

Сиваков Д.М.

Научный руководитель – Никулин В.И., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Рассмотрен способ определения оптимального режима сушки яблочных выжимок в многозональном аппарате виброкипящего слоя. Предполагается, что сушилка непрерывного действия имеет четыре зоны, через которые последовательно проходит высушиваемый продукт. Выбор количества зон связан с предполагаемым использованием результатов исследования для модернизации серийно выпускаемой четырехзональной сушилки А1-ОГК. На основании изучения конкурирующих свойств оптимизируемого объекта в качестве критерия оптимизации принята величина удельной производительности по сухому продукту с единицы площади газораспределительной решетки. Это обусловлено тем, что при производстве пектина, имеющего высокую стоимость, сушка является лимитирующей операцией. Значение целевой функции при заданных начальном и конечном влагосодержании продукта будет зависеть от режимных параметров сушки в каждой из зон. К ним относятся температура сушильного агента на входе в зону t_{ax} , скорость воздуха на псевдоожигание v , удельная нагрузка по сухому продукту M_c/F_p . Зависимость влагосодержания и от продолжительности процесса τ аппроксимирована выражением

$$u = u_k \exp(-k\tau), \quad (1)$$

где k – коэффициент сушки, зависящий от параметров сушки, который определяется по следующей эмпирической формуле:

$$k = 2,5 \cdot 10^{-3} (G_c/F_p)^{0,33} (t + 14,24)(v + 2,25), \quad (2)$$

где (G_c/F_p) – удельная производительность по сухому продукту.

Особенностью рассмотренной задачи является то, что целевая функция не может быть непосредственно вычислена по значениям оптимизируемых переменных. В связи с этим предлагается следующий метод решения задачи оптимизации с применением штрафных функций. Ищем минимум следующей функции:

$$\Phi = -\left(\frac{G_c}{F_p}\right)_1 + \alpha \left\{ \left[\left(\frac{G_c}{F_p}\right)_1 - \left(\frac{G_c}{F_p}\right)_2 \right]^2 + \left[\left(\frac{G_c}{F_p}\right)_2 - \left(\frac{G_c}{F_p}\right)_3 \right]^2 + \left[\left(\frac{G_c}{F_p}\right)_3 - \left(\frac{G_c}{F_p}\right)_4 \right]^2 \right\}, \quad (3)$$

при варьировании влагосодержания на выходе из первой, второй и третьей зоны: u_1 , u_2 , u_3 . В формуле (3) $(G_c/F_p)_i$ – удельная производительность по сухому продукту, получаемая с i -той зоны, α – коэффициент определяющий весомость функции штрафа.

При минимизации целевой функции (3) учтены ряд ограничений, связанных с протеканием процесса. Так, должно быть выполнено условие сопряжения влагосодержаний на соседних зонах, согласно которому влагосодержание продукта на выходе из зоны совпадает с влагосодержанием на входе в следующую зону. Для получения высококачественного продукта его температура не должна превышать предельной температуры. Учитывая, что температура продукта при сушке в псевдоожиганном слое практически совпадает с температурой отработанного воздуха, имеет условие: $t_{отп} = 80$ °С. Исходя из условия стабильности псевдоожигания, также наложены ограничения на удельную нагрузку по продукту и скорость псевдоожигающего воздуха.

Поиск минимума был осуществлен численно по методу последовательного квадратичного программирования с помощью ЭВМ. В докладе приведены результаты оптимизации их анализ и обсуждение.