637.023: 637.143

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СУХОЕ ЦЕЛЬНОЕ МОЛОКО В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Л.В. ПЕТРОВА, С.В. ПЕТРОВА

Омский государственный аграрный университет

При производстве сухих молочных продуктов предпочтительное распространение получила распылительная сушка. Этот способ имеет ряд недостатков: в ходе технологического процесса в местах подачи сушильного агента может образоваться пригар молочного продукта, а в отложениях на внутренних поверхностях сушильного оборудования молочный порошок подвергается длительному тепловому воздействию. В случае попадания его или пригара в общую массу готового продукта происходит снижение качественных показателей последнего. Продукт в отложениях может самовозгораться, что способствует развитию пожара. Это связано с тем, что, во-первых, развивающиеся в отложениях процессы остаются скрытыми довольно продолжительное время, во-вторых, температурные датчики, предназначенные для регистрации загорания, срабатывают слишком поздно, когда в сушилке уже развивается пожар.

Цель данной работы – изучение изменений, происходящих с молочным порошком под воздействием тепла, и определение признаков их проявления в процессе сушки.

Экспериментальные исследования по изучению процесса разложения сухого молочного продукта под воздействием тепла – термодеструкции – основаны на гравиметрическом, дифференциально-термическом и хроматографическом методах анализа. В качестве объектов исследования использованы жиросодержащие продукты, контролем в некоторых случаях служило сухое обезжиренное молоко.

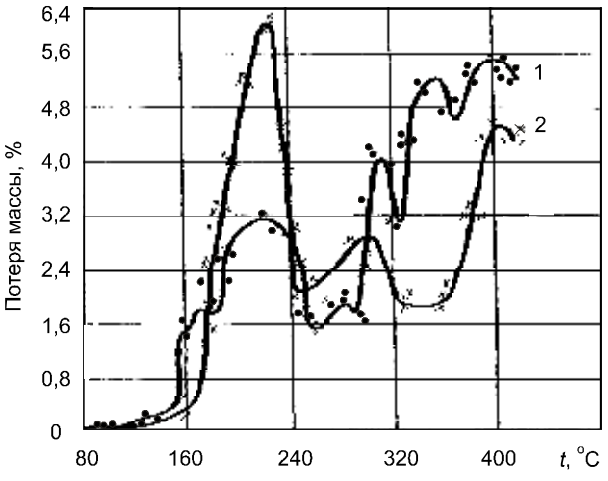


Рис. 1

Гравиметрические исследования проводили при линейном и изометрическом режиме.

Термодеструкция рассмотрена на примере молочных основ (МО) Малыш и Малютка. На рис. 1 графически показана кинетика газовыделений МО (*1* – Малыш, *2* – Малютка) в условиях линейного повышения температуры. Кривые характеризуют последовательность процесса разложения с четко выраженными максимумами.

Наличие нескольких максимумов свидетельствует, что образование газообразных продуктов связано с несколькими последовательными разрывами связей, отличающихся величиной энергии связи.

Первый максимум для обоих продуктов находится в интервале 200–220°С, причем для МО Малютка выход газообразных веществ больше, чем для МО Малыш. При следующем максимуме (300–400°С) активнее разлагается МО Малыш, по-видимому, спекание остатка декстрин-мальтозы затормаживает термодеструкцию МО Малютка. Кроме того, более высокое содержание жиров в МО Малыш дает большой выход газов.

Суммарное количество выделившихся газов в интервале до 400°С для МО Малютка, Малыш и для контроля составляет 63,8, 67,2 и 55,8% соответственно.

Дериватографическими исследованиями установлено, что самый значительный по величине максимум скорости для исследуемых продуктов находится в интервале 300–400°С [1]. Нарастание скорости происходит в течение короткого времени, исчисляемого минутами. Можно полагать, что высокая экзотермичность процессов будет способствовать воспламенению продукта. Так как на практике молочный порошок длительное время находится под воздействием тепла, опасность воспламенения перемещается в зону более низких температур, тем более, что начало экзотермических превращений соответствует 250°С.

В процессе хроматографического анализа газообразной фракции, выделившейся при разложении сухих молочных продуктов, определены температуры, при которых появляются ее отдельные компоненты: диоксид углерода, акролеин, оксид углерода, метан, этилен, пропан, пропилен и этан – соответственно 120, 158, 170, 190, 200, 200, 200 и 230°С. Анализ газообразных продуктов разложения МО Малютка на оксиде алюми-

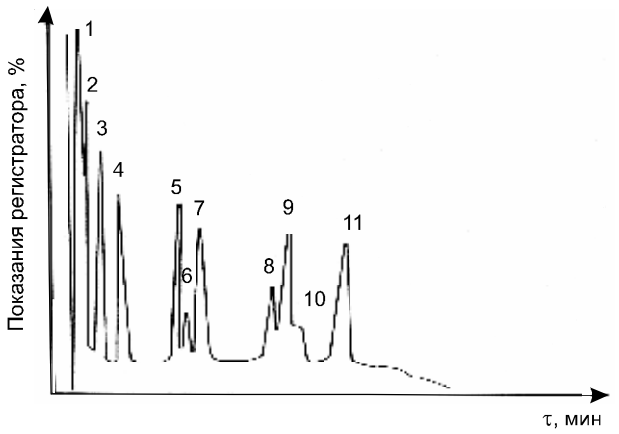


Рис. 2

ния показан на рис. 2 (*1* – этан, *2* – этилен, *3* – пропан, *4* – пропилен, *5* – изобутан, *6* – *н*-бутан, *7* – изобутилен, *8* – *н*-бутилен, *9* – *н*-пентан, *10* – изопентан, *11* – дивинил).

Из анализа качественного состава газовой фракции следует, что один и тот же компонент может появляться на различных стадиях разложения продуктов. Так, образование диоксида углерода при 120°С протекает в основном за счет богатых кислородом термически менее устойчивых связей, что, вероятно, связано с декарбоксилированием соответствующих групп. Значительное увеличение выхода диоксида при высоких температурах дает основание предположить, что образование его связано с протеканием вторичных процессов (пиролизом парогазовых продуктов), термическим распадом высокомолекулярных фракций твердого остатка или окислительными процессами.

Количественный расчет газовой фракции показывает, что основным компонентом является диоксид углерода, доля которого составляет до 80%. В составе выделяющихся газов содержание оксида углерода 8,5–9,64%, а суммарный выход углеводородов для контроля, МО Малютка и Малыш составляет 10,7; 11,12 и 11,37% соответственно.

Проведенные исследования определили значимость каждого компонента или групповых составляющих для обнаружения пожароопасной ситуации в сушильной установке.

Оценка степени пожарной опасности сушильной установки по содержанию диоксида углерода в ее объеме ненадежна. Это соединение в атмосферном воздухе и объеме сушильного оборудования присутствует в количестве 0,5%. Температура появления диоксида углерода при разложении сухих молочных продуктов 120°С. В случае нарушения технологического режима сушки возможно повышение содержания диоксида углерода, но это будет сигнал об отклонении от температурного режима. Для обнаружения загорания по диоксиду углерода необходимо, чтобы его концентрация была превышена в 2 раза по сравнению с атмосферной. Это потребует такого количества, например, пропана, которое обеспечит значительное повышение температуры отработанного воздуха. В связи с этим использование диоксида углерода в качестве признака загорания будет равносильно лишь температурному фактору, что используется в настоящее время для сушильного оборудования.

Оксид углерода выделяется при разложении сухих молочных продуктов при температуре 170°С. Учитывая, что содержание его в окружающем воздухе достигает 50 ppm (1 ppm соответствует одной объемной миллионной доли), а температура его выделения находится в области режимных температур сушки, сигнал о повышении его концентрации в контролируемом объеме также свидетельствует об отклонении от технологического режима сушки.

Была рассмотрена возможность оценки пожарной опасности сушильного оборудования по появлению углеводородов, состав которых в газовой фракции продуктов разложения разнообразен. Суммарный выход углеводородов составляет 11% при разложении сухих молочных продуктов и относится к активной стадии разложения, характеризуемой высокой скоростью и быстротечностью процесса. Кроме того, выделение углеводородов при нагреве сухих молочных продуктов – характерный признак глубокого термического разложения, что несовместимо с нормальным технологическим режимом получения биологически полноценного продукта. Это также подтверждает достаточную надежность и правильность выбора признака, который однозначно характеризует возникновение пожарной ситуации в сушильном оборудовании при отсутствии явных признаков возгорания [2].

Разработана инструментальная методика измерения содержания горючих веществ в газовом фоне сушилки, суть которой в непрерывном измерении содержания горючих веществ в отработавшем воздухе и сравнении показаний с некоторым уровнем, принятым за нулевой. Изучен газовый фон сушильных установок ЦТ-300 и Ниро-Атомайзер-1650. Анализ проводили для условий нормального процесса сушки и при имитации загорания. В качестве чувствительного элемента использован ионизационно-пламенный детектор. Запись сигнала загорания (имитация) отчетливо видна на

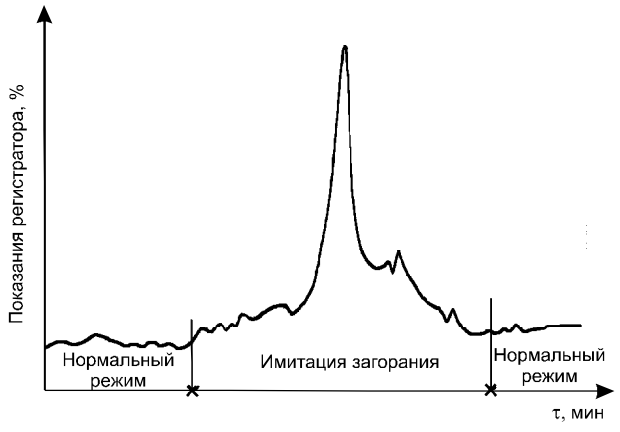


Рис. 3

фоне нормального протекания процесса сушки в Ниро-Атомайзер-1650. Имитация загорания 300 г сухого цельного молока представлена на рис. 3.

На основании полученных результатов сделан вывод о возможности прогнозирования по содержанию продуктов деструкции пожарной опасности процесса сушки, что позволяет принять меры технологического характера, а в случае устойчивого нарастания уровня горючих веществ – противопожарные меры.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Петрова Л.В., Харитонов В.Д.** Пожарная безопасность процесса сушки молочных продуктов. – Омск, 2003. – 128 с.

2. **Петрова Л.В.** Разработка метода обнаружения ранней стадии загорания молочного порошка в распылительных установках // Юбил. сб. науч. тр. – Омск, 2002. – С. 48–55.

Кафедра оборудования предприятий молочной промышленности

Поступила 03.08.05 г.

664.1.035.1

ЭКСТРАКЦИЯ САХАРОЗЫ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОЙ СТРУЖКИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫМ ЭКСТРАГЕНТОМ

В.А. ЛОСЕВА, И.В. КВИТКО

Воронежская государственная технологическая академия

Экстрагирование сахарозы из свекловичной стружки в значительной степени определяет эффективность свеклосахарного производства, поскольку успешное проведение процесса диффузии способствует получению высокого выхода сахара и снижению его потерь. Способ подготовки воды для экстрагирования сахарозы также влияет на качественные и количественные параметры работы диффузионных установок и сказывается на основных технико-экономических показателях завода [1].

Кроме реализации потенциальных возможностей традиционного способа получения диффузионного сока совершенствование процесса извлечения сахарозы может осуществляться с помощью новых методов подготовки стружки и экстрагента, например, электроэкстрагирования [2], обработки воды электрокоагуляцией [3], электрохимической активации [4].

Способ электрохимической активации (ЭХА) состоит в безреагентном экологически чистом изменении кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных свойств водных растворов – pH, окислительно-восстановительного потенциала, поверхностного натяжения, диэлектрической проницаемости, электропроводности.

Нами проведены исследования по применению ЭХА водных растворов на стадии экстракции сахарозы из свекловичной стружки. Изучено влияние pH ЭХА экстрагента и температуры экстракции на качество диффузионного сока. Значения pH экстрагента достигались путем электрохимической активации его в активаторе Эсперо с введением в анодную зону активатора соли $(NH_4)_2SO_4$ в количестве 0,028% к массе воды. Для обеззараживания стружки перед диффузией ее опрыскивали полученным анолитом с pH 3,5.

Введение анолита ингибирует клеточное дыхание свекловичной массы и подавляет активность сопутствующей микрофлоры. Эффективность этого воздействия такова, что позволяет обходиться без операции ошпаривания стружки и проводить экстракцию при более низкой температуре (55–67°C).

Анолит, применяемый в качестве экстрагента, воздействует на мембрану свекловичной клетки, повышая ее проницаемость для сахарозы и снижая для несахаров. Кроме того, обеззараживающий эффект анолита, приготовленного на сульфате аммония, формируется за счет окислителей на основе кислорода и озона без участия окислов хлора, что значительно повышает экологическую чистоту процесса.

При проведении исследований применяли ротатабельный метод планирования эксперимента, позволяющий получить наиболее точное математическое описание процессов [5].

В качестве изменяемых параметров при исследовании процесса диффузии выбраны pH электрохимически активированной воды, подаваемой на диффузию, и температура диффузионного процесса (t), а в качестве функций отклика – чистота диффузионного сока (Ч), содержание белка в диффузионном соке (q) и содержание пектиновых веществ (П).

В табл. 1 приведены основные характеристики плана эксперимента при исследовании процесса диффузии с использованием ЭХА воды.

Таблица 1

Условия планирования	Пределы изменения факторов	
	pH экстрагента	t диффузии, °C
Основной уровень	6,00	65,0
Интервал варьирования	2,00	10,0
Верхний уровень	8,00	75,0
Нижний уровень	4,00	55,0
Верхняя «звездная» точка	8,83	79,1
Нижняя «звездная» точка	3,17	50,9

Результаты исследований обработаны в соответствии с методикой [3]. Уравнения регрессии имеют вид