

КИЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

Долинская Инна Николаевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ САХАРА  
ПУТЕМ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ СВЕКЛОВИЧНОЙ СТРУЖКИ.

Специальность 05.18.12 -  
процессы, машины и агрегаты пищевой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Киев - 1993

Работа выполнена в Киевском технологическом институте  
пищевой промышленности

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор,  
академик АИИ Украины И. С. Гулий  
доктор технических наук, профессор М. П. Купчик

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, академик АИИ Украины Н. С. Карпович  
кандидат технических наук В. А. Кузенков

Ведущая организация: Институт повышения квалификации руководящих  
работников и специалистов перерабатывающей промышленности  
Укрпищепрома.

Защита состоится " 9 " июня 1993 года в 16<sup>00</sup> часов на засе-  
дании специализированного Совета Д 068.17.04 Киевского техноло-  
гического института пищевой промышленности по адресу: 252017,  
Киев-17, ул. Владимирская, 68, корпус А, ауд. 311.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского  
технологического института пищевой промышленности.

Автореферат разослан " 6 " мая 1993 года.

Ученый секретарь  
специализированного Совета  
Д 068.17.04

Н. И. Сороколит

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00803321 (H)

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из важнейших направлений повышения эффективности производства пищевых продуктов является интенсивное развитие сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей промышленности на основе широкого использования достижений науки в производстве, внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий, повышения качества продукции. В области переработки пищевого сырья имеются большие неиспользованные возможности, которые могли бы стать дополнительными резервами получения продовольствия. Однако реализовать эти возможности на основе традиционных методов обработки пока не представляется возможным.

Производство сахара является одной из наиболее энерго-материало-трудоемких отраслей пищевой промышленности. Важнейшей стадией технологического процесса получения сахара является экстрагирование сахарозы из свекловичной стружки, оказывающее значительное влияние на качественные показатели диффузионного сока, готовой продукции и эффективность производства.

Механизированная уборка сахарной свеклы привела к снижению качества поступаемого сырья, что в свою очередь повлекло ухудшение качества экстракта и, соответственно, увеличило расход энергии и материалов на дальнейших стадиях очистки сока.

Современные аппаратурно-технологические схемы диффузионных установок не обеспечивают достаточно эффективного извлечения сахарозы из свеклы ухудшенного качества, так как потенциальные возможности традиционного способа получения сахара во многом уже исчерпаны.

Перспективным направлением совершенствования процесса

экстрагирования сахара является разработка и внедрение новых физических методов обработки свекловичного сырья, к которым относятся и методы, основанные на использовании электрических полей. Основными достоинствами электротехнологий являются универсальность, экономичность, экологичность и возможность автоматизации процесса.

Поэтому применение электрических полей для повышения эффективности процесса диффузии сахара из свекловичного сырья является весьма актуальным.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР Киевского технологического института пищевой промышленности по теме: " Разработка электротехнологии экстрагирования сахара и пектина из растительного сырья" ( Приказ Минвуза Украины 78 от 21.03.1991 г. )

Цель работы - состоит в изучении влияния электрических полей на процессы массопереноса сахарозы и физико-химические свойства свекловичной ткани и разработка на этой основе эффективных способов и устройств для подготовки свекловичной стружки к диффузии.

Научная новизна:

- обоснован механизм влияния электрического поля на интенсификацию массопереноса сахарозы в капиллярно-пористых средах;
- впервые для расчета диффузии сахарозы в капиллярно-пористых средах при наложении электрического поля применено гиперболическое уравнение массопереноса и получены зависимости коэффициентов уравнения от параметров электрического поля;
- экспериментально установлено повышение теплопроводных свойств свекловичной ткани при обработке ее электрическим полем;

- выявлено влияние электрического поля на изменение соотношения форм связи влаги в растительной ткани;

- изучено влияние предварительной электрообработки свекловичной стружки на динамику перехода растворимых веществ в диффузионный сок в процессе экстрагирования;

- разработан способ получения диффузионного сока путем электрической обработки свекловичной стружки и сокоотружечной смеси с дополнительной коагуляцией внутриклеточного содержимого, позволяющий уменьшить потери сахара при экстрагировании и снизить расход топливно-энергетических ресурсов на очистку сока.

#### Практическая ценность и реализация результатов работы:

- обоснована эффективность обработки свекловичной стружки в постоянном электрическом поле и предложены аппаратно-технологические схемы диффузионного отделения завода с электрообработкой свекловичной стружки и сокоотружечной смеси;

- предложены способы и аппараты для осуществления электрической обработки свекловичной стружки, обеспечивающие повышение доброкачественности диффузионного сока на 1-2% и снижение на 20 % содержание сахара в жоме по сравнению с традиционной технологией;

- предложена усовершенствованная программа расчета на ЭВМ коэффициентов диффузии на основе численного решения обратной задачи массопереноса;

- предложения и выводы, содержащиеся в работе, целесообразно использовать при расчете процессов электрообработки и массообмена в экстракторах свеклосахарного производства и других пищевых производств.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены и

обсуждены на заседаниях кафедры Технологического оборудования пищевых производств в 1989-1992 г.г., НТС ПНИИ в 1993 г., 6-й Всесоюзной научнотехнической конференции "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья"/Москва, 1989 г./, Республиканской научно-технической конференции "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК" / Киев, 1991 г./, научной конференции "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" / Москва, 1991 г./.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ и получено 1 авторское свидетельство и 1 положительное решение по заявке.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций промышленности, списка использованной литературы и приложения.

Работа изложена на 142 страницах основного текста, содержит 35 рисунков и 7 таблиц. Список использованной литературы включает 156 отечественных и зарубежных источников.

Автор выражает благодарность канд. техн. наук Матвиенко А. В. за научные консультации при выполнении работы.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели и задачи исследований, представлена информация об основных научных и практических результатах исследований.

В первой главе дан анализ литературных данных по использованию электрических полей для интенсификации процесса экстрагирования сахарозы из свеклы, а так-же влиянию электрических и

тепловых факторов на структуру и физико-химические свойства растительной ткани.

Показано, что применение электрических полей является перспективным направлением интенсификации тепломассообменных процессов пищевых производств. Так, при экстрагировании сахарозы из свекловичной стружки, ведение диффузии в электрическом поле позволяет увеличить массообменные характеристики процесса в 1,5-2 раза. Однако, не достаточно изучен механизм влияния электрического поля на проницаемость биологических мембран и нет достоверного математического описания процесса экстрагирования сахарозы в поле воздействия электрических сил.

В настоящее время широкое распространение получили способы предварительной обработки растительного сырья в электрических полях, оказывающие значительное влияние на последующие технологические процессы его переработки, качество и выход готовой продукции. Анализ существующих методов обработки растительного сырья показал, что при их разработке основной целью ставилась возможность увеличения выхода готовой продукции, например, сока. Проблеме же селективного извлечения полезных компонентов из растительной клетки, как в случае экстрагирования сахарозы, уделялось недостаточное внимание. Поэтому, ни один из электрических способов предварительной обработки растительной ткани не получил широкого применения в сахарной промышленности.

Для повышения эффективности предварительной обработки свекловичной стружки перед процессом диффузии необходимо комплексное изучение и обобщение данных по влиянию электрического поля на свекловичную ткань и качество получаемого диффузионного сока.

На основании анализа литературных данных обоснована целесообразность применения электрических полей для совершенствования процесса экстрагирования сахарозы из свеклы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлены результаты модельных исследований влияния электрического поля на диффузию водных растворов сахарозы через синтетическую мембрану, проницаемость которой близка к таковой для биологических мембран.

В результате исследования установлено, что перенос сахарозы через мембрану в электрическом поле определяется разностью химических потенциалов растворов, граничащих с мембраной и электрокинетическими явлениями, связанными с переносом сахарозы заряженными ионами двойного электрического слоя мембраны.

Показано, что с увеличением плотности тока возрастает вклад электрокинетических сил в процесс переноса сахарозы и получена зависимость скорости распространения изоконцентрических поверхностей от плотности электрического тока.

Для расчета процесса переноса сахарозы через мембрану предложено использовать гиперболическое уравнение массопереноса

$$j = -D \operatorname{grad} C - \tau_p \dot{j} \quad (1)$$

На основании экспериментальных данных получены зависимости коэффициента диффузии  $D$  и времени релаксации процесса  $\tau_p$  от силы тока приложенного электрического поля.

$$D = (1,968 + 6,565 \cdot i) \cdot 10^{-10} ; \text{ м}^2/\text{с} \quad (2)$$

$$\tau_p = \frac{461,63}{0,903 \cdot i^{1,793} + 1} ; \text{ с} \quad (3)$$

Установлено, что введение электролита в раствор сахарозы снижает эффективность воздействия электрического поля на процесс массопереноса через мембрану.

Третья глава посвящена изучению влияния электрических воздействий на физико-химические свойства свекловичной ткани.

Исследовано изменение электропроводности свекловичной стружки от параметров электрообработки при воздействии электрического поля на слой свекловичной стружки.

Получены зависимости для расчета времени денатурации свекловичной ткани от напряженности электрического поля.

Для постоянного электрического поля

$$\tau = \exp(-0,0261 E) \cdot 130,8 \quad (4)$$

Для переменного электрического поля

$$\tau = \exp(-0,0275 E) \cdot 124 \quad (5)$$

(формулы получены для электрического поля напряженностью (100-250 В/см).

Исследовано влияние электрообработки на теплофизические характеристики свекловичной ткани. Определены значения теплоемкости  $C$  (при помощи дифференциального сканирующего микрокалориметра ДСМ-2М), теплопроводности  $\lambda$  (методом стационарного режима, прибор ИТ-4 конструкции О. А. Герашенко) и по формуле

$$\alpha = \frac{\lambda}{C \cdot \rho} \quad (6)$$

рассчитаны коэффициенты температуропроводности  $\alpha$  сахарной свеклы.

В результате экспериментальных исследований установлено, что предварительная электрообработка практически не оказывает влияния на теплоемкость сахарной свеклы. Величина теплопровод-

ности во многом зависит от состояния клеточных структур ткани и возрастает при увеличении интенсивности электрообработки свеклы. Причем воздействие переменного поля при этом более эффективно. При суммарном воздействии электрического поля и температуры на коэффициент теплопроводности сахарной свеклы (рис. 1) эффект электрообработки в большей степени сказывается для низ-

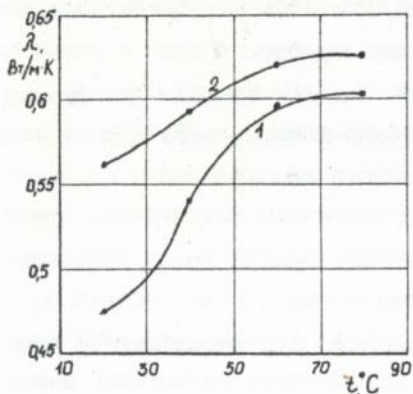


Рис. 1 Зависимость изменения коэффициента теплопроводности от температуры. 1-без электрообработки; 2-с электрообработкой.

ких температур (20-30°C), при этом коэффициент теплопроводности возрастает, по сравнению с контрольным опытом на 20%. Для высоких температур (70-80°C) эта величина составляет - 3-3,5%. Увеличение коэффициента теплопроводности при денатурации свекловичной ткани, по-видимому, объясняется тем,

что при разрушении клеточных структур возрастает конвективная составляющая процесса переноса тепла.

Характер изменения коэффициента температуропроводности при электрообработке свекловичной ткани во многом идентичен аналогичным зависимостям для коэффициента теплопроводности.

Исследовано влияние электрообработки на коэффициент диффузии сахаразы в свекле в диапазоне температур, характерных для промышленных экстракторов (40-75°C).

Предложена усовершенствованная методика и программа расчета на ЭЕМ коэффициента диффузии на основе численного реше-

ния обратной задачи массопереноса.

Температурные зависимости коэффициента диффузии сахарозы в свекле при различных видах обработки линейны в полулогарифмических координатах (рис. 2). Установлено, что значение коэффициента диффузии сахарозы в свекле при обработке ее в электрическом поле возрастает на 20-70%, причем использование переменного электрического поля для интенсификации процесса экстрагирования более эффективно. На основании обработки данных методом наименьших квадратов получены уравнения для определения коэффициента диффузии сахарозы в свекле при различных способах обработки в диапазоне температур 40-75°C.

без поля:

$$D = 1,48 \cdot 10^{-6} \exp(-3292/T); \text{ м}^2/\text{с} \quad (7)$$

в постоянном электрическом поле:

$$D = 3,35 \cdot 10^{-6} \exp(-2729/T); \text{ м}^2/\text{с} \quad (8)$$

в переменном электрическом поле:

$$D = 1,91 \cdot 10^{-6} \exp(-2485/T); \text{ м}^2/\text{с} \quad (9)$$

Энергия активации процесса диффузии, рассчитанная по полученным данным, составляет 27 кДж/моль для свекловичной стружки без предварительной электрообработки и, соответственно, 22,7

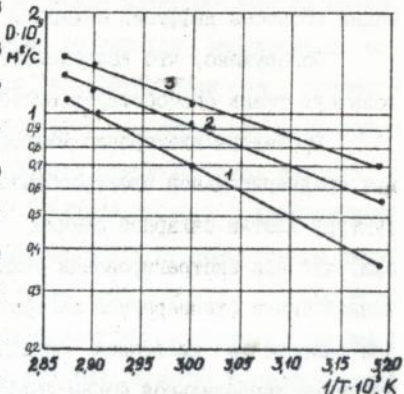


Рис. 2 Зависимость коэффициента диффузии сахарозы от температуры. 1 - без обработки стружки; 2 - в постоянном поле; 3 - в переменном поле.

кДж/моль и 20 кДж/моль для стружки, обработанной в постоянном и переменном электрическом поле. Уменьшение энергии активации при использовании обработанной свекловичной стружки подтверждает эффективность использования электрического поля для интенсификации процесса диффузии сахаразы.

Обнаружено, что воздействие электрического поля на свекловичную ткань способствует высвобождению 3-4% связанной воды.

Проведены электронно-микроскопические исследования влияния предварительной электрообработки и температуры на ультраструктуру клетки сахарной свеклы. Анализ полученных данных показал, что при экстрагировании сахаразы из необработанной свекловичной ткани (температура экстрагирования 75°С) происходит полное разрушение клеточной организации с образованием мелких структур неправильной формы диффузно распределенных по всему объему клетки. При использовании свекловичной стружки, обработанной в постоянном электрическом поле, наблюдается уплотнение отдельных структур, образование крупных конгломератов и размещение их по периферии клетки, которое может быть объяснено поляризацией и электрокоагуляцией обладающих электрическими зарядами компонентов мембран (белки, липиды). Это позволяет предположить, что в процессе экстрагирования в клетке задерживается значительное количество несахаров (ВМС и белков). Использование переменного электрического поля для обработки свекловичной стружки приводит к наиболее глубокой деструкции клеточной организации ткани.

Четвертая глава посвящена экспериментальному изучению влияния электрообработки свекловичной стружки на процесс получения диффузионного сока и его качественный состав. Опыты про-

водили на лабораторной диффузионной установке периодического действия в режиме смешения. Параметры электрообработки свекловичной стружки составляли: напряженность электрического поля  $E=120-125$  В/см, время обработки  $\tau = 5$  с.

Установлено, что предварительная электрообработка оказывает интенсифицирующее воздействие на переход растворимых веществ из свекловичной стружки в диффузионный сок в процессе экстрагирования. Для всего диапазона исследуемых температур  $20-80^{\circ}\text{C}$  характерно увеличение эффекта перехода сухих веществ, в том числе и сахарозы, из свекловичной стружки в диффузионный сок (рис. 3) и снижение содержания сахара в переработанном сырье по сравнению с типовым способом экстрагирования. Кроме того, предварительная электрообработка свекловичной стружки оказывает влияние на динамику перехода растворимых веществ в диффузионный сок, что позволяет на треть сократить время проведения экстракционного процесса. С точки зрения интенсификации диффузионного процесса более эффективным является воздействие переменного электрического поля на свекловичную стружку.

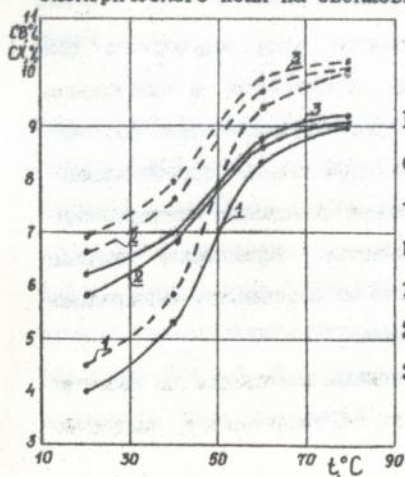


Рис. 3 Зависимость от температуры содержания в диффузионном соке - - сухих веществ, — сахарозы при экстрагировании из стружки  
1-без обработки;  
2-обработанной в постоянном поле;  
3-обработанной в переменном поле.

Исследован переход основных групп нес сахаров в диффузионный сок из свекловичной стружки, обработанной в электрическом поле. Установлено, что с повышением температуры экстракционного процесса количество веществ коллоидной дисперсности и содержание зольных элементов в диффузионном соке увеличивается. Но при этом использование свекловичной стружки, предварительно обработанной в постоянном электрическом поле, позволяет снизить содержание в соке высокомолекулярных соединений на 25-30 %, зольности на 10-15%, общего азота на 4-6%, ионов  $K^+$  на 10-20%, ионов  $Na^+$  на 25-30%. Наблюдалось также некоторое снижение содержания в диффузионном соке следующих микроэлементов: Zn, Cu, Fe.

Таким образом, использование свекловичной стружки, обработанной в постоянном электрическом поле, по сравнению с типовым способом экстрагирования, позволяет в среднем на 10-30% снизить переход нес сахаров в диффузионный сок и повысить его доброкачественность на 1-2%. Причем эффективность электрообработки в большей степени сказывается при использовании стружки пониженного качества.

Повышение качества диффузионного сока, полученного при использовании свекловичной стружки, обработанной в постоянном электрическом поле, объясняется спецификой воздействия постоянного электрического поля на растительную ткань, сопровождающегося поляризацией и электрокоагуляцией обладающих электрическими зарядами внутриклеточных компонентов. Образование крупных конгломератов приводит к тому, что их подвижность значительно снижается и они удерживаются в клетке.

При исследовании влияния материала электродов на качество диффузионного сока обнаружено, что, с точки зрения получения

диффузионного сока повышенного качества за счет дополнительной коагуляции более целесообразно применение для электрообработки свекловичной стружки алюминиевых электродов.

Таким образом, для совершенствования процесса экстрагирования сахарозы наиболее эффективным представляется применение предварительной обработки свекловичной стружки в постоянном электрическом поле с использованием алюминиевых электродов, которая наряду с интенсификацией извлечения сахарозы обеспечивает получение диффузионного сока повышенного качества.

В пятой главе приведены результаты опытно-промышленных испытаний устройств для предварительной электрообработки свекловичного сырья и дана сравнительная оценка способов подготовки свекловичной стружки к процессу диффузии.

На основании лабораторных и производственных исследований предложены усовершенствованная конструкция непрерывнодействующего барабанного электроплазмокоагулятора с использованием электродов из алюминия для обработки свекловичной стружки, а также трубный электроплазмокоагулятор для сокоотраженной смеси.

Опытно-промышленная установка барабанного типа для электрообработки свекловичной стружки была смонтирована на 2-й технологической линии экспериментального производства Яготинского сахарного завода им. Ильича НПО "Сахар". Предварительную электрообработку свекловичной стружки проводили при напряженности электрического поля  $E=200-250$  В/см в течении 0,8-1 с, с последующим осуществлением процесса экстрагирования на диффузионной установке РДА-2,8. В период испытаний 2-я технологическая линия работала в следующем режиме - температура циркуляционного сока

80°C, откачка 120-125 %. В качестве контроля ваяты показатели 1-й технологической линии, где обработка свекловичной стружки велась по типовому способу. Опыты проводились в сопоставимых условиях при соблюдении одинакового технологического режима на обеих линиях.

Установлено, что степень денатурации свекловичной стружки после тепловой обработки - 80%, а денатурации свекловичной стружки после электрообработки - 85%, суммарная степень денатурации после электрической и тепловой обработки - 96%.

При обычном температурном режиме на диффузии ( 70-72°C ) потери сахара в жоме снижаются при электрообработке свекловичной стружки на 20%. Диффузионный сок по сравнению с контрольным, за счет дополнительной коагуляции, содержит веществ коллоидной дисперсности меньше на 20-40%, волю на - 10-20%. В результате чего доброкачественность диффузионного сока увеличивается на 1,0-1,5%, что равноценно повышению эффекта очистки на диффузии до 20-25%.

Снижение количества несахаров в диффузионном соке, полученном из обработанной в электрическом поле свекловичной стружки, обеспечило повышение качества продуктов по всему верстату завода. Сравнение качественных показателей продуктов на 1-й и 2-й технологических линиях показало, что уменьшение расхода извести на 0,3-0,5% на очистку диффузионного сока не приводит к снижению качества очищенного сока.

Трубный электроплазмокоагулятор для сокостружечной смеси предложен как средство дополнительного плазмолиза свекловичной стружки перед колонным диффузионным аппаратом.

Электроплазмокоагулятор состоит из цилиндрического диз-

лектрического корпуса и трех групп радиальных электродов, равномерно и симметрично размещенных по внутреннему периметру аппарата (рис. 4).

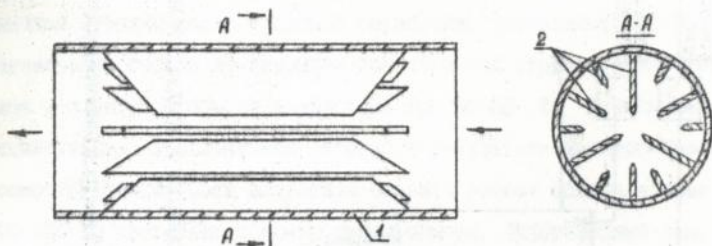


Рис. 4 Трубный электроплазмокоагулятор.

1-диэлектрический корпус; 2-группа электродов.

Электроплазмокоагулятор работает следующим образом. Сокостружечная смесь с помощью насоса прокачивается через электродную камеру корпуса между электродами, на которые подается электропитание, и затем плазмолизированная стружка вместе с соком поступает в распределитель колонного диффузионного аппарата.

Для проведения опытно-промышленных испытаний трубный электроплазмокоагулятор был смонтирован на одном из технологических трубопроводов подачи сокостружечной смеси в колонный диффузионный аппарат КДА 2 АЗО на Яготинском сахарном заводе имени Ильича. На рис. 5 приведена аппаратурно-технологическая схема диффузионного отделения завода с предварительной электрообработкой сокостружечной смеси. Испытания были проведены в производственный период 1991-1992 г. на свекловичной стружке одного технологического достоинства следующим образом: 5 суток без электрообработки, температура сокостружечной смеси 68-72°C и 5 суток с применением электрообработки, температура со-

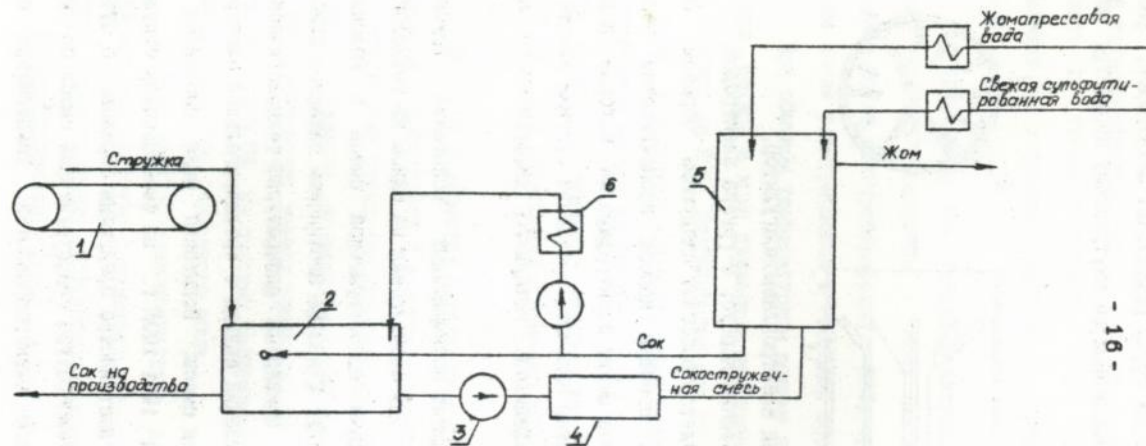


Рис. 5 Аппаратно-технологическая схема диффузионного отделения завода с предварительной электрообработкой сокостружечной смеси.

- 1 - транспортер; 2 - ошпариватель; 3 - насос; 4 - трубный электроплазмокоагулятор; 5 - диффузионный аппарат КДА2-А 30; 6 - подогреватель.

костружечной смеси 68-72°С. Параметры электрообработки состав-  
ляли:  $U=15-90$  В,  $I=10-60$  А,  $\tau=0,5-1$  с.

Испытаниями установлено, что степень денатурации свекло-  
вичной стружки после тепловой обработки составляет 60-70%, а  
суммарная степень денатурации свекловичной стружки после тепло-  
вой и электрообработки возрастает до 80-85 %. Дополнительная  
денагурация свекловичной ткани в результате электрообработки  
сокостружечной смеси позволила снизить потери сахара в жоме на  
10-15% по сравнению с контрольным опытом. Диффузионный сок, по-  
лученный с использованием электрообработки сокостружечной сме-  
си, за счет дополнительной коагуляции, содержит веществ колло-  
идной дисперсности меньше на 24-35%, зола на 8-16%, общего азо-  
та на 8-10%. В результате чего прирост доброкачественности диф-  
фузионного сока составил 0,5-1,0 %, что равноценно повышению  
эффекта очистки на 15-20%.

При сравнении способов и установок для обработки свек-  
ловичной стружки были учтены основные технологические и техни-  
ко-экономические показатели их работы, надежность, металлоем-  
кость аппаратов и расход энергии ( таблица 1 ).

Анализ приведенных данных показывает, что наибольшее  
обессахаривание и повышение эффекта очистки на диффузии можно  
получить при использовании для предварительной обработки свек-  
ловичной стружки электроплазмокоагуляционных установок. Кроме  
того, данные установки имеют несложную конструкцию, компактны,  
не металлоемки, не требуют для размещения дополнительных  
производственных площадей, просты и надежны в обслуживании. И  
хотя для электрообработки свекловичной стружки требуются до-  
полнительные затраты электроэнергии, они могут быть ком-

Таблица 1

Технико-экономические показатели установок для обработки свекловичной стружки.

| Показатели  | Тип установки |         |           |           |
|---|---------------|---------|-----------|-----------|
|   | Ш-П 432       | ПЭ-Пс 3 | А2-ПОВ-30 | ОС-25/30М |
| Воздействующий фактор : электрич. : пар : сок : сок |               |         |           |           |
| : поле :  |               |         |           |           |
| Увеличение производи- : : : :                       |               |         |           |           |
| тельности экстрактора%: 10-15 : 10-15 : 10-15 :     |               |         |           |           |
| Эффект очистки на диф- : : : :                      |               |         |           |           |
| фузии, % : 20-30 : 15-20 : 12 : 10                  |               |         |           |           |
| Снижение потерь сахара: : : :                       |               |         |           |           |
| в жоме, % к массе свекл: 0,2 : 0,1 : 0,1 : -        |               |         |           |           |
| Удельный расход элек- : : : :                       |               |         |           |           |
| тросэнергии, кВт. ч/т. св: 2,0 : - : - : -          |               |         |           |           |
| Расход пара, кг/т : - : 36,8 : - : -                |               |         |           |           |
| Расход электроэнергии : : : :                       |               |         |           |           |
| на технологические нуж : : : :                      |               |         |           |           |
| ды в диффузионном, со- : : : :                      |               |         |           |           |
| коочистительном и из- : : : :                       |               |         |           |           |
| вестково-газовом отде- : : : :                      |               |         |           |           |
| лениях завода, кВт. ч/т : 25,5 : 26,8 : 26,5 : 26,4 |               |         |           |           |
| Габаритные размеры, мм : : : :                      |               |         |           |           |
| длина : 3770 : 4000 : 14180 : 12170                 |               |         |           |           |
| ширина : 3160 : 3200 : 6750 : 4240                  |               |         |           |           |
| высота : 3280 : 4600 : 8340 : 6370                  |               |         |           |           |
| Потребление электро- : : : :                        |               |         |           |           |
| энергии на приводе, кВт: 11,0 : 15,0 : 11,2 : 7,0   |               |         |           |           |
| Масса аппарата, кг : 5500 : 8000 : 97000 : 42610    |               |         |           |           |
| Занимаемая площадь, м : 17,2 : 24,8 : 95,7 : 51,1   |               |         |           |           |
| Годовой экономический : : : :                       |               |         |           |           |
| эффект, тыс. руб ( по : 120000 : 72632 : 104161 : - |               |         |           |           |
| ценам 1991 года ) : : : :                           |               |         |           |           |

пенсированны за счет снижения расхода электроэнергии в сокоочистительном и известково-газовом отделениях завода в результате уменьшения расхода извести и углекислого газа на очистку диффузионного сока.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. На основании комплексного изучения влияния электрических полей на физико-химические свойства свекловичной ткани и процессы массопереноса разработаны эффективные способы и устройства для подготовки свекловичной стружки к процессу диффузии.

2. Установлено, что в основе интенсификации массообменных процессов в пористых средах при наложении электрического поля лежат электрокинетические явления, связанные с наличием двойного электрического слоя на границе раздела фаз, а именно электроосмотический перенос.

3. Для расчета массообменных процессов в капиллярно-пористых средах при наложении электрического поля предложено использовать гиперболическое уравнение массопереноса. Получены зависимости коэффициента диффузии и времени релаксации процесса от параметров электрообработки.

4. Усовершенствована программа расчета на ЭВМ коэффициентов диффузии на основе численного решения обратной задачи массопереноса.

5. Установлено, что в результате электрической обработки свекловичной ткани увеличиваются до 70% ее тепло- и массопроводные свойства, что позволяет интенсифицировать процесс экстракции.

рования сахаразы.

6. Показано, что при электрообработке свекловичной ткани 3-4% влаги переходит из связанного в свободное состояние.

7. В результате проведенных электронно-микроскопических исследований влияния электрического поля и температуры на ультраструктуру клеток свекловичной ткани установлено, что при обработке свекловичной ткани в постоянном электрическом поле, по сравнению с контрольным опытом, наблюдается усиление агрегации внутриклеточного содержимого за счет поляризации и электрокоагуляции обладающих электрическими зарядами компонентов мембран. Использование переменного электрического поля для обработки свекловичной стружки приводит к наиболее глубокой деструкции клеточной организации ткани.

8. Исследовано влияние различных способов обработки свекловичной стружки на качество получаемого диффузионного сока. Показано, что обработка стружки в постоянном электрическом поле позволяет снизить на 10-30 % переход несахаров в диффузионный сок, причем эффект электрообработки в большей степени сказывается для сырья пониженного качества.

9. Исследовано влияние предварительной электрообработки на содержание в диффузионном соке микроэлементов. Обнаружено значительное удерживание ионов  $K^+$  и  $Na^+$  в свекловичной стружке в результате воздействия постоянного электрического поля.

10. Разработан и испытан способ обработки свекловичной стружки с дополнительной коагуляцией несахаров, обеспечивающий повышение доброкачественности диффузионного сока на 1-2%.

11. Разработан и испытан в промышленных условиях аппарат для электрообработки сокостружечной смеси и предложена ап-

паратурно-технологическая схема диффузионного отделения сахарного завода, обеспечивающие снижение потерь сахара в жоме на 10-15%.

12. Ожидаемый экономический эффект от внедрения способа интенсификации диффузионных процессов в экстракторах свеклосахарного производства с использованием электрофизических воздействий по ценам конца 1992 года составил 32,6 млн. крб.

Список опубликованных работ по теме диссертации.

1. Воздействие электрических и тепловых факторов на растительную клетку в процессе извлечения сахарозы. / А. Б. Матвиенко, М. П. Купчик, Н. И. Лебовка, И. Н. Долинская // VI Всесоюз. научн. - техн. конф. "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья": Тез. докл. М., 1989. - С. 253

2. Электрофизический метод обработки пива. / И. С. Гулый, А. И. Украинаец, С. Н. Дебелинский, И. Н. Долинская // XI Всесоюз. научн. - техн. конф. "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья": Тез. докл. М., 1989. - С. 194

3. Влияние тепловой и электрической обработки на упруго-пластические свойства свекловичной стружки. / Г. Н. Данькевич, И. С. Гулый, А. Б. Матвиенко, И. Н. Долинская, М. П. Купчик, И. М. Катроха // Электронная обработка материалов. - 1991. - 4. - С. 59-61

4. Влияние способа подготовки свекловичного сырья на эффективность процесса экстрагирования. / И. Н. Долинская, М. П. Купчик, И. С. Гулый, А. Б. Матвиенко // Республ. науч. - техн. конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих

технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК": Тез. докл. - Киев, 1991, С. 52-53

5. Данькевич Г.Н., Долинская И.Н., Купчик М.П. Влияние электрообработки свекловичной стружки на физико-механические свойства и состав диффузионного сока // Научная конференция "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности": Тез. докл. - М., 1991.

6. Влияние электрических и тепловых факторов на эффективность процесса извлечения растворимых веществ из растительного сырья. / И.Н. Долинская, Г.Н. Данькевич, И.С. Гулый, М.П. Купчик и др. // Электронная обработка материалов. - 1992. - 1 - С.66-69

7. Данькевич Г.Н., Долинская И.Н., Матвиенко А.В. Кинетика экстрагирования несахаров при воздействии температуры и электрического поля на свекловичную стружку. // АгрониИТЭИП Пищевая промышленность. Информационный сборник. - М. - 1991. - Выпуск 3. - С. - 18-20

8. А.с. 1761105 СССР, МКИ А23Н1/00. Электроплазмоанализатор для сокостружечной смеси. / М.П. Купчик, И.С. Гулый, И.Н. Долинская и др. Б.И. - 1992. - N 34

9. Электроплазмолизатор для свекловичной стружки / А.В. Матвиенко, М.П. Купчик, И.С. Гулый, Г.Н. Данькевич, И.Н. Долинская, И.М. Катроха, Н.У. Филук. Положительное решение ВНИИГТЭ по заявке N 4944695/13 от 13.06.91 г.







Подписано в печать 19.04.93г Формат 60x84/16  
Бумага писчая. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 723  
Отпечатано ЦУОП ГНПП "Плодвинконсерв" г.Киев,Саксаганского,1

Ab 27.273  
**AB 27.273**