

*Н.В. Лукина, А.Н. Шикунов,
В.А. Набатов, Б.И. Манелюк*

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ
КОМПОЗИЦИЙ, ИМЕЮЩИХ В СВОЕМ СОСТАВЕ
НЕСКОЛЬКО КОМПОНЕНТОВ

Процессу сушки могут быть подвергнуты индивидуальные вещества и композиции, состоящие из нескольких компонентов и содержащие малые добавки молекулярно-активных веществ. В этом случае, а также при изменении порядка смешения композиции в процессе обработки возможно протекание разнообразных параллельных процессов в изучаемой системе.

В зависимости от выбранных компонентов могут проявиться различные свойства, зависящие от характера межмолекулярного взаимодействия компонентов. В данной работе исследовали водные растворы NaCl и карбамида с добавками различных ПАВ. Они представляют интерес как модельные аналоги ряда производств полупродуктов и красителей.

Исходные растворы для проведения эксперимента готовили по следующей методике. В стеклянный стакан объемом 250 мл загружали 70 мл воды и включали магнитную мешалку ММ-5. Затем загружали 25 г соли и продолжали перемешивание реакционной массы в течение 10 мин. Далее в раствор загружали 5 г карбамида, полученную композицию перемешивали в течение 10 мин и сушили при температуре 120 °С. Во всех опытах скорость сушильного агента составляла 5 м/с. Полученные результаты представлены на рис. 1 – 3. В процессе получения композиций изменяли порядок смешивания компонентов. В качестве ПАВ применяли Этамон-ДС (ЭДС), Диспергатор НФ (ДНФ) и Синтаид-5 (С-5) [1]. Концентрация ПАВ во всех случаях составляла 0,25 %. Состав и порядок смешивания компонентов композиций представлен в табл. 1.

Композиция	Порядок смешивания компонентов					
	H ₂ O	NaCl	Карбамид	ЭДС	ДНФ	С-5
1А	1	2	3	–	–	–
1Б	1	3	2	–	–	–
Б1	1	4	3	2	–	–
Б3	1	4	3	–	–	2
Б4	1	4	2	3	–	–
Б6	1	4	2	–	–	3

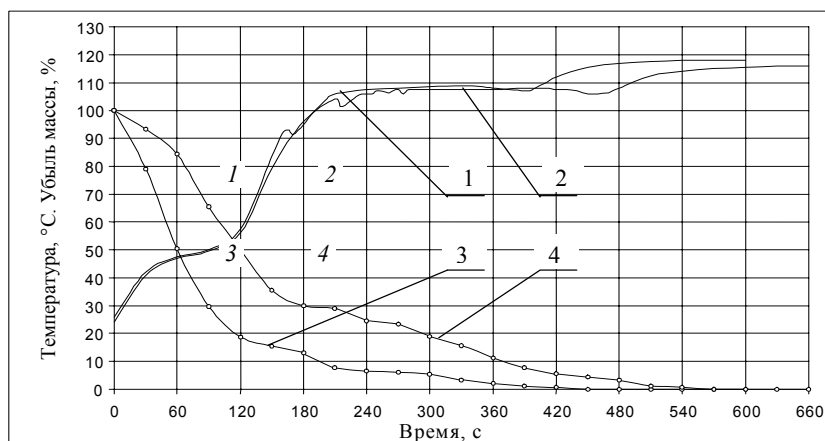


Рис. 1 Кинетические кривые сушки композиций Б1 (1, 3) и Б4 (2, 4)

При изучении кинетики сушки в процессе эксперимента фиксировались изменения температуры и убыли массы образца [2, 3].

Как следует из данных рис. 1, до момента времени 150 с изменение температуры в обоих случаях практически одинаково, что подтверждается интерполяционными уравнениями (1) и (2), описывающими изменение температуры во времени.

Композиция Б1:

$$T = \exp(6,39 \cdot 10^{-3}\tau + 3,41). \quad (1)$$

Композиция Б4:

$$T = \exp(6,12 \cdot 10^{-3}\tau + 3,41). \quad (2)$$

При этом убыль массы во времени при сушке композиций состава Б1 и Б4 сильно различаются.

Можно сделать вывод, что в данном случае именно кинетические температурные кривые, описываемые уравнениями (1) и (2), являются реперными, позволяющими провести сравнительную оценку раулевых свойств композиций Б1 и Б4 (кинетический тип II).

Действительно, из рис. 1 видно, что при сушке композиций составов Б1 и Б4 в первом и в начале второго периодов убыль влаги происходит с различной скоростью при одинаковой температуре. Переход молекул воды из жидкой в газообразную фазу является эндотермическим процессом, т.е. требует затрат энергии. В нашем случае этот эндотермический процесс не отражается на температурной кривой 1 композиции Б1. Следовательно, молекулы воды композиции состава Б1 имеют большую подвижность (энергию), чем молекулы воды состава Б4, т.е. раствор Б1 характеризуется большим положительным отклонением свойств от закона Рауля в сравнении с составом Б4.

Как следует из данных рис. 2, убыль массы во времени в этом случае происходит примерно с одинаковой скоростью. Этот вывод подтверждается интерполяционными уравнениями (3) и (4), описывающими убыль массы во времени.

Композиция Б3:

$$W = 1,7 \cdot 10^{-3}\tau^2 - 837,58 \cdot 10^{-3}\tau + 101,89. \quad (3)$$

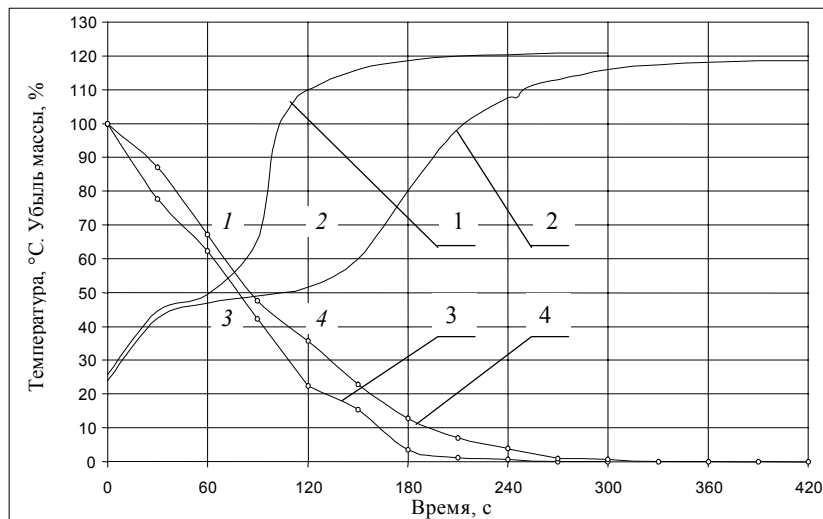


Рис. 2 Кинетические кривые сушки композиций Б3 (1, 3) и Б6 (2, 4)

Композиция Б6:

$$W = 1,22 \cdot 10^{-3} \tau^2 - 713,0 \cdot 10^{-3} \tau + 103,41. \quad (4)$$

При этом изменения температуры во времени при сушке композиций составов Б3 и Б6 сильно различаются.

Очевидно, что в этом случае кривые убыли влаги, описываемые уравнениями (3) и (4), являются реперными, позволяющими провести сравнительную оценку раулевых свойств композиций Б3 и Б6 (кинетический тип III).

Данные рис. 2 и уравнения (3) – (4) позволяют сделать вывод, что растворы составов Б3 и Б6 характеризуются практически одинаковыми отклонениями свойств от закона Рауля. При этом отклонения свойств растворов не зависят от концентрации или изменяются с концентрацией в одинаковой степени. Можно сделать вывод, что природа экзотермического процесса, наблюдаемого в случае сушки композиций состава Б3, не связана с раулевыми свойствами раствора.

На рис. 3 представлены результаты сушки композиций, не содержащих ПАВ. Они также отличаются только порядком загрузки компонентов (табл. 1). Изменение порядка загрузки приводит к уменьшению времени сушки в случае композиции 1А примерно в 2 раза.

Анализируя результаты, представленные на рис. 1 – 3, можно сделать вывод, что различный порядок загрузки и состав композиции, по-разному влияет на собственную структуру воды [4, 5]. Это приводит к изменению подвижности молекул воды и раулевых свойств растворов. Положительные отклонения приводят к увеличению скорости сушки и, соответственно, к уменьшению продолжительности процесса.

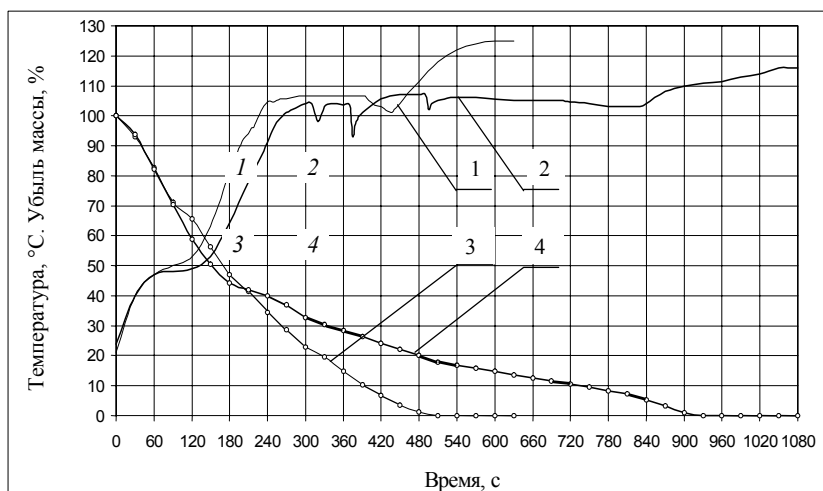


Рис. 3 Кинетические кривые сушки композиций 1А (1, 3) и 1Б (2, 4)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Поверхностно активные вещества : справочник / под ред. А.А. Абрамзона, Г.М. Гаевого. Л. : Химия, 1979. 375 с.
- 2 Пахомов, А.Н. Кинетика сушки дисперсий на твердых подложках : дис. ... канд. техн. наук / А.Н. Пахомов. Тамбов, 2000. 225 с.
- 3 Утробин, А.Н. Кинетика сушки и микрогранулирования продуктов аналино-красочной промышленности при наличии химических превращений (на примере оптических отбеливателей) : дис. ... канд. техн. наук / А.Н. Утробин. Тамбов, 2003. 239 с.

4 Лященко, А.К. Действие полярных молекул на воду. Мочевина и тиомочевина как нарушители структуры воды / А.К. Лященко, В.С. Харькин, П.С. Ястремский, А.С. Лилеев // Журнал физической химии. 1982. № 11. С. 2777 – 2782.

5 Крестов, Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах / Г.А. Крестов. Л.: Химия, 1984. 271 с.

Кафедра «Химическая инженерия»