

Электрогидравлическая обработка ткани сахарной свеклы: коэффициент диффузии сахарозы в зависимости от режима обработки

Ю.В. СЛИВА, канд. техн. наук
 Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
И.В. ПОПОВА, канд. техн. наук, **Л.М. МАЗУР**, канд. хим. наук, **Т.С. КОС**, канд. техн. наук
 Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

Коэффициент диффузии (КД) – важная расчетная величина. Он необходим для того, чтобы рассчитать, проанализировать процесс экстракции и выявить массообменные характеристики и их зависимости от способа подготовки стружки, температуры и времени экстрагирования.

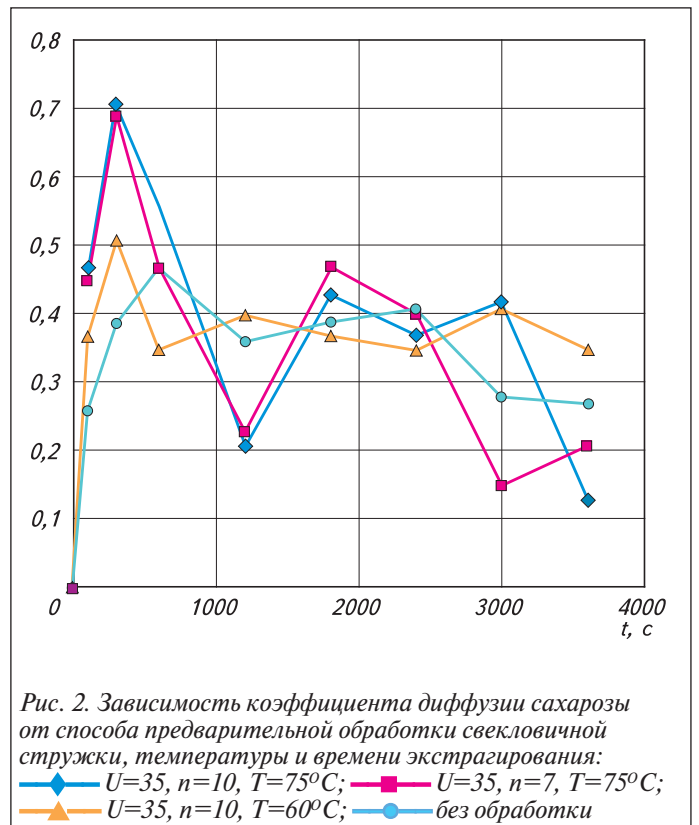
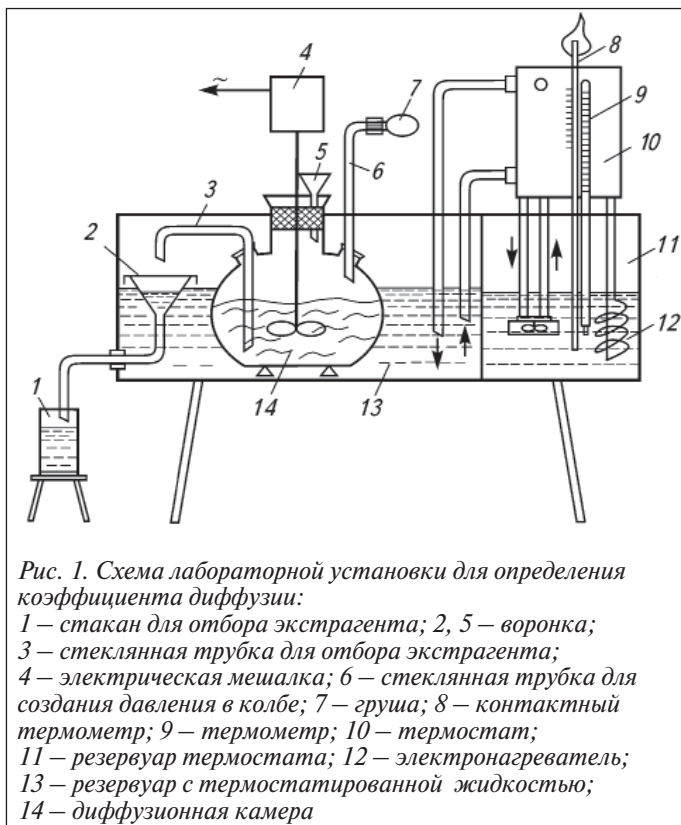
Определение КД позволяет изучить механизм протекания процесса и влияние различных факторов на проницаемость свекловичной ткани для сахарозы и несахаров. Согласно проведенному лите-

ратурному анализу относительно методик определения КД, нами была использована методика Н.С. Карповича [2, 3]. На рис. 1 показана схема лабораторной установки для определения коэффициента диффузии.

В качестве рабочей диффузионной камеры 14 выбрана стеклянная круглодонная колба емкостью 1 дм³. Рабочая камера помещена в резервуар с термостатированной жидкостью 13, нагрев и поддержание температуры которой происходит за счет термостата 11.

Для обеспечения непрерывного движения экстрагента относительно измельченной ткани сахарной свеклы в колбу вмонтировали электрическую мешалку 4, которая может двигаться со скоростью 400 об/мин.

Сахарная свекла, предварительно хорошо вымытая и высушенная, измельчалась на лабораторной свеклорезке. Часть стружки анализировали на содержание сахара в клеточном соке, оставленную стружку смешивали с дистиллированной водой в соотношении



1:3 и подвергали электрогидравлической обработке в рабочей камере лабораторной установки в опытном режиме. Согласно опытным данным, режим обработки был следующим: напряжение 35 кВ, количество импульсов 7–10. После обработки стружку отделяли от жидкости и на технических весах взвешивали 8–10 навесок по 60 г. Первая навеска вносилась в рабочую диффузионную камеру 14, а другие – в эксикатор для хранения.

Диффузионная камера 14 помещалась в резервуар с термостатированной жидкостью 13 (с температурой экстрагирования 60°C и 75°C) и соединялась с электрической мешалкой 7. При проведении исследований необходимо создать такие условия, которые бы обеспечивали максимальную массотдачу и снижение до минимума внешнего диффузионного сопротивления. При этом критерий $Vi > 100$. Этим условиям мы и достигали путем интенсивного перемешивания смеси стружки с экстрагентом с помощью электрической мешалки.

Через воронку 5 заливался отделенный от стружки после ЭГО экстрагент в количестве 180 см³, который был предварительно нагрет до температуры экстракции. Момент введения в колбу экстрагента отмечался как начало опыта, а при освобождении рабочей камеры от экстракционной жидкости – как конец. Через 5 мин опыт прекращали. Свекловичную стружку и экстракционную жидкость отделяли и охлаждали. Со стружки снимали остаточную жидкость с помощью фильтровальной бумаги и на прессе из нее отжимали сок. Полученную экстракционную жидкость и сок из стружки анализировали на содержание сахарозы, согласно методике [1]. Концентрация сахарозы определялась поляриметрическим методом. Диффузионную камеру мыли водой и высушивали. Затем помещали в нее следующую на-

веску свекловичной стружки, которая сохранялась в эксикаторе, заливали экстрагентом и вели процесс, аналогично предыдущему исследованию, увеличивая время экстрагирования 5–10 мин. Общее время экстрагирования составило 60 мин. Согласно полученным данным, строили экстракционные кривые.

Для вычисления коэффициента диффузии сахара в свекловичной стружке необходимо было иметь данные о начальных и конечных концентрациях сахара в стружке и экстрагенте, время процесса, приведенный радиус стружки и соотношение фаз между стружкой и экстрагентом. Приведенный радиус стружки определялся по таблицам, представленным в работе [3], длина 100 г стружки измерялась по методике [3].

Для расчета коэффициентов диффузии при $Vi=100$ мы воспользовались программой, которая была разработана [5] для ЭВМ. Программа реализуется с помощью программной среды «Turbo Basic». На рис. 2 графически изображены среднеинтегральные значения расчетов за 60 мин.

Во всех случаях наблюдается изменение коэффициента диффузии в зависимости от времени экстрагирования и способа предварительной обработки стружки свеклы перед экстрагированием. Характерно, что достигнув максимума, значения коэффициентов диффузии со временем уменьшаются. Но если максимум коэффициента диффузии сахарозы из стружки после электрогидравлической обработки достигается через 5 мин, независимо от температуры экстрагирования, то во время экстрагирования сахара из стружки без предварительной обработки максимальное значение коэффициента диффузии достигается только через 10 мин.

С.И. Блаженко [4] определил, что на начальной стадии процесса экстрагирования значительное увеличение коэффициента диф-

фузии объясняется конвективным вымыванием сахарозы из поврежденных клеток и «эффектом квазидиффузии».

Увеличение коэффициента диффузии и интенсификацию процесса экстрагирования сахарозы из стружки, претерпевшей ЭГО, мы объясняем следующим образом:

При контакте с экстрагентом температурой 60–75°C в стружке, которая была обработана электроискровыми разрядами в определенном режиме, происходит интенсивный переход сахарозы из клеток стружки в экстрагент за счет конвективного вымывания. Так как клетки ткани свекловичной стружки после обработки уже плазмоллизированы, а мембраны клеток имеют большее количество пор и каверн по сравнению со свежей стружкой, это приводит к более интенсивному проникновению экстрагента внутрь клеток, увеличению выхода сахарозы в экстрагент и, как следствие, повышению коэффициента диффузии.

При контакте с горячим экстрагентом свежей необработанной стружки сначала затрачивается определенное время на плазмоллизацию клеток свекловичной ткани. Под действием высокого градиента температур происходит тепловое расширение содержания клеток, образования пор и каверн в оболочках клеток и определенная деструкция некоторой их части с последующим «сжатием» клеток вследствие разгрузки за счет снижения внутриклеточных давлений. После этого происходит процесс вымывания сахарозы и наблюдается «эффект квазидиффузии».

Анализируя данные рис. 2., можно сделать вывод о том, что коэффициент диффузии при экстрагировании сахарозы при температуре 75°C из стружки, обработанной электроискровыми разрядами с напряжением 35 кВ и количеством импульсов 7–10, составил $0,71-0,69 \times 10^{-9}$ м²/с. При экстрагировании из стружки, которая

притерпела ЭГО в тех же режимах, при температуре 60°C значение коэффициента диффузии было в пределах $0,51 \times 10^{-9}$ м²/с. Значение коэффициента диффузии сахарозы из свежей необработанной стружки при экстрагировании по классической схеме при температуре 75°C составил $0,47 \times 10^{-9}$ м²/с. Полученные результаты вычислений коэффициентов диффузии свидетельствуют о целесообразности использования ЭГО стружки сахарной свеклы в экстрагенте для интенсификации процесса и снижения температуры экстрагирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Инструкция* по химико-техническому контролю и учету сахарного производства. — К. : 1983. — 476 с.

2. *Карпович Н.С.* Локальные кинетические коэффициента экстракции сахара из свеклы и нормализация процесса в диффузионных аппаратах свеклосахарного производства. Автореф. дис... канд. техн. наук. — К. : КТИПП, 1970. — 20 с.

3. *Карпович Н.С.* Таблицы для определения диффузионных свойств растительного сырья / Н.С. Карпович, В.М. Лысянский, М.А. Тоткайло// Пищевая промышленность. — 1983. — № 1. — С. 57–58.

4. *Блаженко С.І.* Підвищення ефективності процесу сокодобування в цукровому виробництві на основі апаратів секційного типу: Дис. канд. техн. наук. . — К. : УДУХТ, 2002. — 172 с.

5. *Верхола Л.А.* Вдосконалення процесу теплової обробки бурякової стружки в дифузійних установках бурякоцукрового виробництва. Автореф. дис. канд. техн. наук. — К. : НУХТ, 2007. — 20 с.