



COMPUTER MODELS FOR STUDYING THE PROCESS OF DRYING GRAPES

Yusupov M.T.

Andijan Machine-Building Institute

Abstract

It is known that, if the moisture content of the material is not high, moisture moves mainly in the form of steam, i.e. drying occurs due to molecular vapor transfer, and at high humidity, moisture partially moves in the form of a liquid, while the evaporation zone approaches the surface of the material, the surface of the dried material increases, and therefore the evaporation of moisture increases [1, 2].

Характер распределения влажности по слоям изделия оказывает значительное влияние на скорость сушки винограда. В данном случае массообменный процесс осуществляется путем влагопереноса внутри материала.

Для получения математической модели сделаем следующие допущения: при сушке винограда его геометрическую форму принимаем шарообразным и зависимость диаметра от средней влажности описываем линейным уравнением следующего вида:

$$d = d_k + (d_n - d_k) * \frac{x - x_k}{x_n - x_k}$$

где: d -текущий диаметр материала, м; x - текущий влажность материала, x_n - начальный влажность материала; x_k – конечный влажность материала; d_n - начальный диаметр материала до сушки, м; d_k - конечный диаметр материала до сушки, м.

Получим, следующее: при формировании математического описания последующих i – x оболочек воспользуемся выражениями:

$$\frac{dX_k}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * \rho} \left[\left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_n} - \frac{1}{d_s}} * (x_1 - x_k) - \beta * 4\pi R^2 * (x_k - x_p) \right) \right]$$

При разработке классификации высушиваемых материалов внимание уделяем их структуре и видам связи с материалом. Термическое сопротивление материала и количество тепла, которое следует подвести к нему в процессе сушки для его нагрева, рассчитываем при помощи коэффициентов теплопроводности и теплоемкости, по плотности.

$$Q_{ex} = \frac{2\pi D(x_i - x_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} \quad (9) \quad Q_{сблх} = \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}}$$



где: x_{i-1} – безразмерная концентрация влаги верхней оболочки;

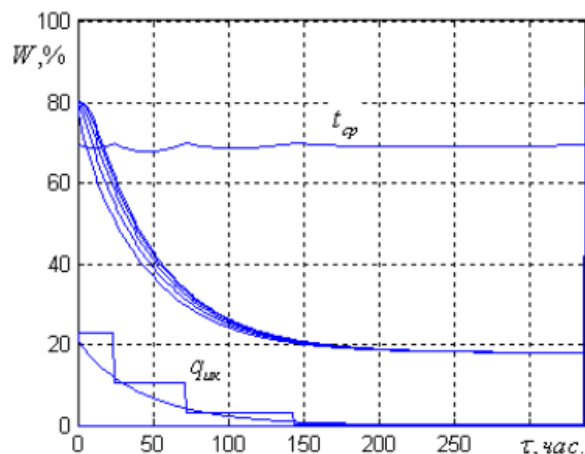
x_i – безразмерная концентрация влаги i –того оболочки;

x_{i+1} – безразмерная концентрация $i + 1$ –го оболочки.

В итоге получим ниже следующее выражение:

$$\frac{dX_i}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3 \rho}{3} - \frac{4\pi R^3 \rho}{3}\right) * \rho} \left[\left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} * (x_i - x_{i+1}) - \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \right) \right]$$

На рисунках 1-2. приведены распределения температуры в слоях винограда в зависимости от импульсов плотности ИК- потоков.



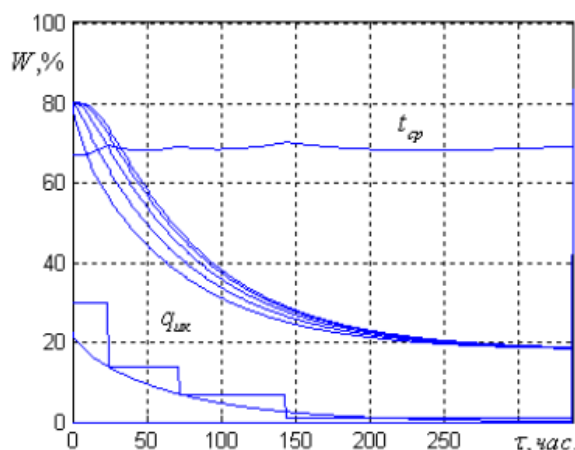
$$d = 8 \text{ мм}, q_1 = 1,15 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, q_2 = 0,53 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2},$$

$$q_3 = 0,15 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, q_4 = 0,01 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, \tau_1 = 24 \text{ ч.},$$

$$\tau_2 = 48 \text{ ч.}, \tau_3 = 72 \text{ ч.}, \tau_4 = 292 \text{ ч.},$$

$$t_{\text{вых}} = 69,5^\circ \text{C}.$$

Рис.1. Распределения влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК- сушки.



$$d = 12 \text{ мм}, q_1 = 1,5 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, q_2 = 0,7 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2},$$

$$q_3 = 0,35 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, q_4 = 0,05 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}, \tau_1 = 24 \text{ ч.},$$

$$\tau_2 = 48 \text{ ч.}, \tau_3 = 72 \text{ ч.}, \tau_4 = 292 \text{ ч.},$$

$$t_{\text{вых}} = 69,26^\circ \text{C}.$$

Рис.2. Распределения влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК- сушки.

Целью зоны конвективной ИК- сушки является высушивание винограда до заданной влажности, процесс сушки в данной зоне характеризуется распределением влажности в мякоте винограда. За счет испарение влаги материал охлаждается что снижает скорость процесса сушки, это компенсируется за счет поддержания на заданном значений температуры винограда, путем подвода тепла оптимальным значением импульсного ИК- облучения.



Результаты теоретических исследований зоны конвективной ИК- сушки (рис.8) показывает, что для сушки винограда со средним диаметром $d = 8\text{мм}$ требуемым оптимальным значением плотности первого ИК- облучения является $q_1 = 1,15 \frac{\kappa Bm}{m^2}$ с продолжительностью 24 часа, соответственно второго ИК- облучения является $q_2 = 0,53 \frac{\kappa Bm}{m^2}$ с продолжительностью 48 часа, соответственно третьего ИК-облучения является $q_3 = 0,15 \frac{\kappa Bm}{m^2}$ с продолжительностью 72 часа и соответственно четвертого ИК- облучения является $q_4 = 0,01 \frac{\kappa Bm}{m^2}$ с продолжительностью 292 часа, . При такой обработке средняя значения температуры материала на выходе из зоны составляет $t_{\text{вых}} = 69,5^{\circ}\text{C}$. Соответственно для $d = 12\text{мм}$, имеем $q_1 = 1,5 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_2 = 0,7 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_3 = 0,35 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_4 = 0,05 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $t_{\text{вых}} = 69,26^{\circ}\text{C}$, для $d = 16\text{мм}$, имеем $q_1 = 2,3 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_2 = 0,8 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_3 = 0,45 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_4 = 0,12 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $t_{\text{вых}} = 68,39^{\circ}\text{C}$, для $d = 20\text{мм}$, имеем $q_1 = 3 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_2 = 0,9 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_3 = 0,55 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $q_4 = 0,2 \frac{\kappa Bm}{m^2}$, $t_{\text{вых}} = 68,81^{\circ}\text{C}$,

Теоретический анализ проведенных на компьютерных моделях, показывает возможность интенсификации процесса сушки виноградных материалов. Продолжительность процесса сушки может быть уменьшена до 12-14 сутки. Это является в настоящее время предельным, меньше этого времени при обычных условиях осуществить процесс нормальной сушки невозможно.

Для улучшения влаго проницаемости кожуры винограда могут быть использованы различные методы, в том числе кратковременное ИК-воздействие. Предлагаемые рекомендации были использованы при создании полупромышленной установки сушки винограда. Проведенные полупромышленные испытания показывают достоверность теоретических выводов и результатов исследования на компьютерной модели.

Литература

1. М.Т. Юсупов Исследование процесса распределения температуры при сушке винограда путем моделирования [Журнал]. - Москва : Пищевая промышленность, 2017 г.. - 10.
2. М.Т.Юсупов Моделирование технологического процесса сушки винограда на уровне рабочей камеры [Журнал]. - Москва : Universum: технические науки, 2017 г.. - 11(44).
3. Хомитжонович Бутаев. Элдорбек ЧЕГАРАЛАНМАГАН ТОР ТЕБРАНИШ ТЕНГЛАМАСИ УЧУН БОШЛАНГИЧ МАСАЛАНИ МАРЛЕ ДАСТУРИДА ЕЧИШ [Журнал]. - Ташкент :



SCIENTIFIC PROGRESS Scientific Journal, - 2021 г.. - г.. - ISSUE: 5стр. pp. 422-427. : Т. Volume: 1.

4. E.H.Butayev ALGORITMLAR TIZIMLI TAHLILI VA ULARNING TAKOMILLASHTIRISH [Journal] // ФАРФОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ И Л М И Й – Т Е Х Н И К А ЖУРНАЛИ / ed. ИНСТИТУТИ ФАРФОНА ПОЛИТЕХНИКА. - Fergana : ФАРФОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ И Л М И Й – Т Е Х Н И К А ЖУРНАЛИ, 2021 йил 7-12. - спец. вып. № 1 : Vol. Том 25.. - pp. 36-41.
5. Х Икромов Х. СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ [Журнал]. - Москва : Universum: технические науки., 2021 г.. - 83 : Т. №. 2-1 (83).