

УДК 543.226:664.1.034

Профессор Ю.И. Шишацкий, доцент Е.С. Бунин,
аспирант Е.И. Голубятников,
(Воронеж.гос. унив.-т.инж. технол.) кафедра промышленной энергетики,
тел. (473) 279-98-22

доцент И. В. Кузнецова
(Воронеж.гос. унив.-т.инж. технол.) кафедра неорганической химии и химической
технологии, тел. (473) 296-03-25

Исследование форм связи влаги со свекловичным жомом методом неизотермического анализа

Проведены исследования форм связи влаги с материалом в свекловичном жоме с последующей оценкой массы кинетически неравновесных молекул воды в продукте методом неизотермического анализа.

With thermal analysis studied the character of moisture connection with definition of sections, on which changes composing sugar beet press components at rising in temperature is realized.

Ключевые слова: свекловичный жом, формы связи влаги, неизотермический анализ.

Сушка влажных материалов является одновременно и теплофизическим и технологическим процессом, в котором воедино связаны процессы переноса тепла и массы. При этом меняются структурно-механические, физико-химические, биохимические и другие свойства высушиваемого материала. Поэтому только правильная научно обоснованная организация процесса сушки может гарантировать получение материала с нужными технологическими свойствами при достаточной интенсивности сушки и минимальных энергозатратах.

Одной из важнейших стадий технологического процесса подготовки свекловичного жома для производства пектина и пищевых волокон является сушка. В процессе сушки температура материала не должна превышать 80-85°C. Поэтому от режима сушки зависят качественные показатели готовой продукции.

Важное значение имеет углубление представлений о формах и видах связи влаги с материалом, причем развитие этих представлений следует проводить с учетом молекулярной структуры воды на основе анализа изменения её свойств при взаимодействии с сухим веществом материала.

Для эффективной реализации процесса сушки жома необходимо изучить характер связи влаги с определением участков, на которых осуществляется преобразование веществ при повышении температуры.

Дифференциально-термический анализ эффективно используется для получения информации о кинетике процесса термолитиза различных пищевых продуктов. Задача оценки реакционной способности и определения кинетических параметров может быть решена на основе построения надежных кинетических моделей, отражающих особенности реализации процесса сушки капиллярно-пористых тел, к которым относится свекловичный жом, во времени.

Экспериментальное исследование форм связи влаги в образцах свекловичного жома осуществлялось методом неизотермического анализа на дериватографе TGA/SDTA 851 фирмы METTLER TOLEDO. Нагрев навески массой 26,8831 мг производился в воздушной атмосфере от 30 до 1000 °C в кварцевом тигле. Количественную оценку форм связи влаги в материале выполняли по экспериментальным зависимостям изменения массы образца TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG (рис. 1), полученным методом термогравиметрии [3]. Дериватограмма жома имеет характерную температуру ступеней дегидратации, деструкции веществ и температурные интервалы устойчивости промежуточных соединений, определяемые пиками эндотермических эффектов, сопровождающихся испарением влаги и отделением газообразных фракций [1].

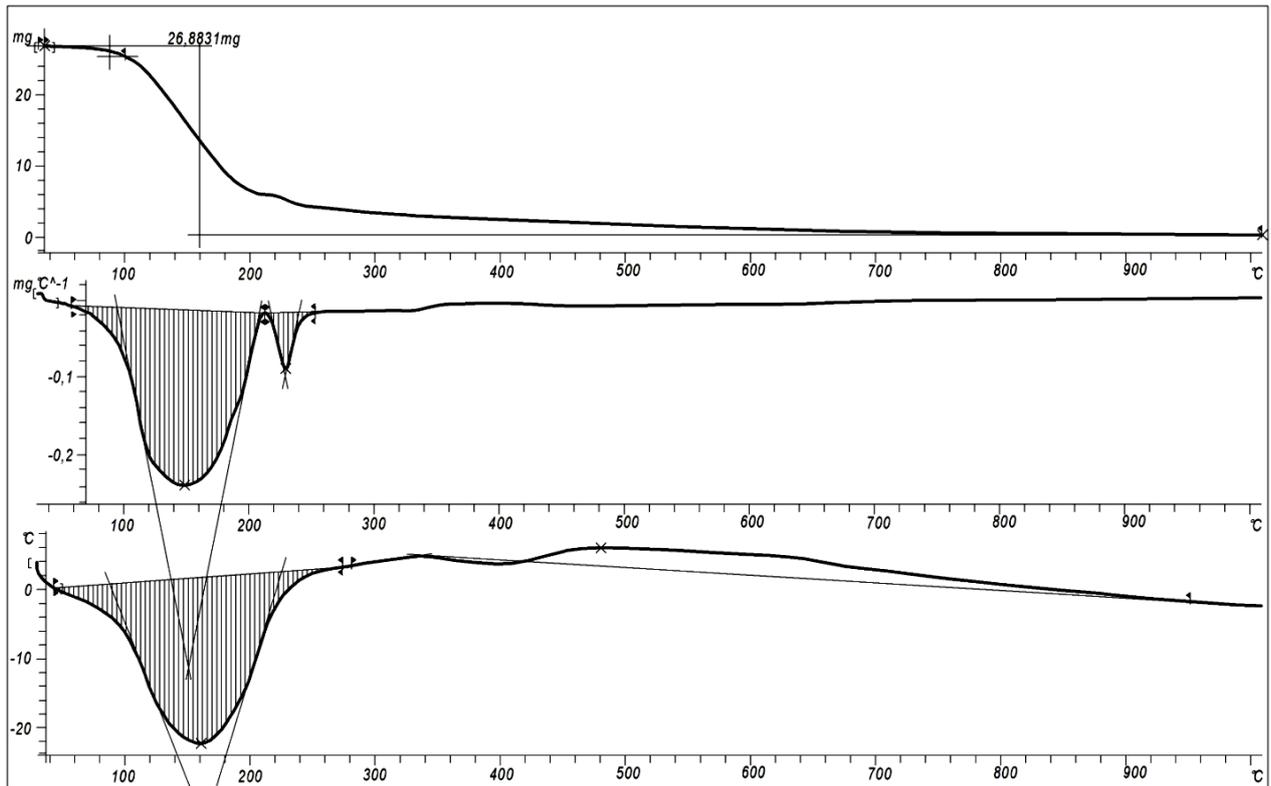


Рис. 1. Экспериментальные зависимости изменения массы TGA, скорости изменения массы DTG и скорости изменения температуры DTA образца свекловичного жома

В процессе нагрева образцов наблюдалось монотонное уменьшение массы (кривая TGA), потеря массы начинается с температуры 60°C и заканчивается при 700°C. Кривая DTG зависимости скорости изменения массы характеризуется двумя пиками: первый – 89,31 °C - 199,55 °C (362,31 К - 472,55 К), второй – 211,95 °C - 240,46 °C (484,95 К - 513,46 К), что свидетельствует о двух процессах, сопровождающихся потерей массы: первый – дегидратация, второй – деструкция (возможно разложение углеводов и др.). Зависимость скорости изменения температуры DTA характеризуется значительным эндотермическим эффектом в интервале температур 89,31 °C - 225,15 °C, который соответствует максимальной скорости разложения материала и сопровождается интенсивной потерей массы образца.

Оценка массы кинетически неравноценных молекул воды в материале осуществлялась по экспериментальным кривым TGA методом неизотермического анализа [2]. Участок кривой изменения массы TGA, соответствующий процессу дегидратации (рис. 2) в интервале температур 89,31 °C - 199,55 °C преобразуется в зависимость степени превращения α вещества от температуры T .

На кривой TGA находят изменение массы Δm_i к общему количеству воды Δm_{\max} :

$$\alpha = \frac{\Delta m_i}{\Delta m_{\max}}, \quad (1)$$

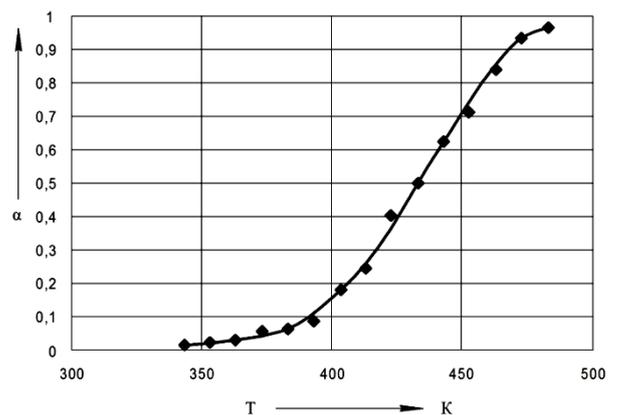


Рис. 2. Зависимость степени превращения α вещества от температуры T при нагревании со скоростью подъема температуры 10 К/мин

Полученная зависимость степени превращения α вещества от температуры T (рис. 2) имеет вид, отражающий сложный характер взаимодействия воды и сухих веществ свекло-

вичного жома, и предполагает разную скорость дегидратации.

Рассмотрим более подробно виды связи влаги в исследуемом жоме. На кривой зависимости ($-lg\alpha$) от величины $1000/T$ (рис. 3) определены участки, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой связи.

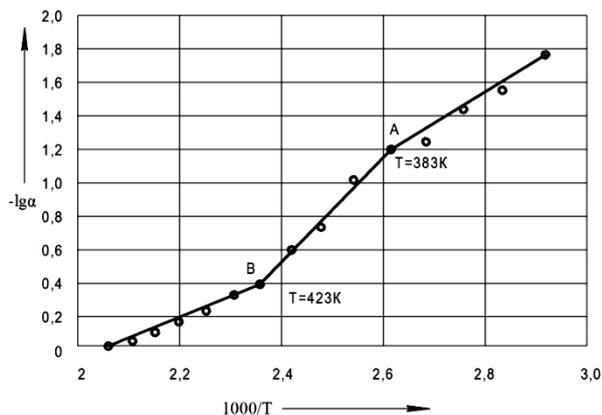


Рис. 3. Зависимость $-lg\alpha$ от величины $10^3/T$ при нагревании исследуемого образца жома со скоростью подъема температуры 10 К/мин

При нагревании до температуры 110 °С (383 К) (точка А на графике) происходит удаление физико-механической и осмотически связанной влаги; при дальнейшем нагревании до температуры 150 °С (423 К) (точка В на графике) удаляется адсорбционная влага; свыше 150 °С (423 К) завершается удаление сильно связанной адсорбционной влаги, гидратирующей активные группы сухих веществ. Наибольшая скорость удаления влаги соответствует 150 °С (рис 1). Наибольшая потеря массы происходит на второй и третьей ступени (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Кинетика дегидратации свекловичного жома

Номер ступени дегидратации	$\Delta T, K$	$\Delta\alpha$	Массовая доля удаляемой воды, %
1	362,31-383,00	0-0,0656	6,5
2	383,00-423,00	0,0656-0,462	40,6
3	423,00-472,55	0,462-1,0	52,9

Структурные изменения в жоме при терморазложении приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Структурные изменения в жоме при терморазложении

Структурные изменения	Температурные характеристики T, К
Извлечение основной массы влаги	362,31-472,55
Начало деструкции веществ	484,95

Приведенный анализ полученных данных позволил выделить периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ при термическом воздействии на свекловичный жом, а также выявить температурные зоны, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией связи, что позволяет обосновать выбор рациональных режимных параметров процесса сушки жома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев, А. П. Пищевая химия [Текст] / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
2. Котова, Д. Л. Термический анализ ионообменных материалов [Текст] / Д. Л. Котова, В. Ф. Селеменев. – М.: Наука, 2002. – 156 с.
3. Уэндландт, У. Термические методы анализа [Текст] / У. Уэндландт. – М.: Мир, 1978. – 526 с.

REFERENCES

1. Nechaev, A. P. Food chemistry [Text] / A. P. Nechaev, S. E. Traubenberg, A. A. Kochetkov. – St.P.: GIORD, 2001. – 592 p.
2. Kotova, D. L. Thermal analysis of ion-exchange materials [Text] / D. L. Kotova, V. F. Selemenев. – M.: Nauka, 2002. – 156 p.
3. Uendlandt, W. Thermal methods of analysis [Text] / W. Uendlant. – M.: Mir, 1978. – 526 p.