение температуры на заключительных этапах сушки дает возможность осуществлять процесс более активно.

На рисунке 3. представлена кривая сушки и кривая скорости сушки (а), термограмма (б) и температурная кривая (в) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш.

В процессе теплового воздействия груши претерпевают значительные физико-химические изменения, в результате которых высвобождается вода, содержащаяся в конкретном продукте и определяющая характер происходящих внутри него преобразований вещества.

За счет испарения влаги и разложения сахаров, клетчатки и других органических соединений масса продукта снижается. При этом происходит уменьшение прочности структуры вследствие частичного гидролиза клетчатки, целлюлозы и других сложных углеводов, из которых состоят стенки клеток и межклеточные перегородки.

Применение ступенчатого режима сушки груш позволяет уменьшить продолжительность процесса за счет его интенсификации и повысить показатели качества полученного продукта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гинзбург, А.С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинзбург, И.М. Савина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.

2 Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства [Текст] / В.Н. Гуляев, Н.В. Дремина, З.А. Кац и др. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 488 с.

#### REFERENCES

1 Ginsburg, A.S. Mass transfer and moisture exchange characteristics of foods [Text] / A.S. Ginsburg, I.M. Savina. - M.: Legkaya & pischevaya promyshlennost, 1982. – 280 p.

2 Directory technologist food concentrates and vegetable drying production [Text] / V.N. Gulyaev, N.V. Dremina, Z.A. Katz et al. - M.: Legkaya & pischevaya promyshlennost, 1984. - 488 p.