

Орлов А. Ю., Главатских Н. С.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДЕСТРУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СУШКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОДУКТОВ

Работа выполнена под руководством к.т.н., проф. Леонтьевой А. И.

ТГТУ, Кафедра, «Химические технологии
органических веществ»

Большинство термолабильных полупродуктов органических красителей, будучи подверженными тепловому воздействию, даже при достаточно низкой температуре, могут подвергаться деструкции с потерей концентрации целевого вещества, которая может достигать 20÷25%. В связи с этим важной является количественная оценка термохимических превращений, которые могут происходить с целевым компонентом при его тепловой обработке в процессе сушки.

Для получения количественных оценок термодеструктивных превращений целевого вещества при проведении процесса сушки органических полупродуктов необходимо провести сопоставление экспериментально полученной и расчетной зависимостей изменения концентрации целевого вещества во времени [1].

$$\Delta C_n(\tau) = C_n^{расч}(\tau) - C_n^{эксн}(\tau), \quad (1)$$

где $\Delta C_n(\tau)$ - убыль концентрации целевого вещества, $C_n^{расч}(\tau)$ и $C_n^{эксн}(\tau)$ - расчетная и экспериментально полученная зависимости изменения концентрации целевого вещества во времени.

При допущении, что $\Delta C_n(\tau)$ является монотонно возрастающей функцией, становится возможным применить к ее исследованию формализованный подход, позволяющий суммарно учесть все изменения, происходящие с целевым продуктом в процессе его сушки.

Для математического описания изменения во времени величины $\Delta C_n(\tau)$ предлагается применить функциональную зависимость вида

$$\frac{d}{d\tau}(\Delta C_n) = k_0^{разл} \cdot \exp\left(-\frac{E_a^{разл}}{RT}\right) \cdot (C_n^{эксн}(\tau))^{n_{II}}, \quad (2)$$

где $k_0^{разл}$, $E_a^{разл}$, n_{II} - обобщенные кинетические и энергетические характеристики процессов, приводящих к снижению концентрации продукта (константа скорости, энергия активация и порядок реакции).

Полученные экспериментальным путем данные аппроксимировались двухпараметрической функцией вида (2) с использованием методов статистической обработки многофакторного эксперимента и методов линеаризации показательной и экспоненциальной зависимостей [2, 3]. При этом, для изучения влияния температуры на скорость изменения концентрации основного вещества расчетные значения производной $d(\Delta C_n(\tau))/d\tau$ соотносились с температурой образца в процессе его сушки. Таким образом формировались данные на убыли целевого компонента в исследуемом температурном диапазоне. На рис. 1, 2 приведены экспериментальные данные, полученные при температуре сушильного агента 80°C и 160°C .

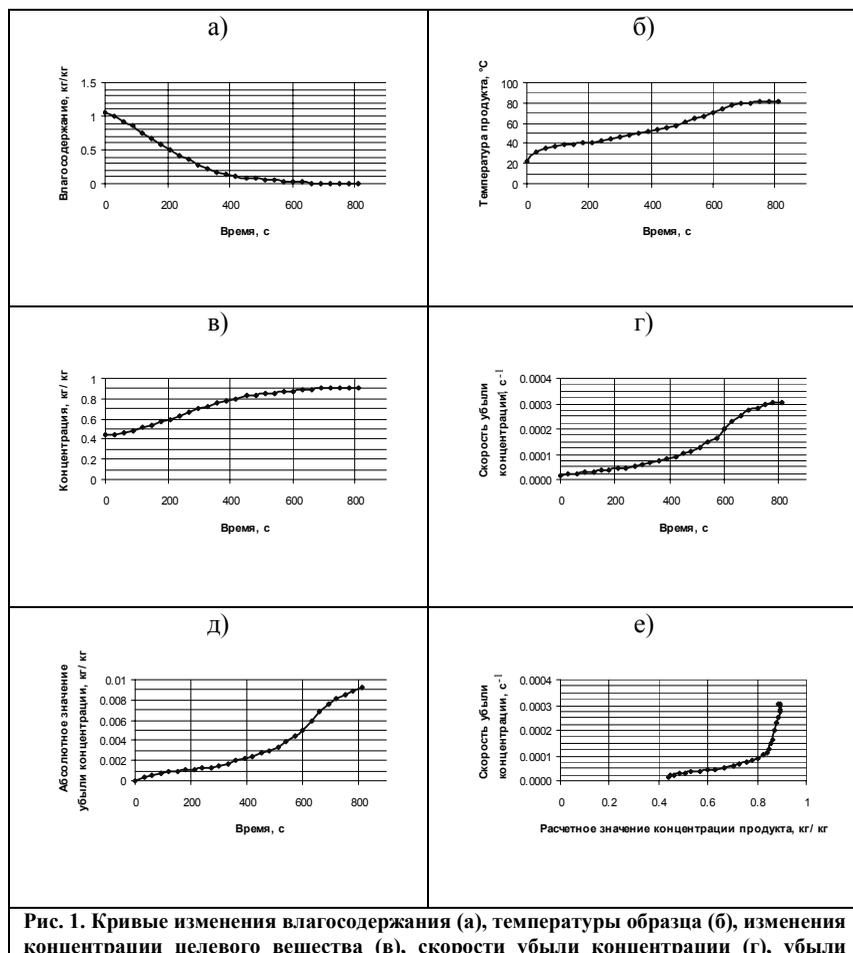


Рис. 1. Кривые изменения влагосодержания (а), температуры образца (б), изменения концентрации целевого вещества (в), скорости убыли концентрации (г), убыли

концентрации вещества (д), зависимость скорости убыли концентрации от расчетной концентрации (е) при сушке Гамма-кислоты на фторопластовой подложке в БЦС, скорость сушильного агента 7 м/с, температура сушильного агента 80°C

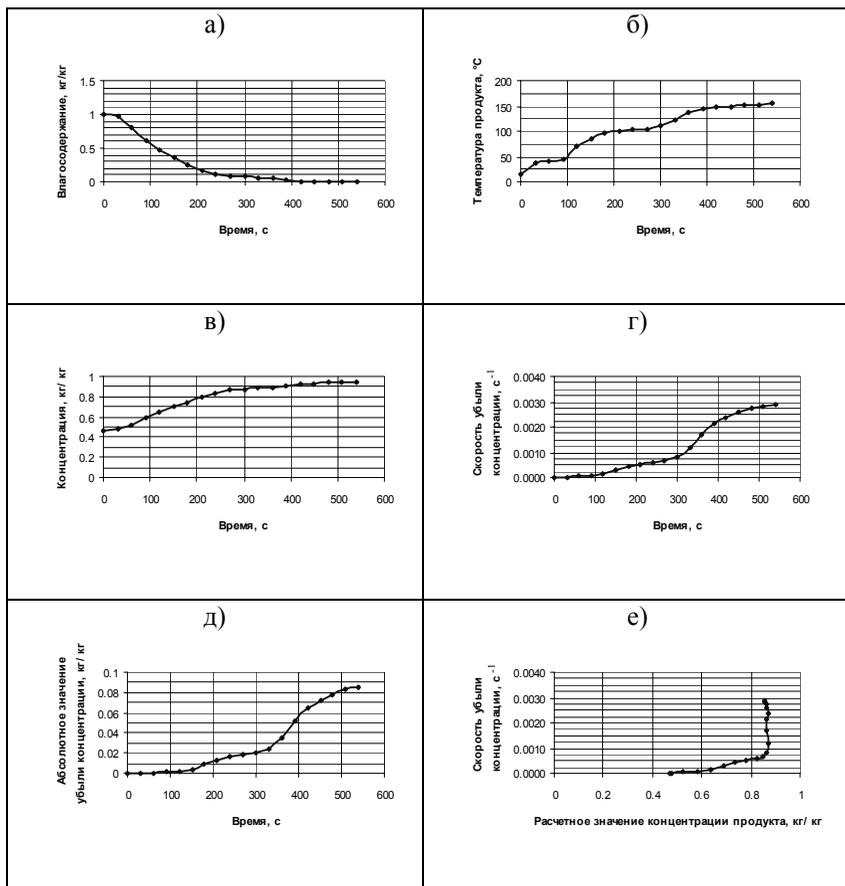


Рис. 2 Кривые изменения влагосодержания (а), температуры образца (б), изменения концентрации целевого компонента (в), скорость убыли концентрации целевого вещества (г), убыли концентрации вещества (д), зависимость скорости убыли концентрации от расчетного значения концентрации (е) при сушке Гамма-кислоты на фторопластовой подложке в БЦС, скорость сушильного агента 160 °С

Исследование процесса сушки Гамма-кислоты с точки зрения сохранения концентрации целевого компонента проводились на кафедре «Химическая инженерия» в большой циркуляционной сушилке (температура сушильного агента составляла 80°C, 100°C, 140°C и 160 °C, скорость

воздуха изменялась от 1,5 до 7,5 м/с.). Начальное влагосодержание продукта варьировали в пределах от 0,6 кг/кг до 12 кг/кг. В случае начального влагосодержания более 3,5 кг/кг, из-за большой подвижности суспензии, исследования возможно было провести только на сплошных фторопластовых подложках.

Проанализировав вышеприведенные зависимости можно прийти к следующим выводам

1. Зависимости, полученные при различных температурах аналогичны друг другу и различаются по абсолютным значениям

2. Повышение начальной температуры проведения процесса сушки Гамма-кислоты до 160 °С увеличивает скорость термодеструктивных процессов, но за счет сокращения общей продолжительности термического воздействия концентрация высушенной Гамма-кислоты оказывается выше.

С использованием методов математической обработки экспериментальных данных по сушке и термической устойчивости Гамма-кислоты было получено эмпирическое уравнение (3), позволяющее с точностью до 10,1 -11,4% рассчитывать скорость потери целевого вещества Гамма-кислоты в процессе ее сушки в исследованных диапазонах изменения технологических параметров.

$$C'_i = 169,974 \cdot (C_{расч_i})^{0,7113} \cdot \exp\left(\frac{-38,824 \cdot 1000}{8,31434 \cdot T_i}\right) \quad (3)$$

Численные значения величин k , n , E_d могут быть использованы в проектных расчетах оборудования для сушки, при выполнении оптимизации режимных параметров и времени сушки по условию максимального сохранения концентрации целевого компонента

Список использованной литературы

1. Орлов А.Ю., Главатских Н.С. Исследование термической устойчивости некоторых полупродуктов органических красителей в процессе их сушки // Сборник статей магистрантов по материалам научной конференции 15-17 февраля 2005 года. Выпуск I. Часть I. – Тамбов: ТОГУП «Тамбовполиграфиздат», 2005.– 144 с.

2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1971. – 496 с.

3. Кафаров В.В., Ветехин В.Н., Бояринов А.И. Программирование и вычислительные методы в химии и химической технологии. М.: Наука, 1972. – 487 с.