

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ У С С Р

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

Для служебного пользования
Экз. № _____

ШУЛИКА ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ

УДК 664.123.4.087.9

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СВЕКЛОВИЧНОЙ СТРУЖКИ
НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАГИРОВАНИЯ САХАРОЗЫ

Специальность 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых
производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев – 1988

Работа выполнена в Киевском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте пищевой промышленности и в отделе теплообменных и химических основ технологии сахаристых веществ Отделения теплообменных процессов и устройств Института технической теплофизики АН УССР.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор И.С.Гулый
доктор химических наук В.В.Манк

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
В.М.Лысянский
кандидат технических наук
Ю.И.Сидоренко

Ведущая организация: Яготинский сахарный завод им.Ильича

Защита состоится 20 мая 1988 года в 14⁰⁰ часов на заседании специализированного Совета Д 068.17.04 Киевского ордена Трудового Красного Знамени технологического института пищевой промышленности по адресу: 252017, Киев-17, ул. Владимирская, 68, корпус А, ауд.311.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского ордена Трудового Красного Знамени технологического института пищевой промышленности.

Автореферат разослан 20 апреля 1988 года.

Ученый секретарь
специализированного Совета
Д 068.17.04

Н.И. Сороколит

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В реализации задач, поставленных перед сахарной промышленностью решениями XXVII съезда КПСС, Продовольственной программой СССР и проектами планов на двенадцатую пятилетку и на период до 2000 года, значительная роль по увеличению производства сахара, повышению его качества и снижению потерь в производстве отводится совершенствованию известных и разработке принципиально новых технологических процессов, обеспечивающих высокую производительность при экономном расходовании топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Одной из основных технологических операций свеклосахарного производства является экстрагирование сахарозы из свекловичной стружки, оказывающей значительное влияние на качественные показатели получаемых соков, готовой продукции и эффективность производства в целом.

Механизированная уборка сахарной свеклы привела к снижению качества поступаемого сырья, что в свою очередь повлекло ухудшение качества экстракта. Современные технологические схемы диффузионных установок не обеспечивают достаточно эффективное извлечение сахарозы из свеклы ухудшенного качества. При существующем способе подготовки стружки к процессу экстрагирования, получаемый диффузионный сок невысокого качества и требует сложной и трудоемкой известково-углекислотной очистки, использующей значительное количество известкового камня.

Как было отмечено на совещании в ЦК КПСС от 17 октября 1987 года, вопросы, связанные с разработкой новых технологических процессов, обеспечивающих уменьшение потерь в отработанном сырье, высокую производительность, повышение качества получаемых продуктов имеют в настоящее время большую важность и актуальность.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с комплексной научно-технической программой «Сахар» и договоров о научно-техническом сот-

рудничестве между КТИПП, ИТТФ АН УССР, ИПФ АН МССР и НПО «Сахар» на 1983-1988 гг. Работа направлена на реализацию Продовольственной программы СССР. ^{x)}

Цель работы состоит в разработке способа интенсификации процесса экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки путем обработки свекловичной стружки электрическим полем, исследовании механизма этого влияния, определения основных технико-экономических показателей процесса для обоснования новой аппаратурно-технологической схемы экстрагирования сахарозы из свеклы, обеспечивающей увеличение выхода сахара и снижение расхода топливно-энергетических ресурсов при его производстве.

Решение этих задач требует определения кинетических, массообменных характеристик процесса экстрагирования и методики их расчета, изучения механизма действия электрического тока на свекловичную ткань, определения параметров электрической обработки и исследование предложенного способа в промышленных условиях.

Научная новизна. Экспериментально установлено повышение коэффициента диффузии сахара в свекле в процессе экстрагирования при комбинированной обработке свекловичной стружки электрическими полями;

- получены уравнения для определения степени денатурации клеток свекловичной ткани в зависимости от напряженности электрического поля и времени его воздействия;

- изучены закономерности вызванной поляризации свекловичной ткани, исследованы её временные характеристики;

- показано, что обработка свекловичной ткани полем постоянного электри-

^{x)} В руководстве работой участвовал старший научный сотрудник Института технической теплофизики АН УССР, кандидат технических наук М.П.Купчик.

ческого тока приводит к внутриклеточной фиксации части коллоидно-пектинового комплекса несахаров свеклы и повышению эффекта очистки диффузионного сока;

- разработан способ получения диффузионного сока путем комбинированной обработки свекловичной стружки, позволяющий уменьшить потери сахарозы при экстрагировании и снизить расход топливно-энергетических ресурсов.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Обоснована эффективность обработки свекловичной стружки комбинированным электрическим полем и предложена аппаратурно-технологическая схема диффузионного отделения завода с электрообработкой свекловичной стружки;

- предложен способ и аппарат для осуществления комбинированной электрической обработки свекловичной стружки, обеспечивающие получение диффузионного сока доброкачественностью на 1,0-2,0 % выше и снижение на 0,1- 0,2 % содержания сахара в жоме по сравнению с традиционной технологией;

- способ рекомендован ведомственной комиссией к внедрению в производство, что позволит получить экономический эффект 100 тыс. рублей в год на заводе мощностью 3000 тонн свеклы в сутки;

- 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 обсуждались на 49, 51, 53 научных конференциях профессорско-преподавательского состава КТИПП (1983, 1985, 1987 гг. Киев), на заседаниях отдела тепломассообменных и химических основ технологии сахаристых веществ Отделения ТМО ИТТФ АН УССР в 1984-1987 гг., общесоюзном семинаре «Интенсификация и автоматизация технологических процессов обработки пищевых продуктов», 1984, 1985 гг., Москва, 5-й Всесоюзной научно-технической конференции «Электрические методы обработки пищевых продуктов», Москва, 1985 г.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 5 печатных работ и получено положительное решение на выдачу авторского свидетельства.

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

Изложена на 102 страницах основного текста, содержит 23 рисунка и 12 таблиц. Список использованной литературы включает 166 отечественных и зарубежных источников.

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 приведен анализ литературных данных по развитию и совершенствованию способов подготовки растительного сырья к процессу экстрагирования и прессования, проанализированы физико-химические, электрохимические и электрофизические методы обработки свекловичной ткани, рассмотрены пути интенсификации процесса экстрагирования сахарозы из свеклы, роль массообменных явлений, а также вопросы строения биологических и синтетических мембран, механизма переноса через них. Приведен обзор аппаратного оформления электрических способов обработки растительного сырья и свекловичной стружки. Показано, что обработка свекловичной стружки электрическим током является перспективным способом интенсификации процесса экстрагирования и получения диффузионного сока повышенного качества.

Анализ литературных данных показал, что наиболее полно исследованы тепловой и механический способы обработки свекловичной ткани. Электрические способы изучены недостаточно. При этом основное внимание исследователи

уделяли вопросу плазмолиза клеток, а не механизму воздействия электрического поля на растительную ткань и качественные показатели получаемых продуктов. Следует также отметить, что ни одна из предложенных конструкций аппаратов для обработки свекловичной стружки не нашла применения в свеклосахарном производстве.

На основании приведенного анализа литературных источников обоснована целесообразность разработки способа обработки свекловичной стружки электрическими полями, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе приведено описание экспериментальных установок и изложена методика проведения исследований и обработки полученных данных. Теоретические исследования сочетались с экспериментальными, проведенными на моделях и действующем оборудовании.

Лабораторные исследования были выполнены на основных экспериментальных установках: ячейке для определения степени денатурации клеток свекловичной ткани, установке для определения коэффициента диффузии сахара в свекле, установке для исследования вызванной поляризации свекловичной ткани, диффузионной установке периодического действия, состоящей из аппарата для электрообработки свекловичной стружки непрерывного действия и четырех диффузоров.

Для определения степени денатурации клеток свекловичной ткани использовали электрометрический метод, основанный на измерении её электропроводности.

Определение коэффициента диффузии сахара в свекле проводили экстракционным методом, позволяющий проводить опыты в условиях, близких к промышленным при экстрагировании сахарозы.

Экспериментальные установки в соответствии с методикой проведения экспериментов позволяли регулировать и поддерживать постоянными техно-

логические и электрофизические параметры процесса.

Достоверность разработанных методик проверена предварительными опытами и последующей обработкой результатов на ЭВМ ЕС-1022.

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

В соответствии с известными теоретическими предположениями электрический ток воздействует на растительную клетку аналогично любому другому воздействию (механическому, тепловому, химическому и др.): увеличивает вязкость клеточного сока, вызывает вакуолизацию белковых и других органических веществ, повышает проницаемость клеточных мембран, приводит к поляризации отдельных клеток и свекловичной стружки в целом.

Подтверждено увеличение проницаемости клеточных мембран свекловичной ткани, обработанной электрическими полями. Установлена зависимость между степенью проницаемости свекловичной ткани и напряженностью переменного и постоянного электрического поля, продолжительностью обработки. Экспериментально установлено, что применение переменного тока промышленной частоты позволяет провести процесс денатурации клеток ткани в 2 раза быстрее, чем при воздействии постоянного электрического тока (рис.1, рис.2).

Получена зависимость между количеством денатурированных клеток и электропроводностью свекловичной ткани, которая выражается уравнением:

$$A = 0,0942 \sigma \quad (100 < \sigma < 800) \quad (1)$$

$$A = 49,8 + 0,21 \sigma - 6,9 \cdot 10^{-5} \sigma^2 \quad \text{при } (800 < \sigma < 1100) \quad (2)$$

где: A – процент денатурированных клеток, %; σ – удельная электропроводность, мкСм/см.

Уравнения (1, 2) позволяют по удельной электропроводности пробы свекловичной стружки рассчитывать процент денатурированных клеток, т.е. оценить степень подготовки сырья к процессу экстрагирования сахарозы.

Экспериментальным путем установлено наличие вызванной поляризации свекловичной ткани при обработке её полем постоянного тока. Получены зависимости коэффициента поляризуемости от напряженности электрического поля и времени его наложения. Установлено, что свекловичная ткань находится в поляризованном состоянии после снятия электрического поля продолжительное время (90 мин. рис. 3).

При воздействии электрического поля постоянного тока происходит коагуляция и усиление агрегации внутриклеточного содержимого клетки, что объясняется поляризацией обладающих электрическим зарядом компонентов мембран клеток.

Исследовано влияние электрических полей на коэффициент диффузии сахарозы в свекле. Температурные зависимости коэффициента диффузии сахара при различных видах электрообработки линейны в полулогарифмических координатах (рис.4). Видно, что эффективность действия электрического поля выше при низких температурах. На основании обработки данных методом наименьших квадратов получены уравнения для определения коэффициента диффузии сахарозы в свекле при обработке её переменным, постоянным и комбинированным электрическим полем в интервале температур 30-75 °С.

без поля

$$D = 3,354 \cdot 10^{-6} \exp \frac{-2774}{T} \quad (3)$$

для переменного тока:

$$D = 1,077 \cdot 10^{-5} \exp \frac{-3050}{T} \quad (4)$$

для постоянного тока:

$$D = 5,62 \cdot 10^{-6} \exp \frac{-2190}{T} \quad (5)$$

для комбинированной электрообработки:

$$D = 3,19 \cdot 10^{-5} \exp \frac{-3330}{T} \quad (6)$$

Таким образом, впервые экспериментально установлено, что значение коэф-

фициента диффузии сахарозы в свекле при обработке её комбинированным электрическим полем возрастает в 1,5-2,0 раза, что позволяет интенсифицировать процесс экстрагирования и проводить его при более низких температурах.

Показано, что в процессе электрической обработки свекловичной стружки, в отличие от тепловой, модуль упругости не снижается, что может быть объяснено сохранением гидрофильности клеточных мембран. Экспериментально установлено значение модуля упругости (в среднем $35 \div 50 \cdot 10^5$ МПа), что практически соответствует модулю упругости свежей здоровой стружки. Стабилизация значения модуля упругости позволяет интенсифицировать массоотдачу от свекловичной стружки к экстрагенту в процессе экстрагирования сахарозы.

Проведенные лабораторные исследования электрической обработки свекловичной стружки позволили предложить способ получения диффузионного сока на который получено положительное решение о выдаче авторского свидетельства.

Способ предусматривает комбинированную обработку свекловичной стружки переменным электрическим полем промышленной частоты для быстрой денатурации клеточных мембран и постоянным током для внутриклеточного осаждения скоагулировавшихся нес сахаров клеточного сока.

Предлагаемый способ обработки свекловичной стружки предусматривается осуществить в специальном устройстве перед диффузионным аппаратом.

Четвертая глава посвящена экспериментальному изучению качественного состава получаемых соков из свекловичной стружки обработанной по типовому и предлагаемому способам. Опыты проводили на лабораторной диффузионной установке периодического действия в циркуляционном режиме. Предварительную обработку свекловичной стружки проводили в электроплазмолитаторе барабанного типа при напряженности электрического поля $E = 150 - 200$ В/см и времени обработки 0,5-1,0 с. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Как видим, в опытах с электрообработкой свекловичной стружки диффузионный сок получен лучшего качества. Сок, полученный из свекловичной стружки обработанной комбинированным электрическим полем имеет доброкачественность на 2-4 % выше, цветность сока ниже на 30-40 %, потери сахара в жоме снижаются в 1,5-2,0 раза по сравнению с контрольным опытом.

Исследование перехода основных нес сахаров в диффузионный сок из свекловичной стружки, обработанной комбинированным способом, при температуре процесса экстрагирования 40-80 °С, позволило установить, что с повышением температуры процесса количество веществ коллоидной дисперсности в диффузионном соке увеличивается. На содержание общего азота, инвертного сахара, зольных элементов, солей кальция температура процесса экстрагирования существенного влияния не оказывает, но с понижением температуры их количество в диффузионном соке имеет тенденцию к уменьшению.

Таким образом, экспериментально установлено, что комбинированная схема электрической обработки свекловичной стружки позволяет интенсифицировать процесс экстрагирования и повысить эффект очистки на диффузии. Найдена оптимальная температура процесса экстрагирования. Она составляет 45-60 °С, что значительно ниже нормативной: это позволяет сократить расход топлива на процесс экстрагирования и дальнейшую переработку сока.

В пятой главе приведены результаты опытно-промышленных испытаний способа комбинированной электрической обработки свекловичной стружки и дано его технико-экономическое обоснование.

На основании лабораторных и производственных исследований предложена конструкция непрерывнодействующего аппарата для электрообработки свекловичной стружки (рис. 5). Аппарат состоит из металлического корпуса 1, включающего в себя приемное устройство 2, электроды из нержавеющей стали 3, расположенные в диэлектрической ванне 4, выходную точку 5, барабана 6 с диэлектрическими конусными пальцами 7. Барабан с помощью фланцев 10, полу-

валов 11, 12 опирается на подшипники 13. Соединение корпуса аппарата со станиной 8 осуществляется с помощью кронштейна 9, который имеет направляющие для регулирования зазора между стенкой барабана и электродами в пределах 20-30 мм. Полый полувал 12 имеет токосъемное кольцо, с помощью которого барабан заземляется.

Во время работы аппарата свекловичная стружка через приемное устройство 2 поступает в аппарат и пальцами 7 барабана увлекается в канал между электродами и барабаном, где подвергается электрической обработке и удаляется по выходной течке. Регулирование скорости вращения барабана осуществлялось приводом, в состав которого входят редуктор, двигатель постоянного тока с тиристорным управлением.

Опытно-промышленная установка для электрообработки свекловичной стружки по комбинированной схеме была смонтирована на 2-й технологической линии экспериментального производства Яготинского сахарного завода им. Ильича НПО «Сахар». На рис. 6 приведена аппаратно-технологическая схема диффузионного отделения завода с электрообработкой свекловичной стружки. Испытания были проведены в производственные периоды 1986-1987 годов. В качестве контроля взяты показатели 1-й технологической линии, где обработка свекловичной стружки велась по типовому способу. Опыты проводили в сопоставимых условиях при соблюдении одинакового технологического режима на обеих линиях.

Проведение сравнительных опытно-промышленных испытаний позволило установить закономерности изменения качественных показателей диффузионного сока от условий электрообработки свекловичной стружки и объективно оценить способа по качественным показателям полученных полупродуктов, расходу производственных материалов и энергетическим затратам.

Анализ полученных данных позволил установить, что оптимальными параметрами электрообработки свекловичной стружки являются: напряжен-

ность переменного электрического поля $E = 300 \div 350$ В/см, время обработки $\tau = 0,3 \div 0,5$ с, напряженность постоянного электрического поля $E = 200 \div 250$ В/см и время обработки $\tau = 0,3 \div 0,5$ с. При этом полученный диффузионный сок имеет доброкачественность на 1,0-2,0 % выше, чем в контрольных опытах. Содержание несахаров в диффузионном соке в среднем ниже на: коллоидных веществ 30-40 %, золы 17-20 %, красящих веществ 20-35 %. Эффект очистки сока на диффузии повышается на 20-30 %. Потери сахара в жоме снижаются на 0,10-0,20 %.

Основные технико-экономические показатели способа предварительной обработки свекловичной стружки электрическим полем по комбинированной схеме в промышленных условиях по сравнению с типовым приведены в таблице 2.

Анализ полученных результатов показывает, что снижение количества несахаров в диффузионном соке дает возможность повысить качественные показатели продуктов по верстату завода, снизить расход топлива на технологические нужды за счет снижения температуры циркуляционного сока на 15-20 °С и уменьшения откачки на 10-15 %.

Удельный расход электроэнергии на тонну перерабатываемой свеклы составил 2,0-2,5 кВт·ч.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения предложенного способа предварительной обработки свекловичной стружки для завода производительностью 3000 тонн свеклы в сутки составит 100 тыс.рублей в год. Способ рекомендован ведомственной комиссией к внедрению в производство.

Результаты исследований вошли в целевую программу создания для Яготинского сахарного завода им. Ильича непрерывнодействующей установки для предварительной обработки электрическим полем свекловичной стружки производительностью 3000 т свеклы в сутки, перед началом основного процесса экстрагирования в типовом диффузионном аппарате. Работа выполняется

КТИПШ, ИТТФ АН УССР, НПО «Сахар» и ИПФ АН МССР на основе договора о научно-техническом сотрудничестве.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В результате теоретических, лабораторных и промышленных исследований дано обоснование целесообразности предварительной обработки свекловичной стружки комбинированным электрическим полем с целью интенсификации процесса экстрагирования сахарозы в диффузионном аппарате.

2. Разработан способ обработки свекловичной стружки комбинированным электрическим полем, обеспечивающий интенсификацию процесса экстрагирования сахарозы, уменьшение потерь в отработанном сырье на 0,10-0,20 %, увеличение выхода сахара на 0,10-0,2 %, снижение потребления топливно-энергетических и сырьевых ресурсов. Оптимальными параметрами электрообработки являются: напряженность переменного электрического поля $E = 300 \div 350$ В/см, время обработки $\tau = 0,3 \div 0,5$ с, напряженность постоянного электрического поля $E = 200 \div 250$ В/см и время обработки $\tau = 0,3 \div 0,5$ с.

3. Установлено, что повышение качества диффузионного сока, получаемого из свекловичной стружки обработанной по предлагаемому способу, достигается за счет внутриклеточного осаждения и удерживания несахаров на поверхности свекловичной стружки, поляризация которой происходит за счет внутриклеточного перераспределения разнозарядных несахаров-электролитов в процессе обработки свекловичной ткани полем постоянного тока. Вследствии этого получаемый диффузионный сок имеет повышенную доброкачественность на 1-2 единицы, что обусловлено снижением содержания веществ коллоидной дисперсности на 20-30 %, красящих веществ на 25-30 %, зольных веществ и солей кальция на 12-20 %.

4. Установлено, что при комбинированной электрообработке, вследствие интенсивного и полного плазмолиза, повышения проницаемости клеточных мембран свекловичной ткани, достигается значительная интенсификация процесса экстрагирования сахарозы, что позволяет осуществлять его при температуре 50-60 °С вместо 70-80 °С по типовой схеме, снизить откачку диффузионного сока на 10-15 % и, соответственно, уменьшить расход тепловой энергии на его последующую переработку.

5. Впервые установлено, что электрическая обработка по комбинированной схеме увеличивает эффективный коэффициент диффузии сахарозы в свекле в 1,9 раза по сравнению с тепловой обработкой. Получены аналитические выражения описывающие температурные зависимости коэффициента диффузии сахарозы для различных электрических полей, которые нужны для расчета процесса экстрагирования.

6. Исследовано влияние переменного и постоянного электрического поля на степень денатурации мембран клеток свекловичной ткани. Установлено, что применение переменного тока промышленной частоты позволяет провести процесс денатурации мембран клеток в 2 раза быстрее, чем применение постоянного тока. Получены уравнения для определения процента денатурированных клеток свекловичной ткани на основе измерения её электропроводности, используемые при расчете конструкций электроаппаратов.

7. Установлено наличие эффекта вызванной поляризации в свекловичной ткани при обработке её полем постоянного электрического тока. Исследованы временные характеристики, определен коэффициент поляризуемости свекловичной ткани, который зависит от напряженности электрического поля и времени его воздействия. Показано, что свекловичная ткань находится в поляризованном состоянии более 90 мин. после снятия поля.

8. Комбинированная электрообработка, в отличие от тепловой, не уменьшает модуль упругости свекловичной ткани. При этом улучшаются условия массо-

отдачи от поверхности свекловичной стружки к экстрагенту.

9. Разработан аппарат для электрообработки свекловичной стружки перед диффузией и соответствующая аппаратурно-технологическая схема диффузионного отделения сахарного завода. Аппарат и технологическая схема прошли успешные испытания в производственных условиях Яготинского сахарного завода им. Ильича и рекомендованы к внедрению. Внедрение их на сахарном заводе мощностью 3000 тонн свеклы в сутки позволит получить экономический эффект более 100 тыс. рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Экстракция сахара из свеклы в электрическом поле / И.Г. Бажал, М.П. Купчик, Л.Г. Ворона, Н.С. Карпович, Ю.Ф. Цюкало, Н.У. Фищук, В.А. Шулика // Электронная обработка материалов, – 1984.–№ 1 (115).–с. 79-82.

2. Влияние СВЧ-термической обработки растительного сырья на процесс экстрагирования /М.П. Купчик, Н.У. Фищук, В.А. Шулика, Я.Ф. Трачевская // Промышленная теплотехника.–1985.–№ 2.–с.49-51.

3. Обработка свекловичной стружки токами СВЧ /В.А. Шулика, М.П. Купчик, Л.Г. Ворона, Л.А. Федоренченко // Электронная обработка материалов.– 1985.–№ 4.–с. 70-72.

4. Влияние электрического поля на ультраструктуру биомембран и массоперенос через них /А.Б. Матвиенко, В.В. Манк, М.П. Купчик, В.А. Шулика: Тез. докл. 5-й Всесоюзной конференции «Электрофизические методы обработки пищевых продуктов». Москва.– 1985.–с.194. ДСП.

5. Электрообработка свекловичной стружки комбинированным способом / В.А.Шулика, И.С.Гулый, М.П.Купчик, Л.Г.Ворона// пищ.пром-ть: Республ. межвед. науч.-техн. сб.–вып. 33. с. 61-65.

6. Положительное решение по заявке № 4182088/31-13 от 03.12.87 года.

Таблица 2

Показатели	Способ обработки свекловичной стружки	
	типовой	предлагаемый
Доброкачественность диффузионного сока, %	85,3	87,6
Доброкачественность сока второй сатурации, %	89,5	90,9
Доброкачественность сиропа, %	89,7	91,1
Потери сахарозы в отработанном сырье, % к массе жома	0,95	0,8
Расход топлива на технологические нужды, кг/т	47,4	46
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	–	2,5
Экономическая эффективность, тыс.руб	–	100

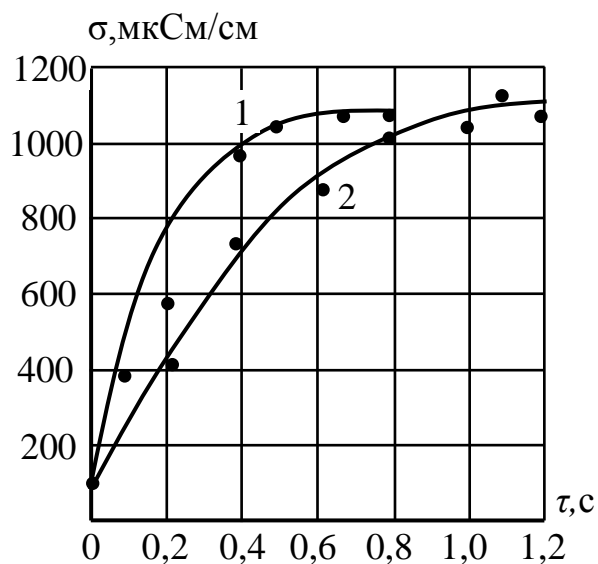


Рис.1. Зависимость удельной электропроводности свекловичной ткани от продолжительности воздействия электрического поля, 150 В/см.
1 – переменный ток; 2 – постоянный ток.

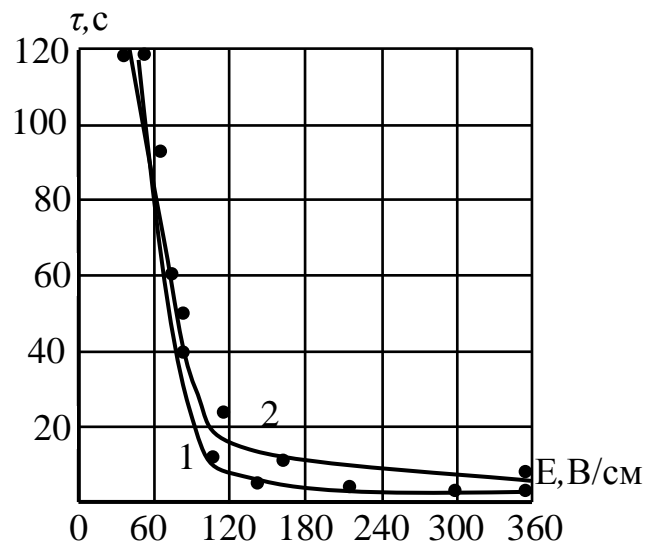


Рис.2. Зависимость времени электроплазмолиза от напряженности электрического поля.

1 – переменный ток; 2 – постоянный ток.

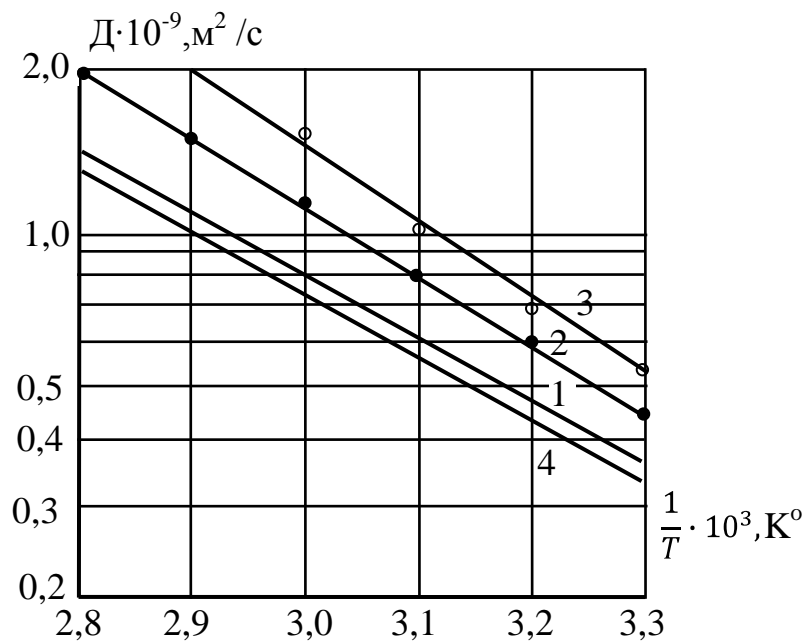


Рис.4. Температурные зависимости коэффициента диффузии сахарозы в свекле при обработке свекловичной стружки: 1– постоянным током; 2– переменным током; 3– комбинированная схема; 4– без обработки.

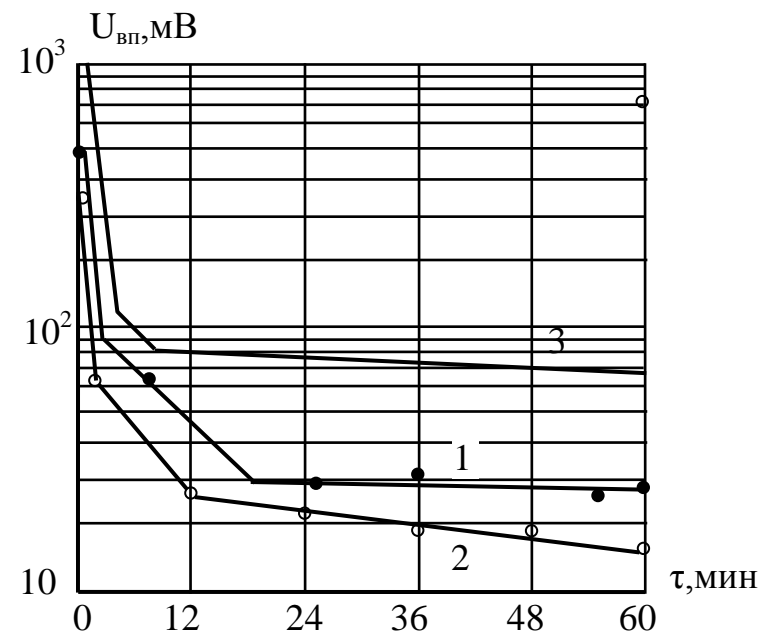


Рис.3. Временные характеристики потенциала ВП при комбинированной электрообработке, переменный ток ($E=150 \text{ В/см}$, $\tau=0,9 \text{ с}$) + постоянный ток ($E=150 \text{ В/см}$): 1– $\tau=0,3 \text{ с}$; 2– $\tau=0,1 \text{ с}$; 3– $\tau=0,9 \text{ с}$.

Таблица 1

Влияние электрической обработки свекловичной стружки на технологические показатели процесса экстрагирования сахарозы

Вид обработки	Свекловичная стружка				Свекловичный сок				Диффузионный сок				Сахар в жоме, % по массе жома	
	Дг, %	Длина на 100 г, м	Проводимость до после обработки, мкСм/см		СВ, %	Сх, %	Дб, %	pH ₂₀	СВ, %	Сх, %	Дб, %	pH ₂₀		Цветность, ед.оп т.плотн.
Без обработки, t _{диф} =70 °С	16,6	12,0	–	–	21,8	18,7	81,1	6,20	11,4	9,60	84,2	6,50	3007	2,5
Переменный ток, U=380 В, I=5 А, t _{диф} =60 °С	16,8	12,0	260	740	23,0	18,5	82,0	6,25	13,0	11,4	85,7	6,58	3332	1,3
Комбинированная обработка, U=380 В, I=8-10 А, t _{диф} =60 °С	16,6	12,2	290	1200	24,4	19,9	84,1	6,23	13,4	12,1	89,1	6,67	1387	1,1

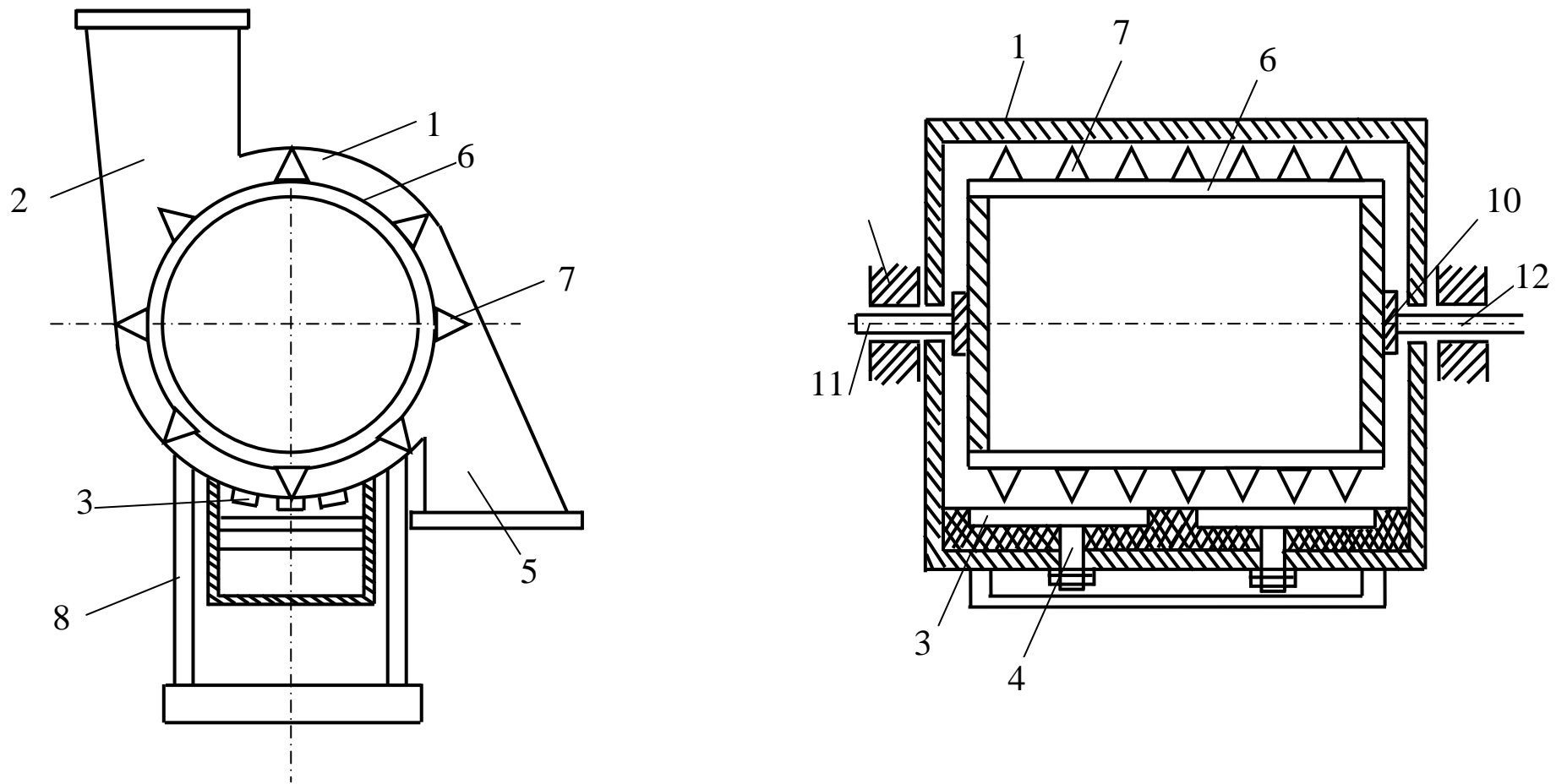


Рис.5. Конструкция непрерывнодействующего аппарата для комбинированной электрообработки свекловичной стружки

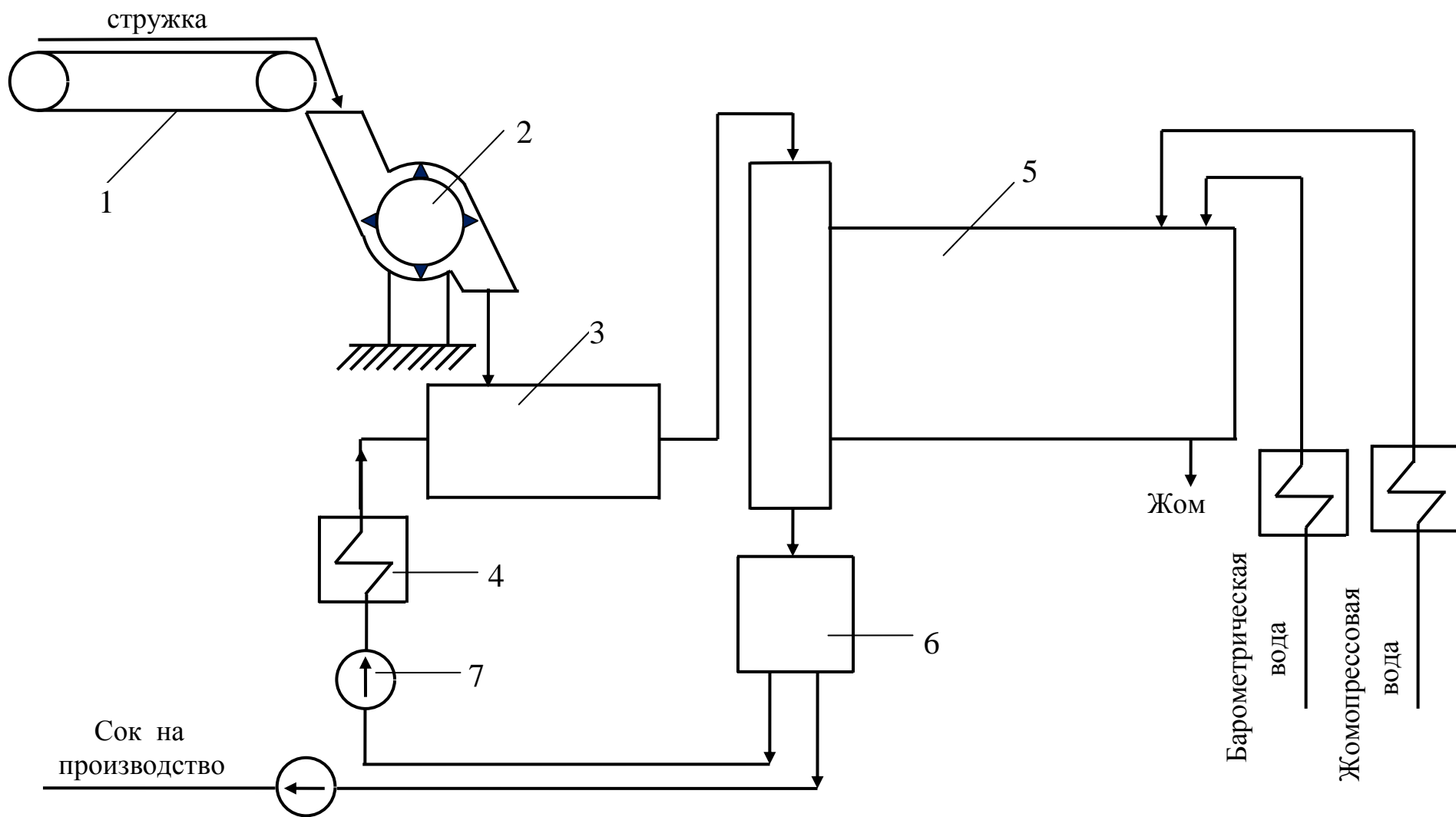


Рис.6. Аппаратурно-технологическая схема диффузионного отделения завода