И. Г. Бажал, М. П. Купчик,
Л. Г. Ворона, Н. С. Карпович,
Ю. Ф. Цюкало, Н. У. Фищук, В. А. Шулика

г. Киев

Экстракция сахара из свеклы в электрическом поле

Известны многочисленные методы интенсификации массообмена при экстракции сахара из свеклы — низкочастотные механические колебания [1], пульсации ультразвука [2, 3], барботаж, кипение под вакуумом [4] и др.

Сравнение способов интенсификации процесса экстракции показало, что во всех случаях его кинетика имеет один и тот же характер, влияние различных факторов на процесс весьма сходно, главную роль играет увеличение активной поверхности стружки.

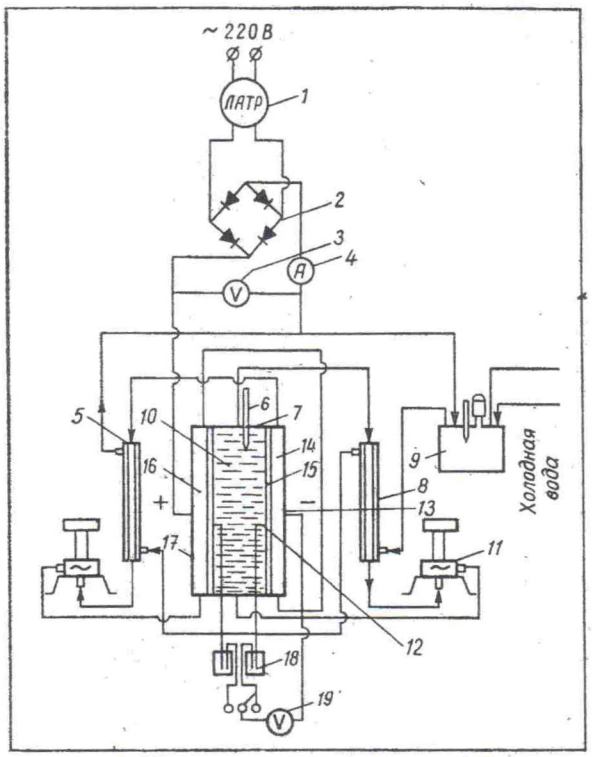
Анализ факторов, значительно влияющих на экстракцию, показал, что для интенсификации извлечения сахара из свеклы и получения высококачественных диффузионных соков необходимо вести ее в поле постоянного электрического тока [5].

Новый метод получения максимальной очистки соков следует изучать в процессе самой экстракции.

Лабораторная установка для исследования экстракции сахара из свекловичной стружки в замкнутом периодическом процессе при наложении поля постоянного электрического тока представлена на рис. 1. Она состоит из экстрактора *7*, термостатированных емкостей для сока *8* и воды для промывки электродных камер *5*, насосов *11*, ультратермостата *U*-3 *9*, контура для подачи электрической энергии на электроды экстрактора и измерения ее расхода, включающего в себя автотрансформатор ЛАТР-1М *1*, выпрямитель ВСА-4 *2*, амперметр М-104 *4* и вольтметр Д-566 *3*, и контура для контроля напряженности электрического поля в слое свекловичной стружки, в состав которого входит высокоомный потенциометр Щ-1312 *19*, хлорсеребряные электроды *18* и капилляры-зонды *12*. В качестве экстрактора использовалась электролитическая ячейка из диэлектрика, разделенная ионообменными мембранами *15* на три камеры; катодную *14*, среднюю *10*, анодную *16*. Токопроводящими элементами служили пластины из титана *13* и графита *17*. Температура в слое стружки измерялась термометром *6*. Расстояние между электродами 50 мм.

Опыты проводились следующим образом. Свекла измельчалась диффузионными ножами на специальном станке. Стружка загружалась в среднюю

Рис. 1. Схема экспериментальной установки для экстрагирования в электрическом поле (пояснения в тексте)



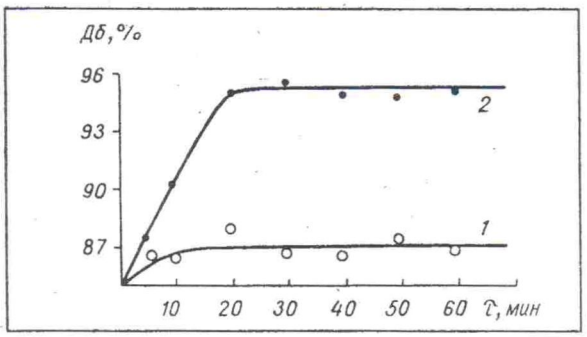
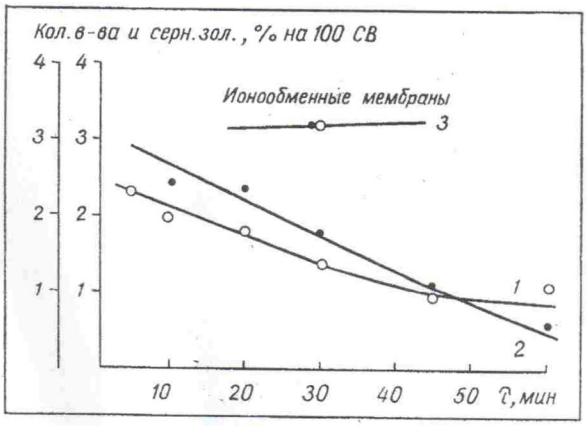


Рис. 2. Изменение доброкачественности диффузионного сока во времени без электрического поля (1) и с его наложением (2)

камеру ячейки, на электроды подавалось постоянное электрическое напряжение. Через электродные камеры во время опытов прокачивали 5% раствор NaCl с постоянной температурой. После загрузки стружка тут же заливалась водой, имеющей температуру 60°С, которая циркулировала по замкнутому контуру через среднюю камеру и термостатируемую емкость для сока при заданной напряженности электрического поля определенное время до выравнивания концентраций сахара и сухих веществ в стружке и соке. Затем, не снимая электрического напряжения, раствор сливали и определяли цветность, содержание сухих веществ, сахара, коллоидов и золы по известным методикам [6]. Частично обессахаренная стружка выгружалась из ячейки, а в среднюю камеру помещалась новая ее порция. Ячейка выдерживалась в тех же условиях, а продолжительность каждого последующего опыта увеличивалась. Соотношение твердой и жидкой фаз в

Рис. 3. Изменение содержания коллоидных вещества (1) и сернокислой золы (2) во времени при наложении электрического поля и без него (3)



экстракторе 1:1,2—1:1,4. Опыты проводились 49—50°С и напряженности электрического 10 В/см. Параллельно проводились опыты в те условиях без наложения электрического поля

На рис. 2 приведены данные по изменению рокачественности сока во времени с электриче полем и без него.

Сравнение качества диффузионного сока, ченного при наложении электрического поля поля, показало, что поле постоянного электр кого тока способствует менее интенсивному ходу несахаров в диффузионный сок. Этим с няется то, что количество коллоидов, сернок золы и цветных веществ (рис. 3, 4) в условия ложения электрического поля меньше, чем обычной экстракции.

Таким образом, экспериментальные данны качестве экстрагента позволяют заключить, электрическое поле интенсифицирует экстра сахара из свекловичной стружки и обеспечива аналогии с электрофильтрованием [7] удержи несахаров клеточного сока непосредственно в них свекловичной стружки и удаление части з ролитов вследствие электродиализа [8] через товые мембраны.

На основе проведенных исследований раз тана опытная электродиффузионная установка ного типа, схема которой показана на рис. 5.

Диффузионный аппарат шахтного типа, уст ленный на Втором сахарном заводе им. Петро го, состоит из сборных секций *6*, предназначе для электрообработки свекловичной стружки, электродных секций *4*, задвижек *1* для выг жома и бункера *7* для загрузки свеклов стружки.

Электродные секции *6* содержат патрубки подвода и вывода раствора электролита или ионообменные мембраны *15*, образующие с э родами *14* (катод, анод) электродные камеры, назначенные для промывки электродов от га разных продуктов электролиза раствора элект та и удаления перешедших из диффузионного несахаров. Внутри электродных камер поме перфорированные и гофрированные пластины, раняющие соприкосновение мембран с элект ми. Для защиты мембран от повреждения уст лены перфорированные решетки.

Безэлектродные секции *4* содержат экран щие заземляющие шины *13*, токопроводящие ст ни и токоотвод. Аппарат снабжен патрубками подвода питательной воды, отбора проб по вы шахты *17, 18, 19* и вывода диффузионного сок зрительными стеклами *5* и пробоотборником *1*

Во время работы электродиффузионной установки свекловичная стружка подается пластинчатым транспортером в загрузочный бункер *7* и перемещается по шахте сверху вниз. Питательная вода через смеситель *8*, устройство для измерения температуры *9* и расходомер *10* направляется в нижнюю безэлектродную секцию *4* диффузионного аппарата. Экстракция сахара из стружки осуществляется в электрическом поле напряженностью 5—15 В/см. Соотношение твердой и жидкой фаз в аппарате 1:1,2. Для проведения процесса в указанном режиме предусмотрено электропитание секций от тиристорного агрегата *11*. Промывка электродных камер осуществляется по замкнутому контуру автономно с помощью насосов *2* и сборников *3*, *16*, что позволяет избегать потерь электроэнергии за счет утечек тока по солевому раствору. Очищенный диффузионный сок из диффузии поступает в производство, а жом, выгружаемый задвижками *1*,— по трубопроводу на транспортер.

Экспериментальные исследования по экстракции

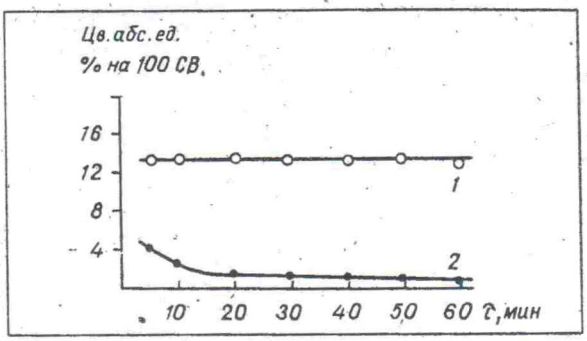
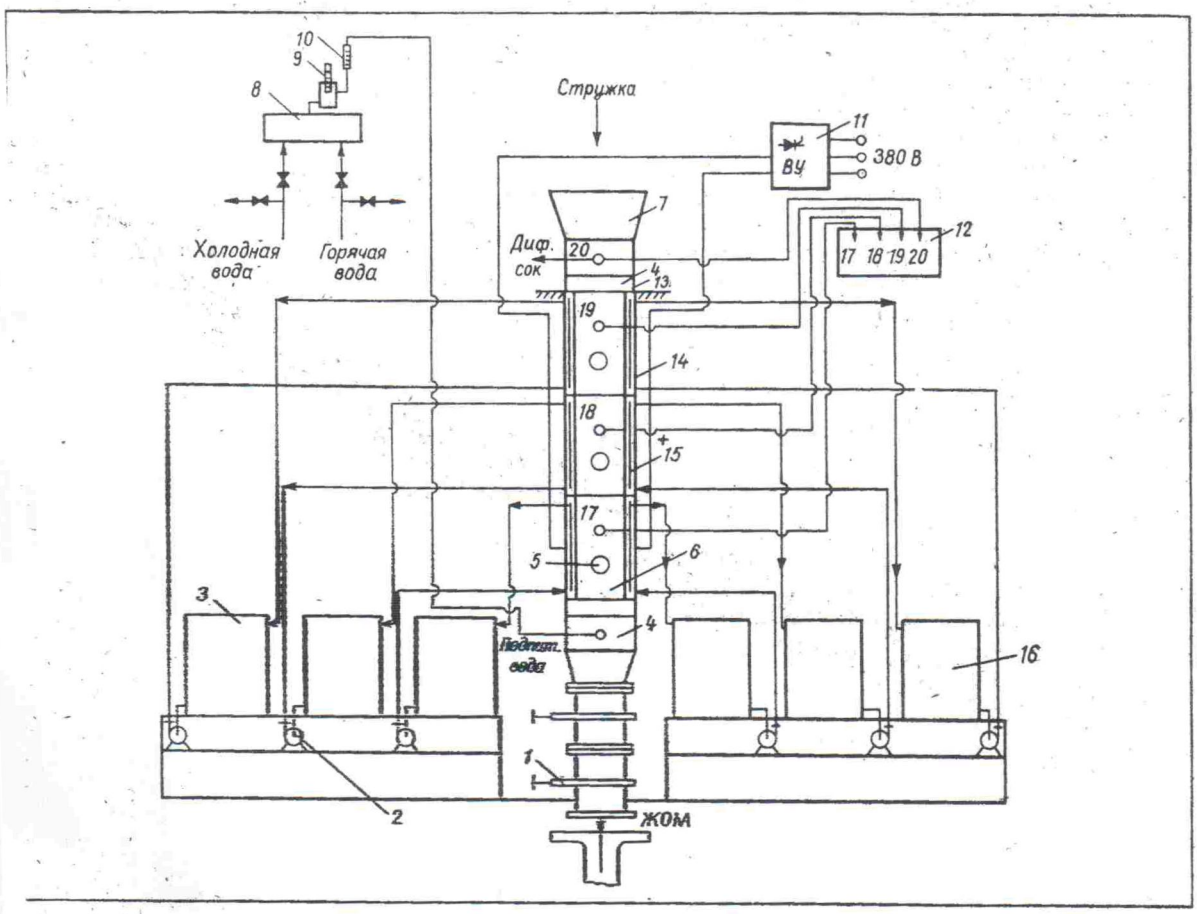


Рис. 4. Изменение содержания красящих веществ во времени без наложения электрического поля (1) и с его наложением (2)

сахара из свеклы на такой электродиффузионной установке показали (рис. 6), что электрическое поле интенсифицирует экстракцию (кривая *1*).

Рис. 5. Схема опытной электродиффузионной установки шахтного типа (пояснения в тексте)



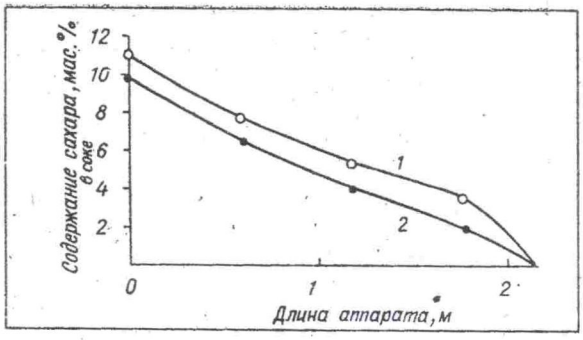


Рис. 6. Экстракционные кривые опытного электродиффузионного аппарата.
1 — противоток с полем, 2 — без поля

Для эффективного проведения экстракции в электрическом поле свекловичную стружку в начале процесса достаточно подвергнуть воздействию электрического поля напряженностью не более 15 В/см с последующим его снижением до 5—7 В/см. При этом необратимо скоагулированные в свекловичной стружке белковые и коллоидные вещества в начале процесса удерживаются в ней до завершения экстракции сахара, обеспечивая высокое качество диффузионного сока.

Кроме того, в начале процесса свекловичную стружку можно интенсивно прогреть за счет более высокой концентрации электролитов диффузионного сока, покидающего шахту, и соответственно большей плотности электрического тока в головной части аппарата. В дальнейшем температурный режим поддерживается на заданном уровне (50–55°С), так как концентрация электролитов в соке по ходу движения стружки уменьшается. В результате повышается эффективность обработки сырья в электрическом поле, ускоряется диффузия сахара в производстве сахарной свеклы.

Литература

1. *Буренков Н. А.* Исследование процесса фильтрации и экстракции при вибрировании.— Автореф. канд. дис. Киев, 1953.

2. *Бенин Г. С.* О применении ультразвука в сахарном производстве. — Сахарная промышленность, 1964, № 5, с. 15—21.

3. *Гарлинская Е. И., Беззубов А. Д.* Ультразвук и путь его применения в пищевой промышленности. М.: Пищепромиздат, 1955, с. 196.

4. *Лысянский В. М.* Способ выщелачивания свекловичной стружки и экстракции других материалов. Авт. свид. СССР № 97418. — Бюл. изобр. и откр. 1958, № 3, с. 69.

5. *Бажал И. Г., Гулый И. С., Ворона Л. Г., Купчик М. П. и др.* Авт. свид. СССР № 854984.— Бюл. изобр. и откр., 1981, № 30.

6. Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства. Киев, УкрНИИНТИ, 1970, с. 439.

7. *Куриленко О. Д., Бажал И. Г., Гребенюк В. Д. и др.*— Проблеми електрофільтрування рідин.– Вісник АН УРСР, 1975, № 3, с. 29—36.

8. *Бобровник Л. Д.* Электроионитная очистка полупродуктов сахарного производства. Киев, УкрНИИНТИ, 1968, с. 68.

Поступила 15.IX 19