

САХАР

ISSN 2413-5518
Выходит в свет с 1923 г.

95 лет

4 2018

ЖУРНАЛ ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ, АГРОНОМОВ, ТЕХНОЛОГОВ АПК

рынки аграрной продукции ■ лучшие мировые практики ■ экономика ■ маркетинг ■ консультации экспертов

25 лет

на пике инновационных технологий



ВОЛГОХИМНЕФТЬ

Пресс-грануляторы «Амандус Каль» – мощные и надёжные

Прессы КАЛЬ с плоской матрицей – это:

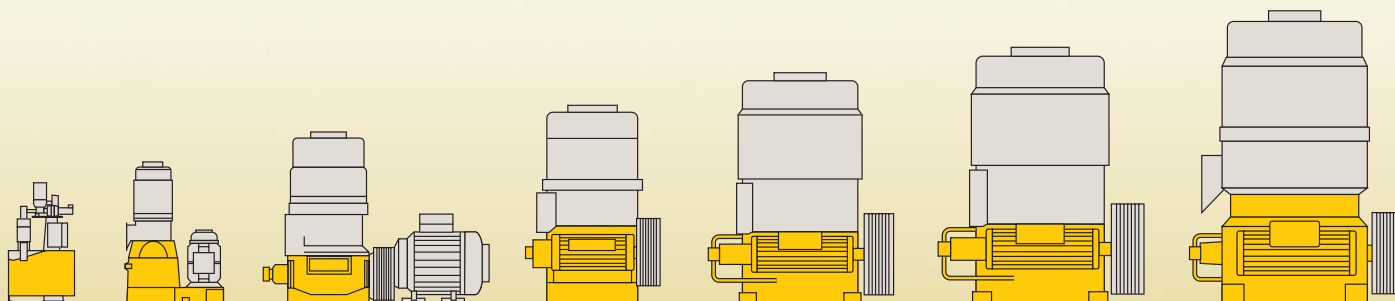
- непрерывный режим работы в течение длительного времени
- возможность регулировок непосредственно в процессе работы прессы
- экономичная эксплуатация с постоянно высоким качеством гранул

Важнейшие характеристики прессов Каль:

- подача жома сверху свободным потоком без образования затора
- максимально равномерное распределение жома в камере прессования
- большая рабочая камера в качестве дополнительного буфера при неравномерной подаче жома
- низкий уровень шума
- не требуется регулировка роликов или центровка матрицы при замене бегунковой головки и матрицы
- низкая скорость движения роликов по окружности (2,5 м/с) обеспечивает:
 - ⇒ низкий износ роликов и матриц
 - ⇒ не допускает пробуксовывания жома перед прессованием
 - ⇒ низкий расход смазки по сравнению с другими производителями



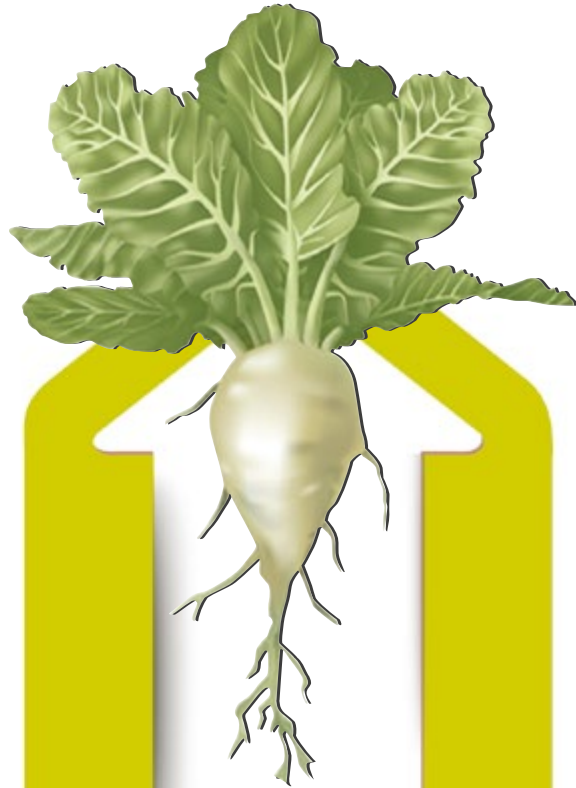
Отличное качество гранул, длительный срок службы и быстрая замена матриц – непревзойдённая эффективность прессов КАЛЬ!



Бетарен® 22, МКЭ

110 Г/Л ФЕНМЕДИФАМА + 110 Г/Л ДЕСМЕДИФАМА

**ПОСЛЕВСХОДОВЫЙ ГЕРБИЦИД
ДЛЯ БОРЬБЫ С ОДНОЛЕТНИМИ
ДВУДОЛЬНЫМИ СОРНЯКАМИ,
В ТОМ ЧИСЛЕ ЩИРИЦЕЙ
НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**



CVS
система управления вегетацией

ЛУЧШИЙ СРЕДИ РАВНЫХ



- Быстрая гибель сорняков благодаря высокой проникающей способности за счет МКЭ
- Высокая эффективность при сниженной концентрации действующих веществ
- Снижение гербицидной нагрузки на почву
- Визуальный эффект уже через сутки после применения
- Щадящая и бережная защита культуры



**ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ**

российский аргумент защиты

www.betaren.ru

ЖУРНАЛ ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ,
АГРОНОМОВ, ТЕХНОЛОГОВ АПК
Выходит 12 раз в год

Учредитель

Союз сахаропроизводителей
России



Основан в 1923 г., Москва

Руководитель проекта

А.Б. БОДИН

Главный редактор

О.А. РЯБЦЕВА

Редакционный совет

И.В. АПАСОВ, канд. техн. наук
А.Б. БОДИН, инж., эконом.
В.А. ГОЛЫБИН, д-р техн. наук
М.И. ЕГОРОВА, канд. техн. наук
С.Д. КАРАКОТОВ, д-р. хим.наук,
действительный член (академик) РАН
Ю.М. КАЦНЬЕЛЬСОН, инж.
Ю.И. МОЛОТИЛИН, д-р техн. наук
А.Н. ПОЛОЗОВА, д-р эконом. наук
Р.С. РЕШЕТОВА, д-р техн. наук
С.Н. СЕРЁГИН, д-р эконом. наук
А.А. СЛАВЯНСКИЙ, д-р техн. наук
В.А. СОТНИКОВ, д-р техн. наук, проф.
В.И. ТУЖИЛКИН, член-корр. РАН
И.Г. УШАЧЁВ, действительный член
(академик) РАН
Р.У. ХАБРИЕВ, д-р мед. наук, проф.
действительный член (академик) РАН
П.А. ЧЕКМАРЁВ, действительный член
(академик) РАН

Editorial Board

I.V. APASOV, PhD in Engineering
A.B. BODIN, eng., economist
V.A. GOLYBIN, Dr. of Engineering
M.I. EGOROVA, PhD in Engineering
S.D. KARAKOTOV, Dr. of science Chemistry,
full member (academician) of the RAS
YU.M. KATZNELSON, eng.
YU.I. MOLOTILIN, Dr. of Engineering
A.N. POLOZOVA, Dr. of Economics
R.S. RESHETOVA, Dr. of Engineering
V.A. SOTNIKOV, Dr. of Engineering, prof.
S.N. SERYOGIN, Dr. of Economics
A.A. SLAVYANSKIY, Dr. of Engineering
V.I. TUZHILKIN, correspondent member
of the RAS
I.G. USHACHJOV, full member (academician)
of the RAS
R.U. KABRIEV, MD, PhD, DSc, prof., full member
(academician) of the RAS
P.A. CHEKMARYOV, full member (academician)
of the RAS

Редакция

О.В. МАТВЕЕВА,
выпускающий редактор
Е.А. ЧЕКАНОВА, старший редактор
В.В. КОЗЛОВА, редактор-корректор

Графика

О.М. ИВАНОВА

Адрес редакции: Россия, 121069,
г. Москва, Скатертный пер., д. 8/1, стр. 1.

Тел./факс: 8 (495) 690-15-68

Моб.: 8 (985) 769-74-01

E-mail: sahar@saharmag.com

www.saharmag.com

ISSN 2413-5518

© ООО «Сахар», «Сахар», 2018

НОВОСТИ

4

САХАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

- В.А. Сотников, Т.Р. Мустафин** и др. Обоснование применения ферменто-антисептрирующих препаратов при переработке дефектной свёклы **18**
- Л.С. Рудюк, Д. Пайе, Ф. Бонненфан.** Ионообменные технологии в сахарной промышленности. Обессахаривание мелассы и декальцинация сока **26**
- Е.И. Воробьёв, Ф. Майшак.** Селективное извлечение сахарозы из свёклы методом электроплазмолиза и его влияние на технологию сахарного производства *(окончание)* **28**
- Л. Рожа, Я. Рожа** и др. Достижения в кристаллизации сахара. Оборудование и контроль **38**
- Л.А. Верхола.** Проектирование теплотехнологического комплекса с оптимизацией отбора диффузионного сока **48**
- Н.А. Косиченко.** Современные средства отбора проб и контроля качества сахарной свёклы **58**
- О.О. Кривошеев.** Новые возможности полимерных ТВС в производстве белого сахара **60**
- В.Н. Кухар, В.Д. Саповский** и др. Оптимизация работы диффузионной установки колонного типа методом усовершенствования конструкции ошпаривателя **64**

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

- А.Б. Бодин, А.К. Бондарев.** Актуальные задачи развития конкуренции **74**

ЮБИЛЕЙ

- М.Р. Азрилевич.** Журналу «Сахар» – 95 лет **78**

Спонсоры годовой подписки
на журнал «Сахар» для победителей конкурсов:
Лучшее свеклосеющее хозяйство России 2017 года
Лучшие сахарные заводы России
и Евразийского экономического союза 2017 года



NEWS

4

SUGAR PRODUCTION

V.A. Sotnikov, T.R. Mustafin and oth. Substantiation for application of enzyme-antiseptic agents during defective beets processing **18**

L. Rudiuk, D. Paillat, P. Bonnenfant. Ion-exchange technologies in sugar industry. Molasses desugarization and juice decalcifying **26**

E. I. Vorobiev, F. Majchrzak. Selective recovery of sucrose from sugar beet by electropasmolysis and its influence on sugar technology (*ending*) **28**

L. Rozsa, J. Rozsa and oth. Advances in Sugar Crystallization. Instruments and Control **38**

L.A. Verkhola. Engineering the heat-technological complex with optimization of raw juice sampling **48**

N.A. Kosichenko. Modern tools for sampling and control of sugar beet quality **58**

O.O. Krivosheev. New possibilities of polymer technological aids in white sugar production **60**

V.N. Kuhar, V.D. Sapovskiy and oth. Optimizing of column type extraction plant functioning by upgrade of scalding construction **64**

EXPERT'S OPINION

A.B. Bodin, A.K. Bondarev. Up-to-date tasks of competition development **74**

JUBILEE

M.R. Azrilevich. Sahar magazine – 95 **78**

Читайте в следующих номерах:

- **Е.Н. Васильченко, Е.О. Колесникова.** Гаплоидный партеногенез как перспективный приём получения гомозиготных линий сахарной свёклы
- **С.В. Киселёв, М.В. Сидак.** Новые инструменты трейдинга как фактор роста биржевой торговли сахаром в России
- **Н.Г. Кульнева, А.С. Губин, Г.Э. Бираро.** Разработка и обоснование способа получения сахара с биологически активными добавками
- **М.В. Колесникова, Н.В. Безлер, М.А. Смирнов.** Штамм *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 в технологии возделывания сахарной свёклы и его влияние на продуктивность культуры
- **В.П. Ошевнев, Н.П. Грибанова, Е.Н. Васильченко.** Фенотипическая раздельноплодность компонентов гибридов сахарной свёклы на основе ЦМС
- **О.К. Боронтов, Л.Н. Путилина, П.А. Косякин.** Природные и антропогенные факторы, определяющие технологическое качество и урожайность сахарной свёклы в условиях ЦЧР
- **А.Н. Полозова, Р.В. Нуждин** и др. Бизнес-анализ вероятности банкротства организаций на основе ключевых индикаторов

Реклама

ООО «ВПО «Волгохимнефть»	(1-я обл.)
Представительство Коммандитного товарищества	
«Амандус Каль ГмбХ и Ко.КГ»	(2-я обл.)
ООО «Техинсервис Инвест»	(3-я обл.)
ООО «НТ-Пром»	(4-я обл.)
АО «Щёлково Агрохим»	1
ООО «НПП «Макромер»	
им. В.С. Лебедева	5
ООО «Директ Медиа Сервис» (АО «Байер»)	7
proMtec Theisen GmbH	9
Neltec Denmark A/S	10
ЗАО «Каваками Паркер»	13
ООО «Кельвион Машинпэкс»	15
ООО «АМФ-БРУНС РУССЛАНД»	16
ИП Сотников Валерий Александрович	25
ООО «Техинсервис Инвест»	26
ТЕХНОEXPORT, a.s.	36
ООО «КВС РУС»	37
ООО «Теплоком Инжиниринг»	48
ООО «Свема РУС»	55
АО «Ридан»	56
ООО «ЛАБТЕХМОНТАЖ»	57
ООО «Соленис Евразия»	60
ООО «БСА»	72
ООО «Пуч»	76
ООО НПЦ «Новые технологии»	77
ООО «Флоримон Депре»	колонтитулы
АО «Щёлково Агрохим»	колонтитулы
ООО «НТ-Пром»	колонтитулы

Требования к макету

- Формат страницы**
- обрезной (мм) – 210×290;
 - дообрезной (мм) – 215×300;
 - дообрезной (мм) – 215×215 (1-я обл.)
- Программа вёрстки**
- Adobe InDesign (с приложением шрифтов и всех иллюстраций в соответствии с требованиями, приведёнными ниже)
- Программа подготовки формул**
- MathType
- Программы подготовки иллюстраций**
- Adobe Illustrator;
 - Adobe Photoshop
- Формат иллюстраций**
- изображения принимаются в форматах TIFF, PDF, PSD и EPS;
 - цветовая модель – CMYK;
 - максимальное значение суммы красок – 300%;
 - шрифты должны быть переведены в кривые или прилагаться отдельно;
 - векторные иллюстрации должны быть записаны в формате EPS;
 - разрешение растра – 300 dpi (600 dpi для Bitmap)
- Формат рекламных модулей**
- модуль должен иметь строго типовой размер плюс вылеты со всех сторон по 5 мм (ArtBox=BleedBox=TrimBox+bleeds), строго по центру листа
 - масштаб – 100%;
 - без приводных крестов, контрольных шкал и обрезных меток;
 - важные элементы дизайна не должны находиться ближе 5 мм от линии реза;
 - должны быть учтены требования к иллюстрациям

Подписано в печать 26.04.2018.
 Формат 60x88 1/8. Печать офсетная.
 Усл. печ. л. 9,34. 1 з-д 900. Заказ
 Отпечатано в ООО «Армполиграф»
 115201, г. Москва, 1-й Варшавский проезд,
 д. 1 А, стр. 5.
 Тираж 1 000 экз.
 Журнал зарегистрирован
 в Министерстве РФ по делам печати,
 телерадиовещания и средств
 массовых коммуникаций.
 Свидетельство
 ПИ №77 – 11307 от 03.12.2001.

Индия готовится экспортировать сахар. По оценкам Индийской ассоциации сахарных заводов (ISMA), производство сахара в Индии в 2018 г. составит 29,5 млн т. При уровне потребления в 25 млн т объём излишков составляет более 4 млн т.

Союзроссахар, 22.03.2018

Индия: задолженность по сахарному тростнику может достигнуть рекордных 3,8 млрд долл. США. В Индии в текущем сезоне объём просроченной задолженности по оплате за сахарный тростник перед фермерами может превысить рекордные 250 млрд рупий (3,8 млрд долл. США) из-за низкого уровня мировых цен на сахар. Заводы в настоящее время должны фермерам примерно 200 млрд рупий, однако эта цифра будет расти, если правительство не предложит решения для экспорта излишков продукции.

www.sugar.ru, 18.04.2018

Бразилия: RAW и Alvean доминируют в экспорте сахара за 2017 г. По данным компании Williams, обработанным агентством «Рейтер», RAW и Alvean, два предприятия, которые производят и экспортируют сахар, вместе экспортировали почти 40 % всего объёма экспорта сахара из Бразилии в 2017 г. Согласно данным, экспорт сахара из Бразилии составил 24,89 млн т в прошлом году.

www.sugar.ru, 22.03.2018

Египет ищет новые рынки сбыта для мелассы и свекловичного жома. За последние 10 лет Египет значительно расширил свой экспорт мелассы и гранулированного свёкловичного жома (ГСЖ). Если 10 лет назад страна отгрузила только 100 тыс. т ГСЖ, то в последние три сезона это количество возросло до 450–500 тыс. т. В сезоне 2017/18 г. египетская сахарная индустрия может произвести, по оценкам, 375–400 тыс. т тростниковой и около 500 тыс. т свёкловичной мелассы.

www.F.O. Licht, 28.03.2018

ЕС: темпы сева сахарной свёклы существенно ниже прошлогодних. Дожди и низкие температуры задерживают сев сахарной свёклы в Европейском союзе, что может сказаться на производстве в текущем сезоне. Производство сахарной свёклы в ЕС выросло в прошлом году после того, как фермеры увеличили посевные площади перед отменой системы квотирования на сахар, а благоприятные погодные условия позволили повысить урожайность свёклы. По первоначальным прогнозам, посевные площади в ЕС оценивались на уровне прошлого года, так как многие фермеры следуют обязательствам по предварительным контрактам с производителями сахара.

www.rossahar.ru, 30.03.2018

Сахар подешевел до минимума за два с половиной года на ожиданиях роста поставок из Индии и Таиланда. Майские фьючерсы на сахар-сырец подешевели в ходе торгов на ICE в среду на 1,1 %, их цена опустилась ниже \$0,12 за фунт впервые с сентября 2015 г.

www.sugar.ru, 12.04.2018

Deleplanque и SUET совместно приобрели немецкую семенную компанию Strube. Компании Deleplanque&Cie и SUET Saat- und Erntetechnik GmbH полностью выкупили группу немецкой семенной компании «Strube» в долевом соотношении 60 % (Deleplanque) и 40 % (SUET). Соглашение о покупке было подписано 23 марта в Берлине и вступает в силу 3 апреля.

www.sugar.ru, 17.04.2018

Игорь Козубенко: внедрение IT-технологий в АПК позволит снизить себестоимость сельхозпродукции практически на треть. Директор департамента развития и управления информационными ресурсами И. Козубенко выступил с докладом «Цифровизация АПК – основной драйвер роста». Он рассказал о большом экспортном потенциале, которым обладает Россия, и отметил, что в прошлом году экспорт сельхозпродукции и продовольствия увеличился на 21,1 % – до 20,7 млрд долл. Всего за 13 лет Россия увеличила производство продукции АПК на 96,1 %.

www.mcx.ru, 23.03.2018

Минсельхоз России: кредитование сезонных полевых работ выросло на 31,87 %. Минсельхоз России ведёт оперативный мониторинг в сфере кредитования агропромышленного комплекса страны. По состоянию на 22 марта общий объём выданных кредитных средств на проведение сезонных полевых работ вырос до 96,06 млрд р., что на 31,87 % больше, чем на аналогичную дату прошлого года. В частности, АО «Россельхозбанк» выдано кредитов на сумму 87,25 млрд р. (+35,04 %), ПАО «Сбербанк России» – 8,81 млрд р. (+6,97 %).

www.mcx.ru, 26.03.2018

Минсельхоз предложил заменить посеvy сахарной свёклы на сою в южных регионах России. Министерство сельского хозяйства РФ рекомендовало аграриям Южного федерального округа (ЮФО) скорректировать площади посевов сахарной свёклы, заменив их соей или масличными культурами, сообщил ТАСС первый заместитель министра сельского хозяйства РФ Д. Хатуов. По его словам, очень важно, чтобы маржинальность внутреннего и экспортного потенциала удовлетворяла производителей.

www.tass.ru, 26.03.2018

50 ЛЕТ
НАУЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



В этом году на сахарные заводы России организован выезд мобильной микробиологической лаборатории с целью раннего обнаружения бактериологического инфицирования предприятий с выдачей рекомендаций по оперативному устранению этих микробиологических проблем и их профилактике

- ▶ **Пенегасители ЛАПРОЛ**
- ▶ **Антинакипины**
- ▶ **Кристаллообразователи**
- ▶ **Дозирующие устройства**
- ▶ **ПАВ: ЭСТЕР С, ЭСТЕРИН А**
- ▶ **Антисептики: «Бетасепт», «Декстрасепт»**

ДО ПОСЛЕДНЕЙ КАПЛИ...

Иван Лебедев подвёл итоги реализации мер господдержки АПК в 2017–2018 гг. 26 марта статс-секретарь – заместитель министра сельского хозяйства России И. Лебедев выступил на парламентских слушаниях Комитета Государственной Думы Российской Федерации по аграрным вопросам на тему: «Совершенствование бюджетной поддержки АПК: федеральный и региональный аспекты». Заместитель министра сообщил, что в этом году на развитие АПК выделено 242 млрд р. Он отметил, что в прошлом году более 40 % средств государственной поддержки было направлено на стимулирование инвестиций по приоритетным для отрасли «точкам роста», а это молочное и мясное скотоводство, овощеводство и садоводство, модернизация техники и оборудования. Подробно Лебедев остановился на реализации механизма льготного кредитования аграриев по ставке не выше 5 % годовых, который, по его мнению, является беспрецедентным с точки зрения поддержки сельхозпроизводителей. На сегодняшний день Минсельхозом России уже одобрено к выдаче льготных краткосрочных кредитов на общую сумму около 170 млрд р.

www.mcx.ru, 27.03.2018

Александр Ткачёв: перечень направлений льготного кредитования в АПК будет расширен с 21 апреля. 18 апреля министр сельского хозяйства Российской Федерации А. Ткачёв провёл оперативное совещание с заместителями министра и директорами департаментов Минсельхоза России по вопросам льготного кредитования в 2018 г., мерам регулирования рынка молока, ходу проведения весенних полевых работ и другим вопросам. Министр сообщил, в частности, что с 21 апреля 2018 г. вступают в силу поправки в приказ Минсельхоза России № 24, которыми расширен перечень направлений льготного кредитования. «Теперь можно получать кредиты на закупку зерна, выращенного в Сибири и на Урале. Мы включили в перечень также реконструкцию и модернизацию строительства птицеводческих комплексов и продлили на год возможность получения льготных инвесткредитов для свиноводческих комплексов», – уточнил Ткачёв.

www.mcx.ru, 19.04.2018

Правительство поддержит предложение Минсельхоза о продлении нулевой пошлины на экспорт зерна минимум на два года, заявил вице-премьер А. Дворкович. При этом, по его мнению, продлить действие нулевой пошлины можно и на более длительный срок. «Предсказуемость важна, поэтому можно и на пять лет», – подчеркнул вице-премьер. По прогнозу Минсельхоза, экспорт зерна из России в текущем сельхозгоду (завершится в июле) составит 52–53 млн т.

www.exp.idk.ru, 13.04.2018

В 2018 г. исполняется 95 лет с момента основания журнала «Сахар». В связи с этой праздничной датой подписка на электронную версию журнала «Сахар» на 2018 г. объявляется бесплатной (обычная стоимость годовой подписки составляет 4 200 р. для российских читателей и 4 800 р. для читателей из стран ближнего и дальнего зарубежья). От имени редакции и учредителя журнала «Сахар» некоммерческой организации «Союзроссахар» благодарим своих постоянных и приветствуем новых читателей и, конечно, авторов и рекламодателей!

Запросы на подписку просим направлять на адрес редакции sahar@saharmag.com с пометкой «бесплатная подписка».

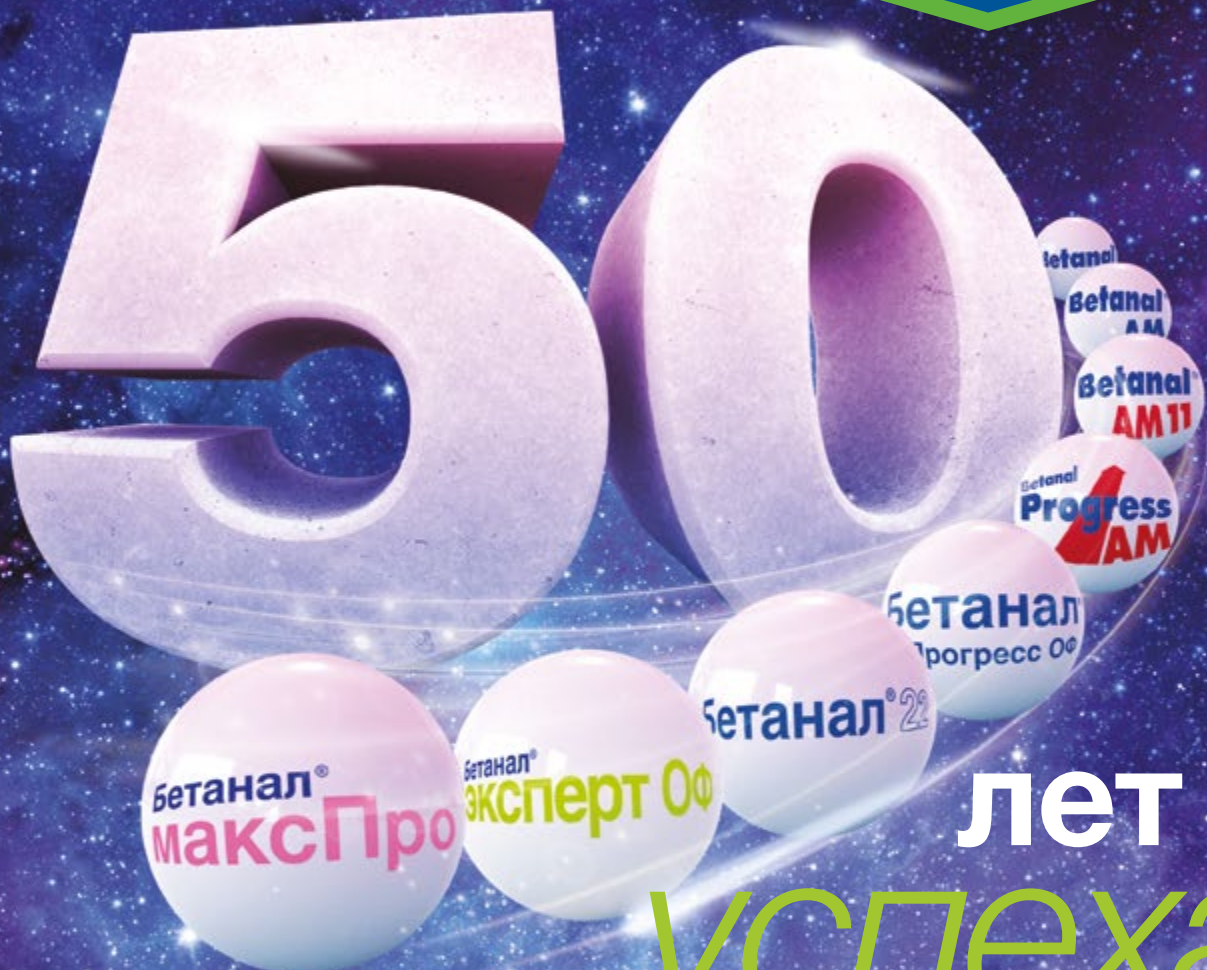
Евгений Громыко выступил на круглом столе в Совете Федерации по вопросам взаимодействия ЕАЭС и ЕС. 17 апреля в Совете Федерации Федерального Собрания РФ под эгидой Комитета по международным делам состоялся круглый стол по вопросам сопряжения интеграционных объединений ЕАЭС и ЕС, в котором принял участие заместитель министра сельского хозяйства РФ Е. Громыко. На заседании с докладами выступили эксперты министерств и ведомств, которые высказали разносторонние мнения о налаживании диалога между странами-участниками двух союзов. Лейтмотивом обсуждения стала уверенность в том, что между Евразийским экономическим союзом и Европейским союзом, несмотря на политические барьеры, возможно позитивное сотрудничество, основанное на взаимодействии экономик, контактах бизнес-сообщества, принципах международного права.

www.mcx.ru, 18.04.2018

Правительство РФ: Доктрина продовольственной безопасности выполнена. Правительство РФ заявило о том, что основные показатели Доктрины продовольственной безопасности в 2017 г. достигнуты. В документе отмечены важнейшие для России продукты и минимальный уровень их собственного производства. По многим параметрам, таким как производство зерна, сахара, растительного масла и картофеля, произошло превышение порогового значения, указанного в Доктрине. Так, пшеницы должно быть произведено не менее 95 %, фактически выращено 99,3 %, сахара должно быть не менее 80 %, фактически изготовлено 94,3 %, растительного масла – соответственно 80 и 84 %, картофеля – 95 и 97,6 %. Достигнуты показатели не только по продукции рас-



Бетанал®



лет успеха

Препараты линейки Бетанал® от компании Bayer помогают производителям сахарной свёклы добиваться высоких урожаев уже на протяжении 50 лет.

В 1968 году в СССР впервые была осуществлена поставка и применение препарата Бетанал®. Спустя 50 лет 100% площадей сахарной свёклы обрабатываются гербицидами без необходимости в ручном труде.

на правах рекламы

www.cropscience.bayer.ru

Горячая линия Bayer 8 (800) 234-20-15*
*для аграриев

тениеводства, но также по производству мяса и мясопродуктов: доктрина предусматривает не менее 85 %, по факту – 90,3 %.

www.rosng.ru, 13.04.2018

Минздрав поддержал маркировку продуктов по принципу «светофора». Маркировать продукты питания по принципу «светофора» предложила министр здравоохранения РФ В. Скворцова. В соответствии с низким или высоким содержанием сахара, соли и жиров на упаковки предполагается нанесение трёх цветов – красного, жёлтого и зелёного. Об этом сообщают РИА Новости. Методические рекомендации по разделению пищевых продуктов подготовлены совместно с Институтом питания РАН ФАНО и Научно-исследовательским институтом профилактической медицины.

www.rossahar.ru, 16.04.2018

Александр Ткачёв провёл рабочую встречу с делегацией Республики Казахстан. 10 апреля состоялась встреча министра сельского хозяйства РФ А. Ткачёва с заместителем премьер-министра Республики Казахстан – министром сельского хозяйства Республики Казахстан У. Шукеевым. На встрече делегации Казахстана продемонстрированы возможности Аналитического центра Минсельхоза России, что, учитывая актуальность вопросов цифровизации экономики в совместном развитии наших стран, является важным шагом к расширению сотрудничества.

www.mcx.ru, 12.04.2018

Александр Ткачёв выступил с докладом на заседании итоговой Коллегии Минсельхоза России. 10 апреля министр сельского хозяйства РФ А. Ткачёв выступил с докладом на заседании итоговой Коллегии Минсельхоза России. Особое внимание министр уделил состоянию земельных угодий. «Увеличение объёмов производства, повышение урожайности невозможно без улучшения качества земель сельхозназначения, сказал он. – Мы нередко имеем дело с ситуацией, которую не встретишь в других странах, – брошенные сельхозугодья. При этом абсолютно реально вернуть 10 млн га. Чтобы вернуть земли в сельхозоборот, мы готовим три основных законопроекта», – отметил Ткачёв.

www.mcx.ru, 11.04.2018

Анатолий Куценко: благодаря господдержке сельское хозяйство в 2018 г. сохранит устойчивый темп развития. 10 апреля в Минсельхозе России прошло заседание итоговой Коллегии «Об итогах реализации в 2017 году Госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы». С отчётным докладом выступил директор Департамента экономики, инвестиций и регулирования рын-

ков АПК А. Куценко. Он сообщил, что благодаря мерам господдержки объём производства российской продукции сельского хозяйства в 2017 г. вырос на 2,6 % по сравнению с 2016 г. (и на 20 % за последние 5 лет). В прошлом году более 33 % из отведённых на поддержку 233,8 млрд р. было направлено на стимулирование инвестиций по приоритетным для отрасли «точкам роста»: молочное и мясное скотоводство, овощеводство и садоводство, модернизация техники и оборудования. Расходы консолидированного бюджета Российской Федерации на реализацию мероприятий Государственной программы на 2013–2020 годы в 2017 г. составили 262,8 млрд р. На 2018 г. они запланированы в размере 273 млрд р. (+4 %). Подводя итоги своего выступления, А. Куценко сообщил, что перечисленные в докладе меры позволяют отрасли динамично развиваться, увеличивать объёмы производства и активно развивать экспорт, который в прошлом году превысил уровень 2000 г. в 15 раз.

www.mcx.ru, 11.04.2018

Туркменистан: завершается уборка сахарной свёклы. В Балканском и Марьйском велаятах Туркменистана подходит к концу уборка зимующей культуры – сахарной свёклы, которая была посеяна в июле прошлого года на освобождённых от пшеницы полях. Урожай свёкловоды начали собирать в октябре, тогда же стартовала и переработка сырья на АО «Марышкер», где ежегодно получают 11 тыс. т сахарного песка, сообщает «Туркменистан: Золотой век». Культура размещена на орошаемых площадях в 17 900 га, с которых получают более 220 тыс. т урожая в год.

www.sugar.ru, 26.03.2018

Слуцкий сахарорафинадный комбинат начал переработку отечественного сырья в межсезонье. Об этом корреспонденту БЕЛТА сообщил председатель наблюдательного совета предприятия О. Дапиро. «Приступили к производству сахара из сиропа, полученного при переработке сахарной свёклы минувшего урожая. Переработку планируется завершить до 1 мая. Из 40 тыс. т сиропа будет получено свыше 20 тыс. т сахара», – сказал Дапиро. На территории предприятия возводится вторая ёмкость для хранения сиропа, её строительная готовность составляет около 40 %.

www.belta.by, 18.04.2018

Сельхозорганизации Беларуси готовы к проведению посевной, сообщил заместитель министра сельского хозяйства и продовольствия В. Гракун в пресс-центре БЕЛТА. Замминистра напомнил, что в 2018 г. в Беларуси планируется произвести около 5 млн т сахарной свёклы, 800 тыс. т маслосемян рапса, 1,2 млн т картофеля, 629 тыс. т овощей и 118 тыс. т плодов и ягод.

www.belta.by, 26.03.2018



ITC 880

Прибор контроля мутности продукта на производственной линии



OMC 2500

Прибор контроля влажности продукта в режиме реального времени



us-ICC 1500

„TOF“



μ-ICC 2.45

Прибор измерения концентрации продукта на производственной линии

22 Years
proMtec
highly concentrated know how
since 1996



Что такое ColourQ?

Прибор ColourQ – это колориметр, который позволяет отслеживать производственный процесс в режиме реального времени и действовать мгновенно при изменении качества продукта. Он помогает вам оптимизировать ваш технологический процесс и тем самым обеспечить максимальную производительность и качество продукции.



Neltec Denmark A/S
Vestergade 35 · 6500 Vojens · Denmark
Phone +45 745 145 45 · mail@neltec.dk
www.neltec.dk

Neltec ColourQ 1600 CP – измерительный прибор для установки на кристаллизаторе

ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ СПОНТАННОГО ЗАРОЖДЕНИЯ И РАСТВОРЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ

Для сахарного завода процесс кристаллизации является наиболее важным шагом при подготовке окончательного отделения кристаллов сахара в центрифуге. Кристаллы одинакового размера с низким коэффициентом вариации (CV) позволяют намного облегчить этот процесс. Измерительный прибор помогает достижению этой цели в ходе трёх фаз кристаллизации: до момента затравки, во время затравки и после затравки посредством выявления образования ложных кристаллов, а также контроля роста кристаллов



The Neltec ColourQ 1700 CC – измерительный прибор для установки на центрифугах непрерывного действия

ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ ЦВЕТНОСТИ КЛЕРОВОК И НИЗКОЙ ЧИСТОТЫ МЕЛАССЫ

Сепарирование в центрифуге зависит главным образом от качества утфеля и настроек центрифуги. Качество утфеля меняется достаточно часто и соответственно должна настраиваться и центрифуга. Данный измерительный прибор выявляет изменения качества утфеля и в зависимости от этого настраивает пробелку в центрифуге



The Neltec ColourQ 1700 BC – измерительный прибор для центрифуг периодического действия

ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ СЕПАРИРОВАНИЯ В ЦЕНТРИФУГАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Качество утфеля часто меняется, и в связи с этим центрифуги должны настраиваться соответственно. Измерительный прибор определяет изменения качества утфеля и передаёт эту информацию на центрифугу для включения пробелки в нужное время, а именно – когда промывка кристаллов будет наиболее эффективной. Кроме того, прибор даёт сигнал управления клапаном отделения оттока высокой чистоты от оттока низкой чистоты. И наконец, он предоставляет информацию о том, когда вращение следует остановить, чтобы добиться более однородной влажности кристаллов



Neltec

REAL-TIME COLOUR

В России посеяно 121,5 тыс. га сахарной свёклы. По данным Минсельхоза России, по состоянию на 9 апреля 2018 г. в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской области проводится сев сахарной свёклы (фабричной). В целом посеяно 121,5 тыс. га, или 10,2 % к прогнозу (в 2017 г. – 177,8 тыс. га).

www.mcx.ru, 10.04.2018

В Беларуси продлён срок госрегулирования цен на сахар. Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК) согласовала продление срока госрегулирования цен на белый сахар в Беларуси на 90 дней – до 15 июля 2018 г., сообщает пресс-служба комиссии.

www.agronews.com, 11.04.2018

Казахстан: в Жамбылской области в этом году сахарной свёклой засеют 10 тыс. 200 га. Жамбылские аграрии приступили к севу одной из приоритетных в регионе сельскохозяйственных культур – сахарной свёклы, передает inform.kz. По данным облсельхозуправления, в этом году в регионе сахарной свёклой предстоит засеять 10 тыс. 200 га. В прошлом году данную культуру выращивали на 9 тыс. га и собрали более 120 тыс. т корнеплодов, средняя урожайность составила 228 ц/га. Как отметили в пресс-службе областного акимата, за последние десять лет общая посевная площадь сельскохозяйственных культур в Жамбылской области выросла почти на 100 тыс. га.

www.sugar.ru, 12.04.2018

В Карачаево-Черкесии увеличатся зоны свёклосеяния. Первый заместитель председателя правительства Карачаево-Черкесии Э. Байчоров провёл совещание по вопросу подготовки ОАО «Карачаево-Черкесский сахарный завод» к сезону переработки 2018 г. Одним из главных вопросов совещания стало увеличение зон свёклосеяния в регионе для увеличения объёма переработки продукции на заводе и, как следствие, выход на более устойчивые положительные показатели деятельности сахарного завода, которому удалось повысить производственную мощность переработки сахарной свёклы практически в два раза: от 2,2 до 4 тыс. т в сутки. На совещании было отмечено, что заводу для рентабельности необходимо переработать в текущем сезоне не менее 450 тыс. т сахарной свёклы.

www.kchr.ru, 26.03.2018

Агрофирма «Весна» потратит 1,5 млрд р. на посевную кампанию. В 2018 г. инвестор Сергачского сахарного завода агрофирма «Весна» направит 1,5 млрд р. на посевную кампанию, техническое оснащение полей и модернизацию предприятия. На эти средства компания планирует закупить новую технику, продолжить модернизацию сахарного завода для увеличения его производительности, расширить посевные площади

и спектр выращиваемых культур. «В прошлом году мы переработали порядка 240 тыс. т свёклы и выработали 32 тыс. т сахара. В этом сезоне мы планируем увеличить переработку минимум на 30 % и произвести более 45 тыс. т сахара», – сообщил исполнительный директор АО «Сергачский сахарный завод» О. Трефилов.

www.kommersant.ru, 17.04.2018

Кирсановский сахарный завод стал рекордсменом в стране. В России завершился сезон переработки сахарной свёклы. Последним 4 апреля остановил производство Кирсановский сахарный завод «Кристалл» группы «АСБ» в Тамбовской области, проработав 227 дней. Предприятие практически с октября работало «с колёс» с минимальными запасами свёклы в призаводских кагатах и выработало рекордные 100,1 тыс. т сахара, сообщает федеральный ресурс agroinvestor.

www.taminfo.ru, 16.04.2018

В Алматинской области модернизируют Аксуский сахарный завод. 12 млрд тенге инвестиций будет вложено в ближайшие два года в модернизацию Аксуского сахарного завода, сообщает ИА «Светич» со ссылкой на официальный сайт управления сельского хозяйства Алматинской области. В прошлом году предприятие переработало 70 тыс. т свёклы. Увеличить объёмы производства поможет технологическое переоборудование предприятия с переходом на цифровые технологии. В прошлом году в Алматинской области двумя сахарными заводами – Коксуским и Аксуским было переработано 310 тыс. т сахарной свёклы. Полная модернизация Аксуского завода позволит в ближайшие два года эти объёмы увечить в два раза.

www.svetich.info, 27.03.2018

Минсельхоз России: кредитование сезонных полевых работ выросло на 30,16 %. Минсельхоз России ведёт оперативный мониторинг в сфере кредитования агропромышленного комплекса страны. По состоянию на 29 марта общий объём выданных кредитных средств на проведение сезонных полевых работ вырос до 105,66 млрд р., что на 30,16 % больше, чем на аналогичную дату прошлого года.

www.mcx.ru, 02.04.2018

Татарстан: посевные площади под сахарную свёклу сократят. В этом году в Татарстане планируется сократить посевные площади под сахарную свёклу. Об этом ИА «Татар-информ» сообщил заместитель министра сельского хозяйства и продовольствия РТ И. Габдрахманов. По его словам, в последние годы в Татарстане наращивали площади под сахарную свё-

ДЕКСТРАНАЗА 2F

**ЗАЛОГ УСПЕХА СОВРЕМЕННОГО
САХАРОПРОИЗВОДИТЕЛЯ**

Декстраназа 2F производства компании
Mitsubishi-Kagaku Foods Corporation позволяет:

- снизить вязкость раствора;
- повысить скорость кристаллизации конечного продукта за счёт разрушения структуры декстрана;
- предотвратить засорение фильтров и вентилях трубопровода;
- облегчить сепарирование на центрифуге;
- экономить энергетические и временные затраты;
- улучшить характеристики патоки.

Импортер – АО «Каваками Паркер»
Тел.: +7 (495) 933-86-08
Факс: +7 (495) 626-51-59
Адрес: 119180, г. Москва,
Большая Якиманка, д. 31, пом. 1,1А, офис 401

Дистрибьютер –
ООО «Волгоградское производственное
объединение «Волгохимнефть»
Тел.: +7 (84477) 6-91-46, 6-91-52
e-mail: vhn@vhn.ru www.vhn.ru

клу, однако в прошлом году в целом по России был получен богатый урожай, и цены на сахар существенно упали. Если осенью прошлого года они составляли 35–38 р. за 1 кг, то в этом году упали до 23–25 р. В прошлом году в республике сахарной свёклой было засеяно 74 тыс. га, в этом году площади планируется сократить на 4 тыс. га.

www.tatar-inform.ru, 02.04.2018

Узбекистан: в Джизаке планируется строительство сахарного завода. Президент Узбекистана Ш. Мирзиёев ознакомился с ходом строительства водохранилища в Зафарабадском районе, сообщает UzDaily.uz. Данное гидросооружение позволит обеспечить водой 20 тыс. га неиспользуемой земли, расширить посевные площади, на которых можно будет выращивать культуры экспортного и промышленного значения, получать высокий доход. «Мы планируем выращивать и перерабатывать здесь сахарную свёклу, построить сахарный завод, что очень важно для обеспечения сахарной независимости нашей страны. Отходы

переработки можно будет использовать в качестве корма, что послужит развитию животноводства», — сказал Мирзиёев.

www.sugar.ru, 02.04.2018

В Беларуси увеличат закупочные цены на зерно, уменьшат — на сахарную свёклу. Закупочная цена на зерно нового урожая для государственных нужд увеличится на 9,5%. Сахарная свёкла, наоборот, подешевеет на 15%. Такое решение принято Министерством сельского хозяйства и продовольствия. Исполняющий обязанности директора Слуцкого сахарорафинадного комбината В. Налётков пояснил: уже больше года цены на сахар на мировых биржах падают. Надо к этому приспосабливаться.

www.sb.by, 03.04.2018

500 млн р. выделено на компенсацию затрат на транспортировку сельхозпродукции. Правительство России выделило из своего резервного фонда 500 млн р. на компенсацию части затрат на транспортировку сель-

скохозяйственной и продовольственной продукции наземным, в том числе железнодорожным, транспортом. Соответствующее распоряжение от 30 марта 2018 г. № 546-р опубликовано на сайте Правительства. Проект распоряжения, подготовленный Минсельхозом России, министр сельского хозяйства А. Ткачёв представил 29 марта на заседании Правительства России, проходившем под председательством премьер-министра Д. Медведева. Выделение 500 млн р. позволит поддержать поставки сельскохозяйственной и продовольственной продукции на сумму не менее 8 млрд р.

www.mcx.ru, 03.04.2018

Производители сахара в ЕС пытаются выжить после отмены квот. Европейские производители сахара остались без производственных квот и теперь борются за выживание на высоко конкурентном мировом рынке в условиях падения цен и прибыли. Крупнейший производитель сахара в ЕС, Suedzucker, заявил, что ожидает операционный убыток в размере от 100 до 200 млн евро в 2018/19 г., в то время как его конкуренты также испытывают трудности. «При нынешнем уровне цен в Европе едва ли найдётся производитель сахара, который всё ещё работает на уровне безубыточности», — говорит представитель второго по величине производителя сахара в ЕС Nordzucker. В конце сентября 2017 г. ЕС отменил ограничения на производство сахарной свёклы, резко увеличив тем самым объём производства и проложив путь к тому, чтобы ЕС стал нетто-экспортером впервые за более чем 10 лет.

www.exp.idk.ru, 04.04.2018

Бразилия предложила Китаю ввести квоту на импорт бразильского сахара по более низкой импортной пошлине. Речь идёт о квоте на импорт бразильского сахара, которая будет облагаться 50%-й импортной пошлиной, чтобы разрешить торговый спор между странами, но Китай сопротивляется этому плану, сказал в пятницу агентству «Рейтер» источник, близкий к переговорам. В настоящее время Китай разрешает 1,94 млн т всего импорта сахара в год по тарифу в размере 15 % в рамках Всемирной торговой организации (ВТО). Импорт выше этого уровня облагается на 50%-м сбором. В мае прошлого года Китай ввёл дополнительную 45%-ю пошлину на импорт из нескольких стран, включая ведущих производителей, таких как Бразилия и Таиланд. Бразильская индустрия сахарного тростника заявила, что пошлина, достигающая в некоторых случаях до 95 %, необоснованна.

www.sugar.ru, 09.04.2018

В 2018 г. в Мордовии нужно собрать 1,5 млн т зерна и 1 млн т сахарной свёклы. Глава Мордовии В. Волков в Послании Госсобранию определил задачи, над ре-

шением которых предстоит работать аграриям республики в 2018 г. В растениеводстве, чтобы обеспечить растущие потребности животноводства, нужно произвести 1,5 млн т зерна. Производство сахарной свёклы должно составить как минимум 1 млн т.

www.izvmor.ru, 13.04.2018

Площадь сева под сахарной свёклой в Курской области в 2018 г. сохранится на уровне 2017 г. Хозяйства Курской области в 2018 г. планируют засеять сахарной свёклой 112 тыс. га, что соответствует уровню 2017 г., сообщили «Интерфаксу» в региональном комитете АПК.

www.rossahar.ru, 13.04.2018

Сахарный завод в Бийске не запустится в 2018 г. Производство на Бийском сахарном заводе не возобновится в 2018 г. из-за кризиса на этом рынке. В России снижение цен на сахар началось ещё осенью минувшего года. К марту текущего года продукт в опте подешевел на 42 %. В связи с этим собственники завода (новосибирская компания «СанИнвест») ещё будут думать, стоит ли в такой момент запускать основное производство. Собственнику предстоит завершить оформление всех документов и оценить перспективу дальнейшей деятельности завода по основному профилю.

www.altapress.ru, 18.04.2018

Роспотребнадзор выпускает рекомендации по «светофорной» маркировке пищевой продукции. «Методические рекомендации, которые мы образно называем «светофором», выходят на этой неделе», — сообщила руководитель Роспотребнадзора А. Попова на Всероссийском съезде производителей и переработчиков молока в понедельник в Москве. По её словам, речь идет о маркировке продуктов в зависимости от того, насколько они полезны. При этом, сославшись на данные ВЦИОМ, она сообщила, что 80 % россиян принимают этот подход и хотят, чтобы пищевые продукты на полках были должным образом промаркированы.

www.finmarket.ru, 27.03.2018

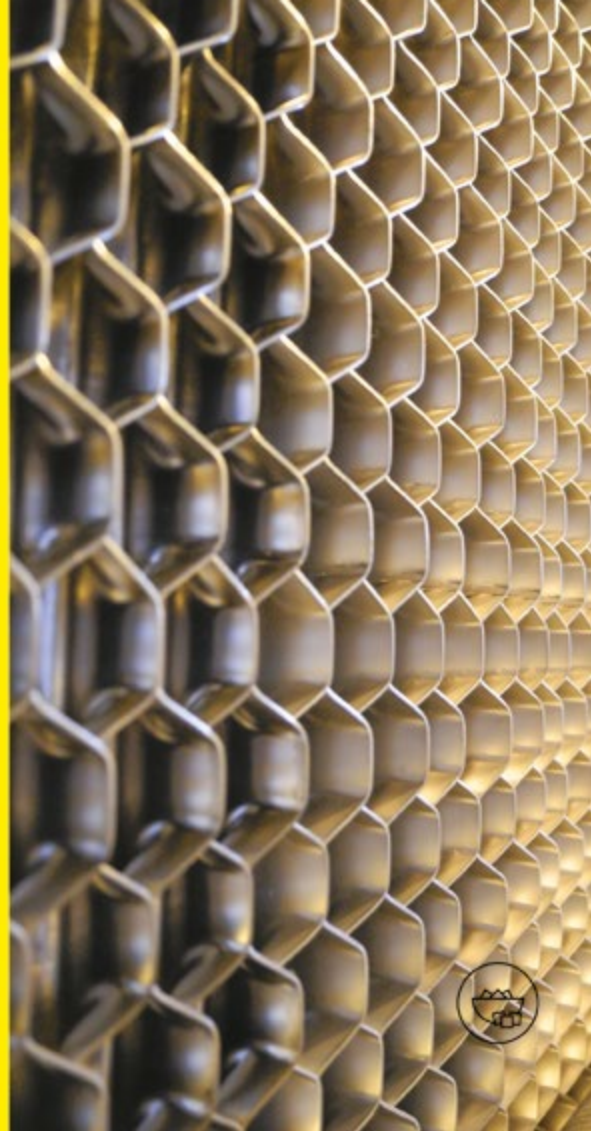
Денис Мантуров доложил о внедрении принципа наилучших доступных технологий (НДТ). 18 апреля 2018 г. на совещании с членами Правительства РФ под председательством Президента РФ В. Путина при обсуждении вопроса о снижении негативного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду министр промышленности и торговли РФ Д. Мантуров доложил о внедрении принципа наилучших доступных технологий (НДТ). Переход на НДТ, по оценке министра, не только снижает негативное воздействие на окружающую среду, но и позволяет

КЕЛЬВИОН – ЭКСПЕРТЫ В ТЕПЛОБМЕНЕ С 1920 ГОДА

Инновационные решения с применением пластинчатых и кожухотрубных теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения и градирен, испарителей и конденсаторов.



Кельвион Машинпэкс
Тел: +7 (495) 234 95 03
Факс: +7 (495) 234 95 04
moscow@kelvion.com
www.kelvion.ru



осуществлять масштабную модернизацию промышленности в целом. «Мы завершили трёхлетнюю работу с бизнесом по разработке 51 справочника НДТ. С 2015 г. в рамках программ импортозамещения создаётся необходимое отечественное оборудование. Соответствующий перечень Правительством утверждён.
www.minpromtorg.gov.ru, 19.04.2018

Компания KWS инвестирует более €40 млн в новейшую технологию обработки семян. Об этом сообщает пресс-служба компании, предаёт «Latifundist». Отмечается, что в связи с ростом спроса на семена сахарной свёклы компания KWS планирует наращивать производственные мощности путём внедрения инновационных технологий, направленных на увеличение объёмов производства обработки семян, на главном заводе в Айнбеке. Ежегодно KWS производит более 350 различных гибридов сахарной свёклы для 38 стран мира. «KWS сможет производить различные партии с минимальными перерывами в производстве. При необходимости партии могут обрабатываться параллельно. Такого строгого распределения особенно требует запуск новой линии «КОНВИЗО СМАРТ».

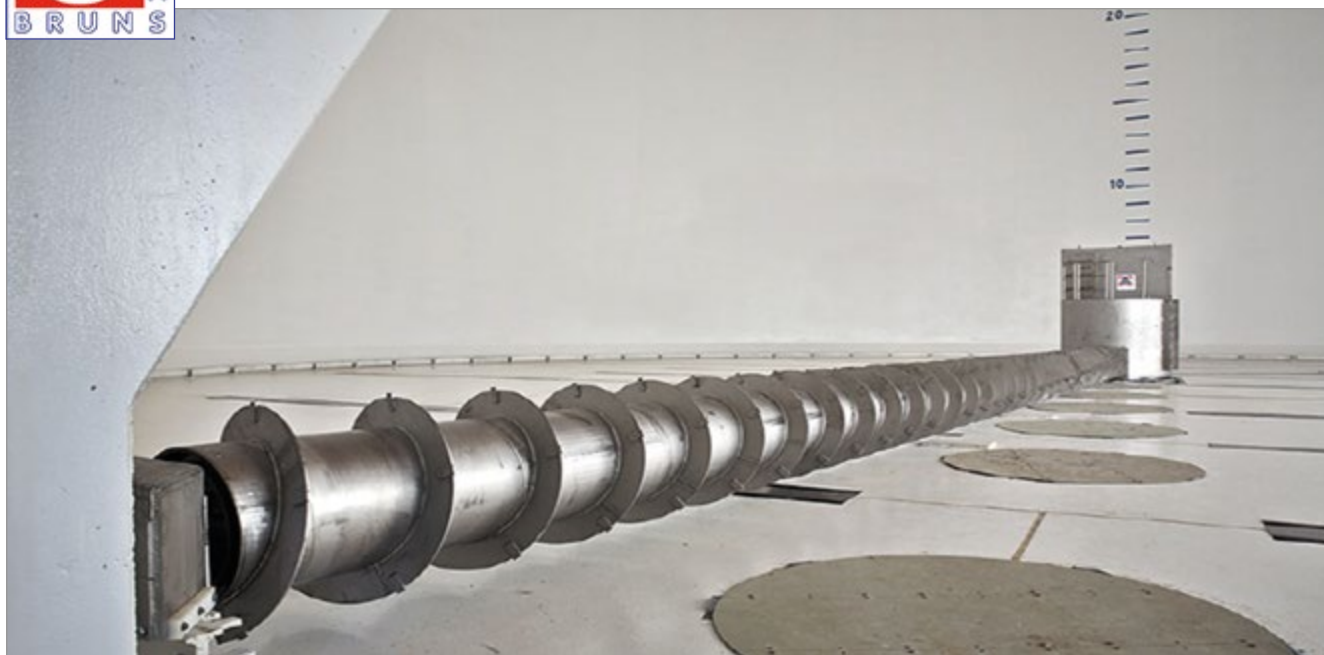
Ожидается, что в ближайшем будущем значительная часть мирового рынка семян сахарной свёклы будет принадлежать этой технологии», – отмечают в KWS.
www.sugar.ru, 27.03.2018

Крым может стать базовым регионом для импортозамещения семян сахарной свёклы, передаёт «Крымформ» со ссылкой на министра сельского хозяйства республики А. Рюмшина. По словам главы ведомства, в федеральном Минсельхозе всерьёз опасаются, что в случае новых санкций могут быть перекрыты поставки в страну семян. При этом собственных запасов в России нет. Сейчас выращиванием сахарной свёклы на полуострове занимаются две компании – «Таврида-семена» в Советском районе и «Агрофирма Сад» в Красногвардейском районе. Общая площадь, отведённая под семена, составляет 100 га (30 – у «Тавриды-семена», 70 – у «Агрофирмы Сад»). В правительственных планах на этот август – довести площадь высадки свёклы для семян до 500 га. Участникам проекта обещают прямую государственную поддержку.

www.eadaily.com, 29.03.2018



AMF-BRUNS – ЛУЧШЕЕ ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВАШИХ СИЛОСОВ САХАРА



AMF-BRUNS предлагает комплексные решения по поставке транспортного оборудования для силосов сахара:

- загрузочные транспортёры;
- разгрузочные шнековые транспортёры;
- запорные задвижки;
- шнековые дозаторы;
- ленточные транспортёры;
- измельчители комков;
- магнитные сепараторы;
- транспортёрные весы;
- ковшовые элеваторы;
- системы кондиционирования;
- обогрев «паровой рубашкой»;
- системы пылеулавливания для внутреннего пространства силосов сахара;
- другие оптимальные решения для комплекса транспортного оборудования.



CONVEYORS
INDUSTRIAL SOLUTIONS

www.amf-bruns.ru
«АМФ БРУНС РУССЛАНД»

AMF-BRUNS – УНИКАЛЬНЫЕ РАЗГРУЗОЧНЫЕ ШНЕКОВЫЕ ТРАНСПОРТЁРЫ



Многолетний опыт начиная с 1958 года, основанный на лучших европейских инженеринговых решениях и немецком качестве поставляемого оборудования, а также большое количество референций во всем мире позволили **AMF-BRUNS** стать **лидером мирового рынка** в поставке разгрузочных систем на основе **уникальных разгрузочных шнековых конвейеров** для силосов сахара диаметром до 60 метров.

Диаметр вала разгрузочного шнека	Производительность, при максимальной скорости
Ø 900 мм	70 т/час
Ø 1 020 мм	100 т/час
Ø 1 300 мм	125 т/час
Ø 1 500 мм	170 т/час



Начало 2018 года в **AMF-BRUNS** ознаменовалось открытием российского офиса в **Воронеже** для обеспечения постоянного взаимодействия с сахарными заводами и управляющими холдингами в России и других странах СНГ. Высоквалифицированная команда специалистов российского подразделения **AMF-BRUNS RUSSLAND** обеспечивает поддержку клиентов, поставку запасных частей и сервисное обслуживание в формате 24/7.



www.amf-bruns.ru
«АМФ БРУНС РУССЛАНД»

Обоснование применения ферменто-антисептирующих препаратов при переработке дефектной свёклы

В. А. СОТНИКОВ, д-р техн. наук

Т. Р. МУСТАФИН, канд. биолог. наук, зав. лабораторией

А. В. СОТНИКОВ, вед. менеджер

Т. В. РУДИЧ, зам. директора департамента коммерции и логистики совместной сервисной химико-микробиологической службы (ООО «НПП «Макромер» им. В. С. Лебедева» и ИП Сотников В. А. («Предприятие ПромАсептика»), +7 906 323 85 31 (e-mail: swa862@mail.ru)

V. WILD, менеджер

U. MOISCH, технолог SternEnzym GmbH&Co.KG, Germany, +49 410 220 24 65 (e-mail: vwild@stern-wywiol-gruppe.de)

В связи с увеличением объёма заготавливаемого сырья в 2017 г. большинство отечественных сахаропроизводителей было вынуждено сверхнормативно увеличить длительность сезона переработки свёклы до 120 суток и выше. Продление сезона переработки вкупе с неблагоприятными агротехническими и климатическими факторами в значительной степени спровоцировало снижение уровня технологичности дефектной свёклы. Как показали наши многолетние (в течение 2014–2017 гг.) исследования, сырьё бывает подвержено дефектности трёх типов: лейконостковое поражение, поражение слизистым бактериозом и гниlostное поражение. На сахарных заводах встречается, как правило, смешанный тип поражения, но с преобладанием того или иного типа. Мы заметили, что вероятность поражаемости свёклы каким-либо типом зависит от географического расположения предприятия (рис. 1).

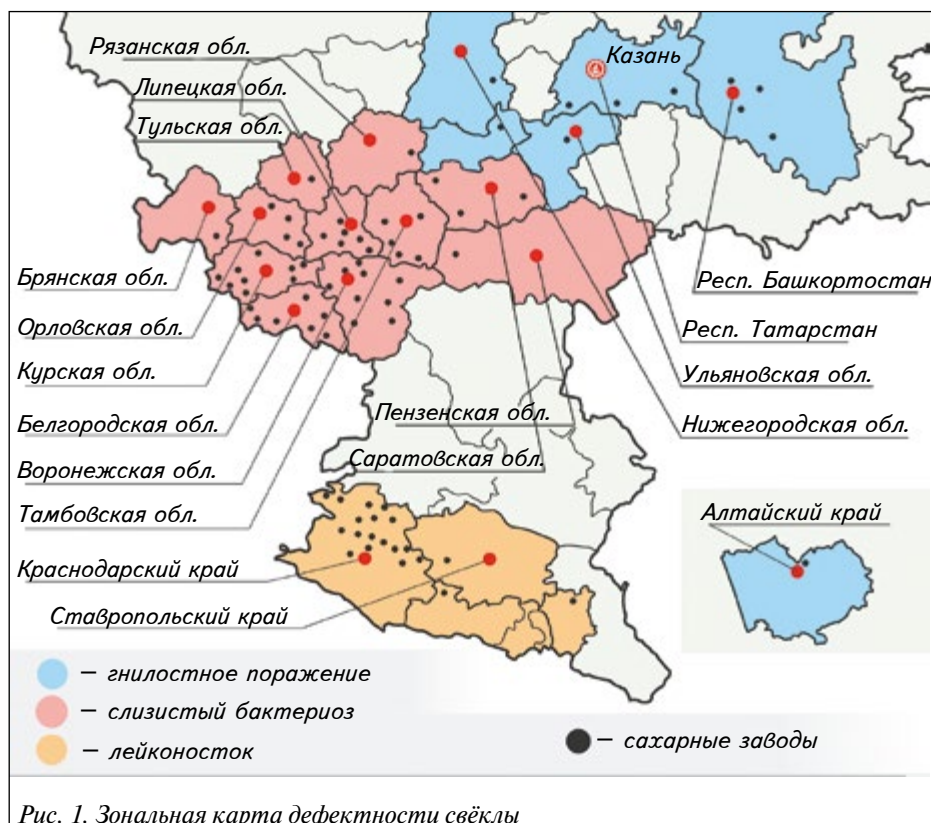
Так, лейконостковое поражение наиболее часто встречается на предприятиях, расположенных в южных и юго-западных областях России. Для этих регионов характерные климатические условия (высокая температура копки свёклы в сочетании с дождевыми осадками) и заражённость почв лейконостокками являются,

на наш взгляд, основным провоцирующими факторами для данного типа дефектности свёклы. Поражаемость слизистым бактериозом в этих регионах встречается реже, а гниlostное поражение — в исключительных случаях, и то только к концу сезона переработки.

Напротив, в северо-западных и восточных областях, где нередки

случаи многократного промерзания-оттаивания свёклы, она подвержена в основном гниlostному типу поражения. Однако затяжная тёплая, дождливая осень в этих местностях может также спровоцировать развитие и лейконостокки, и слизистого бактериоза.

На предприятиях западного и юго-западного направлений встречается смешанный тип де-



КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

фектности, но с преобладанием слизистого бактериоза.

Рассмотрим характеристики и особенности каждого из трёх типов дефектности свёклы.

1-й тип дефектности – лейконостовое поражение

Возбудителем болезни являются бактерии рода *Leuconostoc* (*Leuc. mesenteroides* и *Leuc. dextranicum*) [1] – молочнокислые, неспорообразующие, неподвижные, гетероферментативные факультативно-анаэробные слегка вытянутые кокки, располагающиеся в виде цепочек (рис. 2).

Отличительной особенностью этих бактерий является их способность активно превращать сахарозу, глюкозу, фруктозу и раффинозу в декстран.

Декстран – полисахарид, разветвлённый полимер глюкозы с α -1,6- и α -1,3-связями. Декстран в зависимости от степени полимерности проявляется в двух аморфных состояниях: в виде геля или желе и в виде уплотнённых конгломератов – клёка. Низкомолекулярный декстран, растворённый в диффузионном соке, даёт очень вязкие гелиевые растворы. Высокомолекулярный «созревший» декстран, контактируя с воздухом, приобретает уже разнообразные клёковые формы – в виде «рисовых зёрен» и «вермишели» (в диффузионном соке); в виде плотных молочно-белого

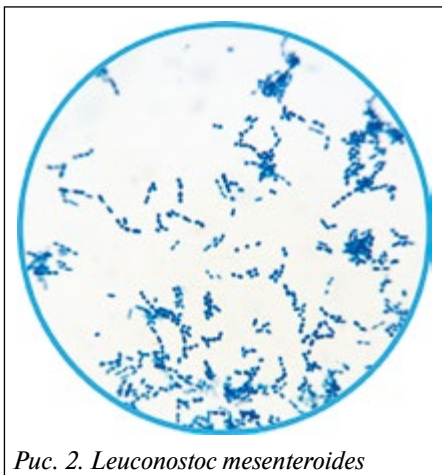


Рис. 2. *Leuconostoc mesenteroides*

цвета плёнок (на ноже пульполовушек); в виде массивных слизистых образований, встречающихся на поверхностях оборудования и в коммуникациях завода и похожих на лягушечью икру.

Характерной особенностью «болезни лягушечьей икры» является её бессимптомное протекание на начальных (1-й и 2-й) стадиях заражения, с молниеносным нарастанием проблем на 3-й и 4-й стадиях, когда предприятие уже тотально поражено. На ранних стадиях лейконостоки, слабо продуцируя молочную кислоту, не приводят к снижению pH диффузионного сока (а в некоторых случаях даже повышают pH) и поэтому для технолога остаются незамеченными, что приводит к потере драгоценного времени для принятия мер по борьбе с этой инфекцией. Таким образом, ранее диагностирование болезни является актуальной задачей и залогом минимизации потерь сахара.

Нами был разработан экспресс-метод [2], основанный на выявлении слизистых включений («облачков») путём прямого микроскопирования сахаросодержащих растворов, окрашенных специальным красителем «Блек 0», который позволяет надёжно выявить уже 1-ю стадию инфицирования не только лейконостоками, но и слизистым бактериозом. Используя данный метод, можно отслеживать проявление этих типов дефектности начиная уже с приёмки свёклы, что особенно актуально для предприятий, расположенных в зонах максимального риска.

Однако поражённая слизиобразующими бактериями свёкла является не единственным очагом инфекции. Само предприятие, функционирующее десятилетиями, становится накопителем лейконостока, и при благоприятных условиях этот «заводской» лейконосток также может быть источником инфекции. Поэтому следует проводить ежедневный экспресс-мониторинг на общую заражён-

ность предприятия слизистыми бактериями. Для этого достаточно произвести анализ на отсутствие (присутствие) слизи в осадках карбоната кальция, отобранных из аппарата Бригель-Мюллера.

Завод считается не заражённым лейконостомом и слизистыми бактериями, если количество кристаллов карбоната кальция, «облепленных» светлыми «облачками» слизи, ориентировочно не превышает 10 % от общего количества кристаллов, обнаруженных в поле зрения микроскопа (рис. 3).

Если же количество «облачков» превышает 10 %, то можно констатировать факт заражения завода слизистыми бактериями (рис. 4).

2-й тип дефектности – слизистый бактериоз

Поражение свёклы слизистым бактериозом, к сожалению, частое явление для отечественных сахаропроизводителей и занимает первое место по встречаемости во

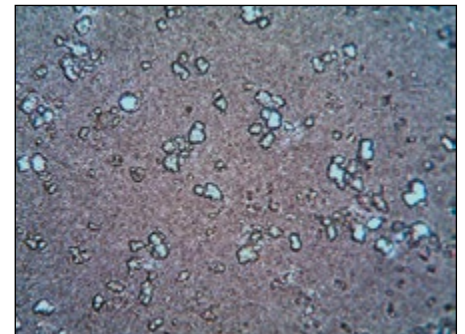


Рис. 3. «Чистые» кристаллы карбоната кальция

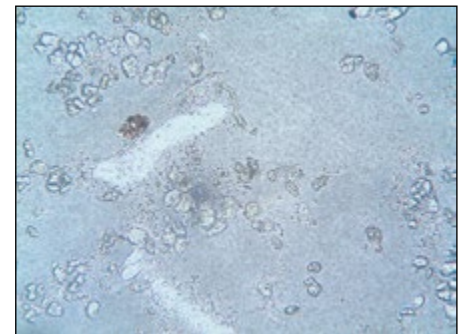


Рис. 4. Белые «облачка» слизи, адсорбированные на кристаллах карбоната кальция

всех регионах России. Провоцирующими факторами развития этого типа дефектности являются кагатные гнили и неблагоприятные климатические условия. Микробиологический пейзаж слизистого бактериоза весьма разнообразен. Молочнокислые микроорганизмы из рода *Lactobacillus*, продуцирующие молочную кислоту, являются активными кислотообразователями и способны сильно снижать рН диффузионного сока и жомопрессовой воды. Бактерии *Serratia*, размножаясь в свекловичном соке, активно расщепляют белок и образуют полисахаридную слизь пока не выясненной природы. Бактерии рода *Bacillus* и *Aerobacter levanicum subtilis* способны образовывать леван. Полисахарид леван в отличие от декстрана состоит из молекул D-фруктозы, связанных связями β-2,6. Леван по внешнему виду, как и декстран, представляет собой слизеобразующее вещество. Его содержание в свёкле, поражённой слизистым бактериозом, и в диффузионном соке, полученном из такой свёклы, обычно выше, чем декстрана. По своим коллоидным свойствам леван очень близок к декстрану и может быть обнаружен также с помощью красителя «Блек 0» в сахаросодержащих растворах в виде белых «облачков» (рис. 5).

Наличие левана и декстрана в диффузионном соке значительно затрудняет его фильтрование, повышает вязкость сиропа и оттоков, замедляет процесс кристаллиза-

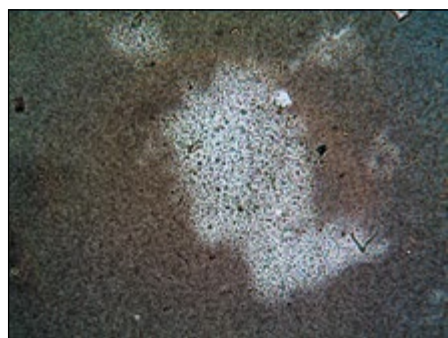


Рис. 5. Белые «облачка» левана в диффузионном соке

ции, влияет на габитус кристаллов. Поскольку леван и декстран схожи по своему влиянию на технологические процессы, методы борьбы с этим типами дефектности едины (табл. 1).

Инфицирование предприятия слизистым бактериозом, в отличие от лейконостокового поражения, всегда сопровождается развитием молочнокислых бактерий (рис. 6).

3-й тип дефектности – гнилостное поражение

Провоцирующими факторами развития гнилостного поражения свёклы являются длительное хранение и особенно одно- или многократное её замораживание-оттаивание. На начальном этапе гниения плесневые организмы (миклофлора), выделяя ферменты,



Рис. 6. Инфицирование диффузионного сока молочнокислыми бактериями

размягчают ткань свёклы. Далее к этой миклофлоре присоединяется бактериальная миклофлора, и процессы деструкции свекловичной клетчатки многократно усиливаются (рис. 7).

Известно [3], что в клеточном соке такой свёклы содержание коллоидов составляет 3,64 % на 100 СВ. В жомопрессовой воде коллоидов больше всего – 3,92 % на 100 СВ, доля пектинов велика, и они закольцованы. В диффузионном соке содержание коллоидов 2,1 % на 100 СВ.

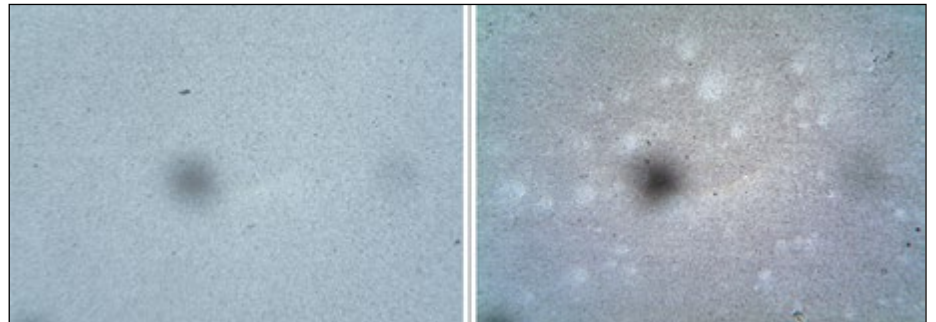
Коллоидные вещества (КВ) оказывают негативное влияние на технологические процессы. 2017 год был особо «богат» на этот тип дефектности. При переработке такой свёклы (с доброкачественностью 70 % и ниже) сахаровары столкнулись с проблемами: плохой фильтрацией (КВ при взаимодействии с известью дают желатинообразный и плохо фильтруемый осадок), повышенным пенообразованием, нарастанием цветности и мутности сатурированного сока и сиропов, а также с повышением золы в сахаре и выхода мелассы. В этой ситуации, безусловно, требуется количественная оценка уровня содержания КВ по методу, предлагаемому Л.А. Литвиновской [3].



Рис. 7. Деструктивные процессы гнилостного поражения свёклы

**КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
САХАРНЫХ ЗАВОДОВ**

Для визуальной и качественной оценки присутствия КВ, например, в диффузионном соке мы предлагаем использовать тот же экспресс-метод прямого микроскопирования, который был рекомендован для определения декстрана и левана. Этим методом КВ выявляются в виде «тумана», а не «облачков», свидетельствующих о наличии слизей (декстрана и левана) (рис. 8). Технологам известно, что при переработке такой дефектной свёклы с целью минимизации перехода КВ в растворённое состояние и вывода их из закальцованного состояния необходимо снижать температуру на диффузии, исключить возврат жомопрессовой воды и суспензии I сатурации. Однако в сильно поражённой свёкле значительная часть КВ уже находится в растворённом состоянии [4] и, следовательно, вышеука-



Чистый диффузионный сок («туман» и «облачка» слизей отсутствуют)

Коллоидные вещества диффузионного сока в виде «тумана»

Рис. 8. Экспресс-метод определения коллоидных веществ в диффузионном соке

занные приёмы оказываются малоэффективными. В сложившейся ситуации, на наш взгляд, использование технологических реагентов, нацеленных на снижение уровня КВ в диффузионном соке, должно в значительной степени улучшить технологические способности дефектной свёклы.

Технология применения ферменто-антисептирующих препаратов при поражении свёклы лейконостоксом или слизистым бактериозом (рис. 9)

При этих типах поражения необходимо, с одной стороны, надёжно подавить развитие микрофлоры,

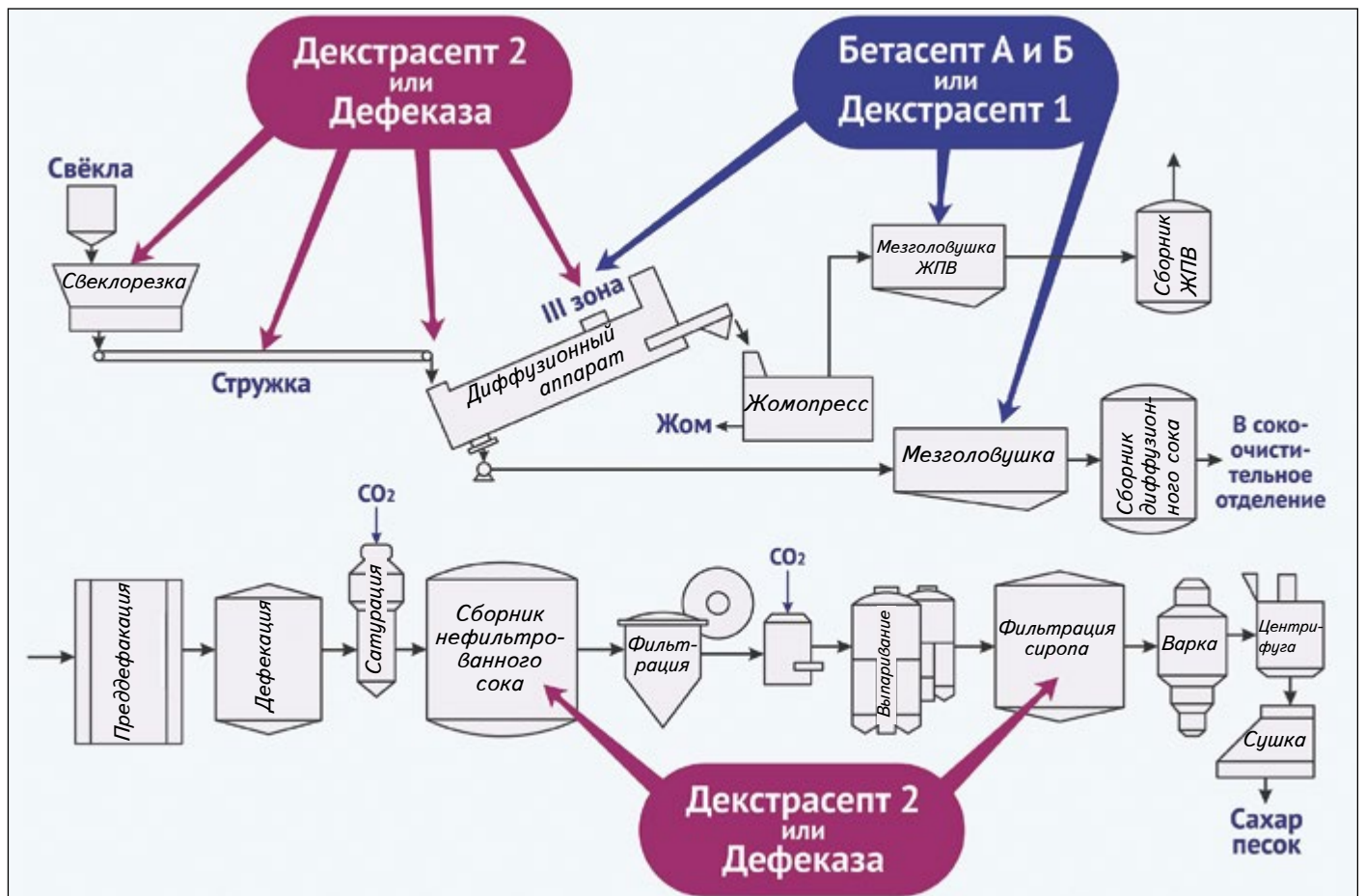


Рис. 9. Технология применения ферменто-антисептирующих препаратов

а с другой – уничтожить декстран и леван, которые уже успели накопиться как в самой свёкле, так и в технологических потоках на заводе.

Для надёжного уничтожения лейконостока, молочнокислых и гнилостных микроорганизмов необходимо использовать препарат «Декстрасепт 1» или «Бетасепт А и Б», которые являются смесью абиотических веществ с хелатирующими тензидами.

Степень инфицированности молочнокислыми микроорганизмами хорошо коррелирует с величиной рН, а также с количеством молочной кислоты и поэтому достаточно точно может определяться разницей (Δ рН) между значением величины рН, например, диффузионного сока и величиной рН нормального сока свёклы. Однако этот метод диагностирования неприемлем для предприятий, которые практикуют кислотную обработку питательной воды и, соответственно, должны ориентироваться только на показатели содержания молочной кислоты. Расход антисептирующих препаратов определяют в зависимости от степени инфицированности молочнокислыми микроорганизмами (табл. 1).

С целью выявления зон инфицирования слизистыми бактериями технологической линии производят анализ на присутствие «облачков» слизи из следующих проб:

1) диффузионных соков непосредственно из самого диффузионного аппарата (из серединной части диффузионного аппарата), с пульполовушки, из сборника диффузионного сока;

2) жомпрессовой воды (с пульполовушки).

Выявив, таким образом, очаги инфекции и степень инфицированности, принимают решение об антисептировании выявленных зон поражения препаратом «Декстрасепт 1» или «Бетасепт А и Б». Рекомендуемые нормы внесения этих препаратов указаны в табл. 2.

Как правило, посторонние микроорганизмы развиваются в диффузионном аппарате, поэтому «Декстрасепт 1» и «Бетасепт А и Б» следует подавать непрерывно или дробно именно на данном технологическом участке.

При инфицировании процесса диффузии препараты в виде раствора вводят в III зону – для наклонного диффузионного аппарата; в точку ввода питательной и жомпрессовой воды – для роторного диффузионного аппарата и в серединную или хвостовую часть – для колонного диффузионного аппарата.

Однако нередко случаи инфицирования диффузионного сока в сборнике или жомпрессовой воды. В таких случаях необходимо производить «шоковое» антисептирование этих потоков. Вышеуказанные препараты (предварительно растворённые или в сухом

виде) следует вносить дробно в диффузионный сок или жомпрессовую воду через соответствующие пульполовушки (рис. 9).

Использование рекомендуемых антисептирующих препаратов при 1-й и 2-й степени инфицирования надёжно предотвращает накопление декстрановых и левановых слизи по всему технологическому потоку. Однако, если свёкла уже накопила в себе слизи или когда предприятие имеет 3-ю или 4-ю степень инфицированности, использование только этих антисептирующих средств оказывается недостаточным. Поэтому с целью уничтожения декстрана и левана следует дополнительно использовать ферментный препарат «Декстрасепт 2».

Препарат «Декстрасепт 2» состоит из термоустойчивой декстраназы и термоустойчивой леваназы. Отличительной осо-

Таблица 1. Нормы расхода антисептирующих препаратов в зависимости от степени инфицированности молочнокислыми бактериями

Δ рН, ед.	Содержание молочной кислоты, мг/кг	Степень инфицированности	Нормы внесения препарата «Декстрасепт 1» или «Бетасепт АиБ», кг/1 тыс. т свёклы в сутки
0,2	< 100	0	0,25–0,35*
0,6	200	1	0,5–0,6
0,8	600	2	0,7–0,8
1,0	800	3	0,9–1,2
Свыше 1,0	Свыше 800	4	1,3–1,5

Примечание: * – профилактическая доза (рекомендуется в случаях инфицированности свёклы слизистым бактериозом, но в отсутствие инфицированности этими микроорганизмами самого завода)

Таблица 2. Нормы расхода антисептирующих препаратов в зависимости от степени инфицированности лейконостоками и слизистым бактериозом

Среднее количество «облачков», шт.	Степень инфицированности лейконостоками и слизистым бактериозом	Нормы внесения препарата «Декстрасепт 1» или «Бетасепт А и Б», кг/1 тыс. т свёклы в сутки
0	0	0,25–0,35*
1	1	0,5–0,6
5	2	0,7–0,8
10	3	0,9–1,2
Свыше 10	4	1,3–1,5

Примечание: * – профилактическая доза (рекомендуется в случаях инфицированности свёклы лейконостоком и слизистым бактериозом, но в отсутствие инфицированности этими микроорганизмами самого завода)

бенностью декстраназы (производство SternEnzym, Germany) от аналогов других производителей является её высокая активность и способность функционировать в широком диапазоне pH со смещением в щелочную зону (5,7–8,8 ед. pH).

Леваназа – новейший ферментный препарат, не имеющий аналогов в мире; является продуктом совместного производства SternEnzym, Germany и Российского предприятия «ПромАсептика». Леваназа катализирует процессы гидролиза левана и леваноподобных полисахаридов, что в конечном счёте приводит к их растворению.

Основное место ввода препарата «Декстрасепт 2» – на свекловичную стружку в виде его водного раствора. Раствор желателно вносить непрерывно, в мелкокапельном состоянии (путём распыления).

Препарат можно вносить и непосредственно в свеклорезку. При этом способе внесения он равномерно распределяется по всей поверхности и объёму стружки с увеличением удельной концентрации и продолжительности его контакта со слизями.

Неплохие результаты получены при внесении препарата либо в ошпариватель, либо в ситовое пространство диффузионного аппарата.

Если завод сильно инфицирован слизями (3-я или 4-я степень ин-

фицирования), препарат целесообразно вводить непосредственно в диффузионный аппарат (через III зону или в хвостовую зону с жомопрессовой водой).

Расход препарата «Декстрасепт 2» зависит от степени инфицированности лейкоостоком и слизистым бактериозом и составляет от 0,3 до 4,0 кг на 1 тыс. т свёклы в сутки.

Тотальное инфицирование лейкоостоком и слизистым бактериозом приводит к значительным затруднениям в процессах фильтрации соков и сиропов. В этих случаях с целью снижения их вязкости «Декстрасепт 2» рекомендовано вносить непосредственно в нефилтрованные сатурированные соки и сиропы. Расход препарата составляет 0,5–1,0 кг каждый час до восстановления нормальных параметров работы фильтрационных установок. Как правило, достаточно бывает от одного до трёхкратного внесения препарата до восстановления режимов фильтрации.

Технология применения ферменто-антисептирующих препаратов при переработке долго хранящейся, подмороженной и поражённой гнилями свёклы (рис. 9)

При переработке свёклы, имеющей этот тип дефектности, применение препаратов «Декстрасепт 1» и «Декстрасепт 2» оказывается уже

малоэффективным. Это связано с тем, что значительная часть КВ переходит в растворённое состояние и накапливается в диффузионном соке.

С целью растворения КВ и, следовательно, облегчения процессов дефеко saturации рекомендуется заменить препарат «Декстрасепт 2» препаратом «Дефеказа».

Препарат «Дефеказа» является модифицированным вариантом препарата «Декстрасепт 2», в состав которого помимо декстраназы и леваназы входит ферментный препарат коллоидаза (производство SternEnzym, Germany). Действие коллоидазы можно наглядно продемонстрировать в экспериментах со стабилизированными Ca(OH)₂ КВ, которые были получены методом высаливания спиртом из диффузионного сока, произведённым из свёклы, поражённой гнилями. В контроле (без добавления «Дефеказы») окрашенные красителем «Бирюзовый» КВ при микроскопировании выглядят в виде массивных конгломератов (рис. 10 А). По мере воздействия на диффузионный сок препаратом «Дефеказа» (экспозиция 1 минута) коллоидные вещества «разрыхляются» и «растворяются» (рис. 10 Б), и по истечении 5 минут эти конгломераты в пробе диффузионного сока практически отсутствуют (рис. 10 В).

Технология применения и расход препарата «Дефеказа» анало-



гичны тем, которые рекомендованы для препарата «Декстрасепт 2».

В результате производственных испытаний были отработаны следующие мероприятия по переработке свёклы различных типов дефектности.

Важным условием, определяющим выбор ферменто-антисептирующих препаратов, является тип дефектности свёклы.

При поражении свёклы лейконосток и слизистым бактериозом необходимо предотвратить распространение этих видов инфекции по технологической линии, используя антисептирующие препараты типа «Декстрасепт 1» или «Бетасепт А и Б». Параллельно для борьбы с леваном и декстраном рекомендуется применять ферментный препарат «Декстрасепт 2».

При переработке свёклы с гнилостным поражением следует также проводить антисептирование предприятия, но для борьбы со слизистыми и коллоидными веществами использовать ферментный препарат «Дефеказа».

На предприятиях, перерабатывающих дефектную свёклу, совместное применение вышеуказанных антисептирующих и ферментных препаратов позволило:

- надёжно предотвратить инфицирование предприятия молочнокислыми, гнилостными бактериями и лейконосток даже в крайне запущенных состояниях (3-й и 4-й степени заражения);

- стабилизировать работу сокоочистительного отделения, повысить эффективность и срок эксплуатации фильтрационных (свечных и предкамерных) установок, снизить мутность сатурированных соков;

- увеличить содержание СВ в отжате жоме на 1,0–1,5 абс. %, т. е. в среднем с 23 до 24,0–24,5 %;

- сократить потери сахара и улучшить его потребительское качество.

Список литературы

1. Koneman, E.W. The Gram-positive cocci: part II: Streptococci, Enterococci, and the «streptococcus-like» bacteria / Color Atlas and textbook of diagnostic microbiology / E.W., Koneman, S.D. Alien, etc. // Philadelphia : Lippincott, 1997. – P. 577–651;

2. Сотников, В.А. «Бетасепт» и «Декстрасепт»: на всех фронтах борьбы с бактериальной инфекцией / В.А. Сотников, А.В. Сотников // Сахар. – 2017. – № 2. – С. 2–6.

3. Литвиновская, Л.А. Технологичность свёклы урожая 2017 года и особенности её переработки / Л.А. Литвиновская // Сахар. – 2017. – № 1. – С. 30–35.

4. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М. : Колос, 1999. – 494 с.

Аннотация. В статье представлены данные многолетних наблюдений, позволяющих выявить три основных типа дефектности свёклы (лейконостковое поражение, поражение слизистым бактериозом и гнилостное поражение), которые наиболее часто встречаются на предприятиях Российской Федерации. Для каждого конкретно типа сырьевой дефектности представлено обоснование использования определённого ассортимента ферменто-антисептирующих препаратов. Применение препаратов «Декстрасепт 1» или «Бетасепт А и Б» совместно с «Декстрасепт 2» или «Дефеказа» в промышленных условиях позволило надёжно подавить инфицирование сахаросодержащих потоков и исключить накопление в них слизиобразующих веществ (декстрана, левана и коллоидных веществ), что привело к улучшению технико-экономических и качественных показателей сахарных заводов, перерабатывающих свёклу с пониженными технологическими качествами.

Ключевые слова: дефектная сахарная свёкла, слизистый бактериоз, лейконосток, декстран, леван, коллоидные вещества, ферменто-антисептирующие препараты.

Summary. The article presents the data of long-term observations, which allow to identify the 3 main types of defect in beet (leuconostoc, mucous bacterial infection and putrefaction), which are most often encountered at the enterprises of the Russian Federation. For each specific type of raw defectiveness, the rationale for using a certain range of enzyme-antiseptic drugs is presented. The use of «Dextrasept 1» or «Betasept A and B» preparations together with «Dextrasept 2» or «Defecasa» in industrial conditions made it possible to reliably suppress the infection of sugar-containing streams and exclude the accumulation of mucus-forming substances (dextran, levan and colloid substances) to improve the technical, economic and quality indicators of sugar factories that process beets with reduced technological qualities.

Keywords: defective sugar beet, mucous bacteriosis, leuconostoc, dextran, levan, colloid substances, enzyme-antiseptic drugs.

ФЕРМЕНТО-АНТИСЕПТИРУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ДЕФЕКАЗА

ДЕКСТРАСЕПТ 1

ДЕКСТРАСЕПТ 2

«Семейство абсолютной чистоты»



ИП Сотников В.А.
«ПромАсептика»
swa862@mail.ru
betaseptkazan.ru



ООО «НПП «МАКРОМЕР»
им. В.С. Лебедева»
info@macromer.ru
nauka@macromer.ru


SternEnzym
The Enzyme Designer
vwild@sternvitamin.de

Ионообменные технологии в сахарной промышленности.

Обессахаривание мелассы и декальцинация сока

Л.С. РУДЮК, техн. директор ООО «Техинсервис Инвест»

Д. ПАЙЕ, директор по маркетингу (Eurodia)

Ф. БОННЕНФАН, консультант (Eurodia)



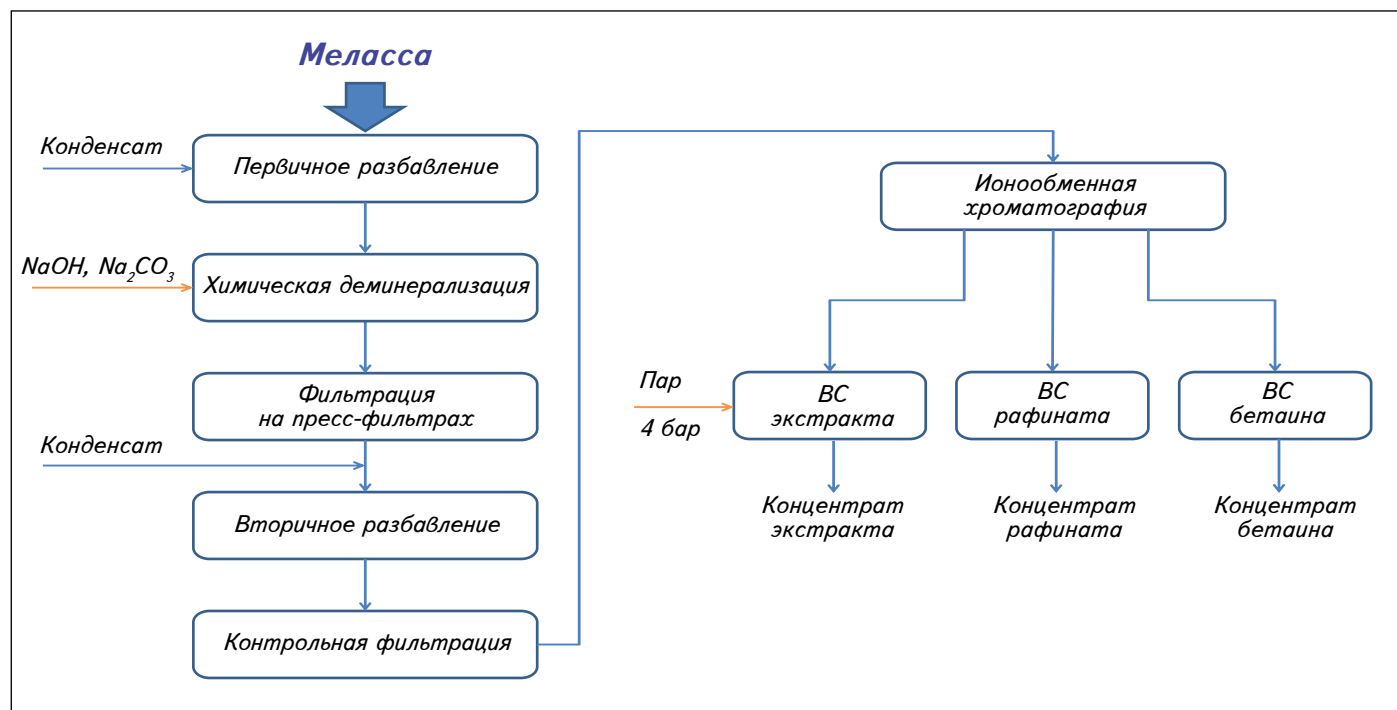
Инсталляция колонн хроматографии

ХРОМАТОГРАФИЯ МЕЛАССЫ

В последнее время ведутся активные поиски различных направлений повышения эффективности сахарного производства для максимального извлечения сахарозы, в том числе из побочного продукта — мелассы, которая производится методом хроматографической сепарации.

Для разделения мелассы на фракции используется ионная хроматография, принцип которой основан на распределении веществ между двумя фазами — неподвижной (катионная смола) и подвижной (меласса) за счёт различия в проницаемости молекул разделяемых веществ в неподвижную фазу. В результате выделяются следующие составляющие:

- экстракт (хроматосироп);
- бетаин;
- рафинат (обеднённая меласса).



При использовании технологий хроматографической сепарации компании «Mitsubishi Chemical» из 100 тыс. т мелассы, что соответствует 2,5 млн т свёклы, можно получить:

- ~ 75 тыс. т экстракта (Вх 68, 93–94 Дб), из него:
 - 42 тыс. т белого сахара;
 - 9 тыс. т вторичной мелассы;
- ~ 15 тыс. т бетаина (65 Вх, > 55 % Дб по бетаину);
- ~ 40 тыс. т рафината (70 Вх, < 15 % Дб по сахару).

Бетаин способствует поддержанию водного баланса в клетках и тканях организмов рыб и птиц, а рафинат является важным ингредиентом во многих рецептурах и процессах, чем и обусловлено применение этих веществ.

Применение бетаина:

- в аквакультуре;
- в птицеводстве;
- в качестве первичного сырья для производства кристаллического бетаина

Применение рафината:

- в кормах для животных, в виде премикса – сушка с добавлением отрубей и (или) жома;
- в качестве заменителя калия в удобрениях (признан биологически чистым удобрением в сельском хозяйстве);
- для производства метана, использование которого сокращает энергозатраты на процесс хроматографии до 50 %;
- полученный в процессе метанизации биошлам используется как удобрение

Экономическая эффективность хроматографии

Срок возврата инвестиций в оборудование, используемое в хроматографическом процессе, составляет от трёх до пяти лет в зависимости от объёма перерабатываемой мелассы.

ДЕКАЛЬЦИНАЦИЯ СОКА

В климатических условиях Российской Федерации содержание кальциевых солей в свёкле традиционно повышенное. Это обусловлено длительными перио-



Выпарная станция цеха хроматографии



Ионохроматографическая колонна

дами сбора урожая и хранения свёклы до поступления на переработку, что негативно сказывается:

- на состоянии поверхностей нагрева теплообменной аппаратуры;
- мутности раствора производимого сахара.

И если «загарание» выпарной установки может быть минимизировано путём использования антинакипина, то негативное влияние высокого содержания солей кальция на качество сахара остаётся.

Внедрение процесса декальцинации с использованием натрий-регенерированных смол (NRS) является решением данных проблем.

Декальцинация сока осуществляется при прохождении фильтрованного сока 2-й сатурации через NRS-смолы в ионообменных колоннах.

Регенерация смол производится с помощью декальцированного сока, возвращаемого после регенерации на очистку.

Таким образом, в процессе исключено образование дополнительных стоков.

Эффективность декальцинации:

- обеспечивает прозрачный раствор сахара;
- позволяет производить декальцированную мелассу, что удешевляет её переработку в процессе хроматографии.

Селективное извлечение сахарозы из свёклы методом электроплазмолиза и его влияние на технологию сахарного производства*

Е. И. ВОРОБЬЁВ, д-р наук, проф. Компьенского технологического университета (UTC),

Франция (e-mail: eugene.vorobiev@utc.fr)

Ф. МАЙШАК, техн. директор компании «Маген»,

Франция (e-mail: fabien.majchrzak@maguin.com)

Холодная или тёплая диффузия

Исследование экстракции сахарозы из электроплазмолизированной стружки под действием пульсирующего электрического поля напряжённостью $E = 400$ В/см вначале проводили в лабораторных условиях в цилиндрическом стакане с дистиллированной водой при перемешивании магнитной мешалкой. Раствор поддерживался при различных температурах от 20 до 80 °С. Исследование кинетики экстракции проводилось периодическим измерением °Brix, представленном в безразмерном виде:

$$B = \frac{Brix - Brix_{initial}}{Brix_{final} - Brix_{initial}},$$

где $Brix$, $Brix_{initial}$ и $Brix_{final}$ соответственно текущее, начальное и финальное значения °Brix диффузионного сока.

Таким образом, в начале экстрагирования $Brix = Brix_{initial}$ и в уравнении $B = 0$. В конце экстрагирования $Brix = Brix_{final}$ и $B = 1$.

На рис. 11 показана кинетика экстрагирования растворимых сухих веществ при различных температурах диффузии из необработанной стружки (а) и электроплазмолизированной стружки (б) [13].

Как видно из рис. 11а, для необработанной стружки экстрагирование при температурах 70–80 °С позволяет достигнуть максимальное значение °Brix примерно за 50–60 мин, что соответствует промышленной практике. При более низких температурах (например, 40–50 °С) достижение таких же максимальных значений °Brix, как и при более высоких температурах (70–80 °С), представляется невозможным либо потребовало бы очень длительного времени. В то же время из рис. 11б следует, что для электроплазмолизированной стружки ($E = 400$ В/см) максимальное значение °Brix достигается быстрее (примерно за

* Окончание. Начало см. в номере 3(18) журнала «Сахар»

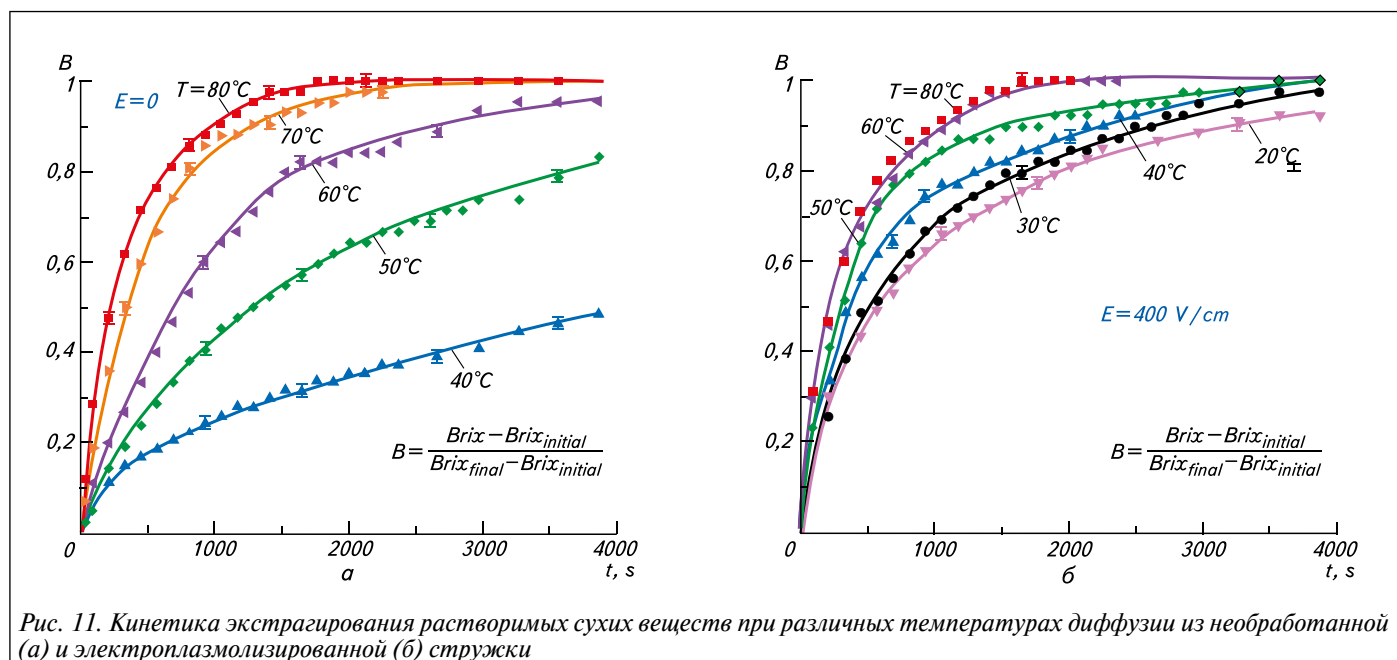


Рис. 11. Кинетика экстрагирования растворимых сухих веществ при различных температурах диффузии из необработанной (а) и электроплазмолизированной (б) стружки

30–40 мин) даже при температуре экстрагирования 60 °С. Более того, становится возможным эффективное экстрагирование и при более низких температурах: 40–50 °С. Даже при холодной диффузии при температуре 20–30 °С становится возможным экстрагирование значительного количества растворённых веществ. Специальные работы велись в Компьенском технологическом университете по определению коэффициента эффективной диффузии из плоских образцов ткани свёклы [13, 14]. На рис. 12 изображён график зависимости коэффициента эффективной диффузии растворимых веществ из ткани свёклы при различных температурах. Как видим, электроплазмолиз ткани ($E = 400 \text{ В/см}$) позволяет значительно увеличить значения коэффициента эффективной диффузии D , особенно при низких температурах. Например, значение данного коэффициента для электроплазмолизованной стружки при 30 °С соответствует значению D для необработанной стружки при 60 °С. Значение D для электроплазмолизованной стружки при 50 °С соответствует значению D для необработанной

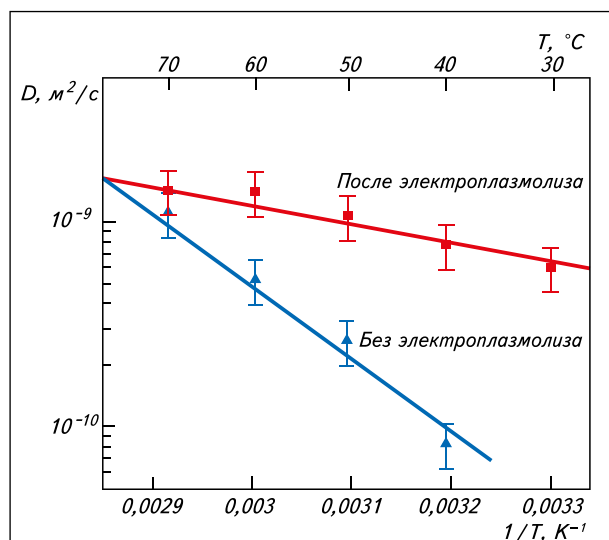


Рис. 12. Зависимость коэффициента эффективной диффузии растворимых веществ D от температуры для необработанной и электроплазмолизованной ткани свёклы



Рис. 13. Лабораторный противоточный экстрактор, оборудованный камерой с электродами, и генератор пульсирующего электрического поля (ПЭП)

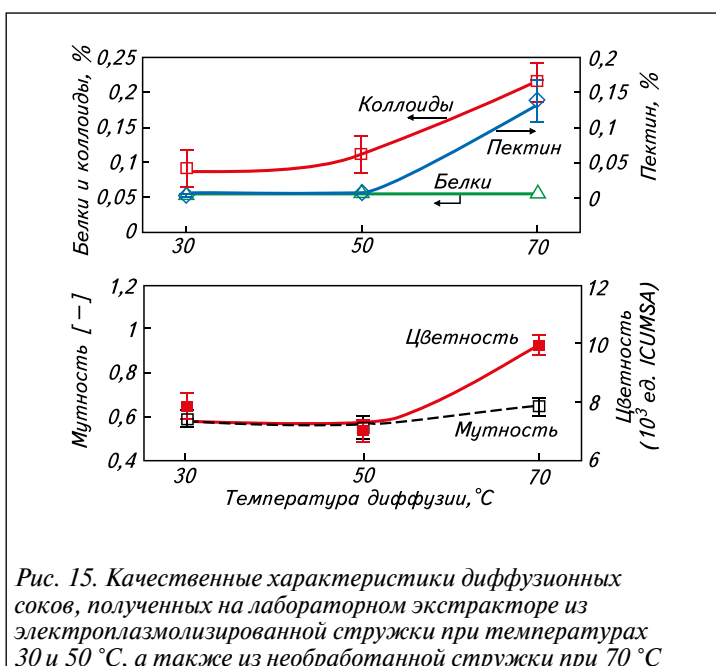
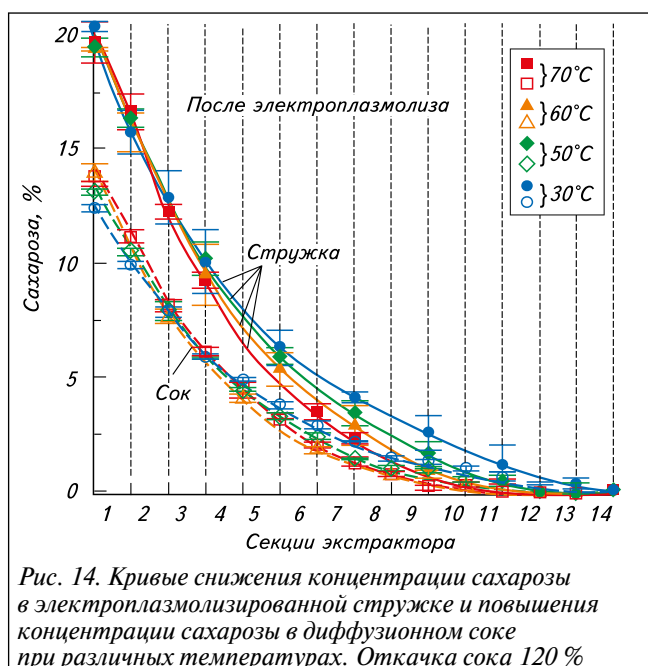
стружки при 70 °С. Кроме того, график показывает, что значения D сближаются при повышении температуры и совпадают при температурах около 80 °С. Это объясняется тем, что при таких высоких температурах термоплазмолиз ткани так же эффективен, как и электроплазмолиз. Достоинство электроплазмолиза заключается прежде всего в снижении температуры диффузии или сокращении её длительности.

Работы велись в том числе на лабораторном противоточном экстракторе, оборудованном камерой с электродами для электроплазмолиза стружки и двойной рубашкой для подогрева (рис. 13) [15]. Термоконтроллер поддерживал желаемую температуру в экстракторе, варьируемую от 30 до 70 °С на основе показаний 6 термодатчиков.

Экстрактор содержит 14 секций. Перфорированные пластиковые корзины использовались для транспортировки стружки. В установленном режиме экстракции корзины передвигались вручную между двумя ближайшими секциями (из секции 1 в секцию 2, из сек-

ции 2 в секцию 3 и т. д.) каждые 5 мин. Вода для экстрагирования добавлялась в последнюю секцию (14) каждые 5 мин и протекала из секции 14 в секцию 13..., из секции 2 в секцию 1. Общее время диффузии было $14 \times 5 = 70$ мин. Такой экстрактор соответствует батарее Роберта из 14 экстракторов и довольно хорошо воспроизводит результаты, полученные на промышленных экстракторах. В проведённых экспериментах в каждую корзину загружалось 500 г стружки. Оттяжка сока варьировалась от 120 до 90 %. Обессахаренный жом прессовался на лабораторном прессе с эластичной диафрагмой под давлением 5 бар. Все эксперименты были повторены по меньшей мере три раза. Генератор ПЭП обеспечивал напряжённость поля 600 В/см для проведения электроплазмолиза стружки. Возрастание температуры при электрообработке стружки не превышало 3 °С.

На рис. 14 продемонстрированы экстракционные кривые снижения концентрации сахарозы в стружке и повышения концентрации сахарозы в диффузионном соке в каждой из 14 секций экстрактора после электрообработки и откачки сока 120 %. Общая тенденция ясно прослеживается: при повышении температуры происходит более быстрое обессахаривание стружки в последних секциях экстрактора (10–14) и лучшая концентра-



ция сахарозы в начальных секциях (1–3). Например, секции 11–14 были бесполезны при экстрагировании из электроплазмолизированной стружки при температурах 60–70 °С, что ведёт к сокращению времени диффузии. Другим примечательным фактом является то, что даже при холодной и тёплой диффузии при 30–50 °С удаётся полное обессахаривание электроплазмолизированной стружки, правда, с применением всех 14 секций экстрактора [15].

На рис. 15 показаны качественные характеристики диффузионных соков, полученных на лабораторном экстракторе из электроплазмолизированной стружки при температурах 30 и 50 °С, а также полученных из необработанной стружки при 70 °С [16]. Как видно из рисунка, холодная или тёплая диффузия при 30–50 °С позволяет уменьшить количество коллоидных и пектиновых веществ в соке. При температуре сока 70 °С происходит, как известно, переход растворимых пектинов в сок, что снижает его чистоту и затрудняет очистку. Кроме того, видно, что при сниженных температурах диффу-

зии происходит снижение мутности (на 10 %) и особенно цветности сока (на 27 %). Качественные результаты соков, полученных из электроплазмолизированной стружки холодным прессованием либо холодной (тёплой) диффузией, близки и подтверждают более высокую чистоту соков и меньшую их цветность по сравнению с горячей диффузией при 70–75 °С.

Компьютерным технологическим университетом проводились также работы по очистке сока, получаемого из электроплазмолизированной стружки диффузионным методом [17, 18]. Диффузионный сок, полученный на лабораторной диффузии (рис. 13), подогревался до 45 °С и затем подвергался ступенчатой преддефеккации с добавкой 2,5 кг СаО/м³ сока в течение 30 мин. Преддефеккованный сок подогревался до 85 °С для основной дефеккации, которая производилась с добавлением различного количества извести. Общее количество извести на очистку, включая преддефеккацию и основную дефеккацию, варьировалось и составляло 4, 6, 8, 10 и 15 кг СаО/м³ сока. I сатурация полученного сока

проводилась при 85 °С до значения рН = 11,2. Фильтрация сока I сатурации проводилась при температуре 50 °С и давлении 1 бар. После этого сок подвергался II сатурации при температуре 90 °С до значения рН = 9,2 и вновь фильтровался. Полученный фильтрат сока II сатурации (очищенный сок) был использован для анализов.

Фильтрационные свойства сока I сатурации, полученного из электроплазмолизированной стружки диффузионным методом при температурах 30 и 50 °С, были существенно лучше по сравнению с соответствующими показателями сока I сатурации, полученного традиционным методом. В частности, при общих затратах СаО на очистку сока (8 кг СаО/м³) фильтрация сока, полученного из электроплазмолизированной стружки при температуре 30 °С, была удельно эффективной (значения фильтрационного коэффициента *Fk* сока I сатурации было ниже 5) [16, 17]. Такое же значение *Fk* было достигнуто после добавки почти вдвое большего количества извести (15 кг СаО/м³) для очистки сока, полученного из необра-

ботанной стружки традиционным диффузионным методом при температуре 70 °С.

Очищенный сок II сатурации, полученный из электроплазмолизированной стружки, имел существенно меньшую цветность по сравнению с соком, полученным из необработанной стружки традиционным диффузионным методом при температуре 70 °С (рис. 16).

Прессово-диффузионный метод получения сока

На рис. 17 представлена диаграмма прессово-диффузионной технологии получения сока из электроплазмолизированной стружки, реализованной в лабораторных условиях в Компьенском технологическом университете [19]. Стружка обрабатывалась при комнатной температуре пульсирующим электрическим полем напряжённостью 600 В/см. Холодное прессование электроплазмолизи-

рованной стружки проводилось на лабораторном прессе под давлением упругой диафрагмы в 5 бар. Прессование прекращалось после получения сока в количестве 50 % к начальной массе стружки (обычно для этого требовалось 4 мин прессования). Прессовый жом в количестве 50 % к начальной массе стружки загружался в перфорированные корзины, установленные в различных секциях лабораторного противоточного экстрактора, описанного выше и показанного на рис. 13. В описываемых экспериментах использовалось 12 секций экстрактора, работающего по принципу батареи Роберта. В установившемся режиме экстрагирования корзины передвигались вручную между двумя ближайшими секциями каждые 6 мин. Таким образом, общее время экстрагирования с использованием 12 секций экстрактора составляло 72 мин. Вода для экстрагирования добавлялась в последнюю секцию каж-

дые 6 мин и протекала в обратном направлении. Часть добавляемой воды впитывалась прессовым жомом, который при этом набухал. Откачка сока рассчитывалась с учётом этой впитываемой воды. Откачка сока варьировалась в диапазоне 80–100 % к массе свёклы. Температура экстрагирования была 30 либо 70 °С и поддерживалась термоконтроллером. Диффузионный и прессовый соки смешивались. Обессахаренный в экстракторе жом подвергался прессованию под давлением 5 бар на лабораторном прессе. Результаты сопоставлялись с полученными при диффузии необработанной стружки на том же противоточном экстракторе при температуре 70 °С и оттяжке 120 %.

На рис. 18 показана кинетика диффузии сахарозы из жома, полученного прессованием электроплазмолизированной стружки. Как видим, кинетика обессахаривания зависит от величины откачки сока.

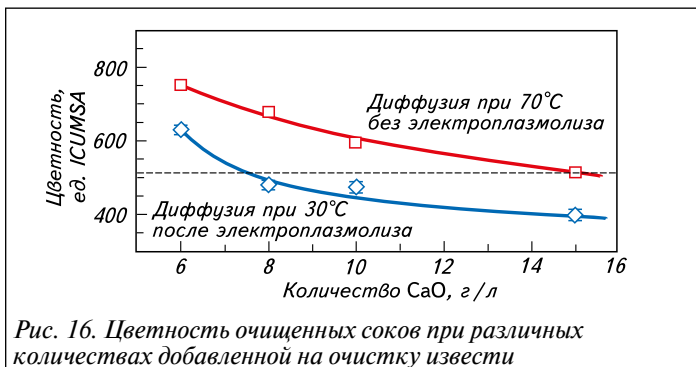


Рис. 16. Цветность очищенных соков при различных количествах добавленной на очистку извести

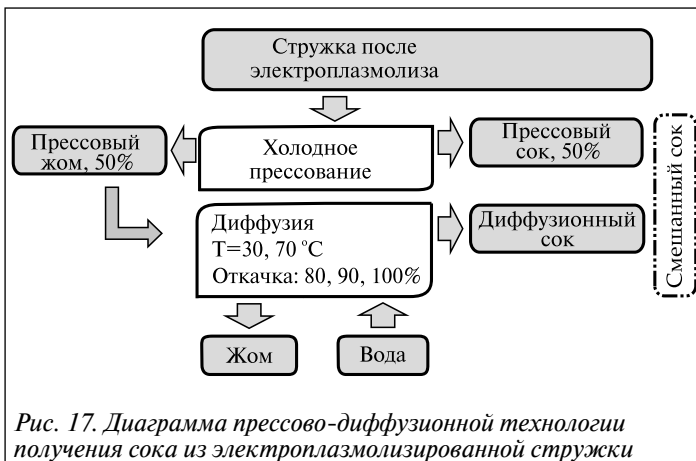


Рис. 17. Диаграмма прессово-диффузионной технологии получения сока из электроплазмолизированной стружки

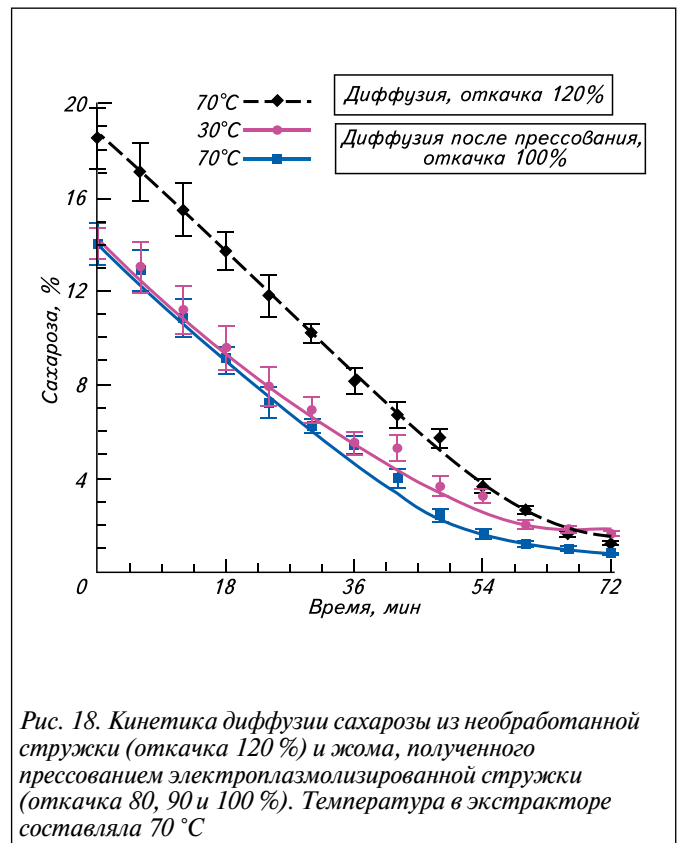


Рис. 18. Кинетика диффузии сахарозы из необработанной стружки (откачка 120 %) и жома, полученного прессованием электроплазмолизированной стружки (откачка 80, 90 и 100 %). Температура в экстракторе составляла 70 °С

Здесь же продемонстрирована кинетика диффузии сахарозы из необработанной стружки при откачке сока 120 %. Во всех проведённых опытах температура в экстракторе составляла 70 °С.

На графике видно, что предварительное прессование электроплазмолизированной стружки понижает с 18,5 до 14% начальное количество сахарозы, которую необходимо экстрагировать. В связи с этим хорошее обессахаривание отжатого жома может быть достигнуто даже при более низких величинах откачки (80–100 % к массе свёклы), что приводит к снижению расхода воды на диффузию. Снижение температуры диффузии до 30 °С несколько замедляет кинетику экстрагирования сахарозы из электроплазмолизированной стружки и повышает потери сахара.

На рис. 19 отражено содержание растворимых сухих веществ (Brix) смешанного (прессового и диффузионного) сока, полученного из электроплазмолизированной стружки. Как видим, уменьше-

ние откачки сока повышает его концентрацию за счёт меньшего количества воды, добавленной на диффузию. Brix сока увеличился в наших экспериментах от значения 14,6 (диффузия из необработанной стружки, при 70 °С и откачке 120 %) до 16,2 (прессово-диффузионная технология с использованием электроплазмолизированной стружки, холодное прессование, диффузия при 70 °С, откачка 80 %). Выпаривание воды из более концентрированного сока требует меньших затрат энергии на выпарной станции.

Качественные показатели смешанных прессового и диффузионного соков, полученных из электроплазмолизированной стружки, приведены на рис. 20. Очевидно, что такие соки являются более чистыми и имеют меньшую цветность, чем сок, полученный обычной диффузией. Как следует из рисунка, цветность смешанных соков, полученных из электроплазмолизированной стружки прессово-диффузионным мето-

дом, приблизительно на 30 % ниже цветности диффузионного сока, полученного в наших условиях обычной диффузией при 70 °С (приблизительно 7 тыс. против 10 тыс. ед. ICUMSA). Чистота смешанных соков (92,5–92,8 %) является более высокой, чем чистота сока, полученного обычным методом (91,8 %). Это объясняется в основном очень высоким качеством сока, полученного из электроплазмолизированной стружки холодным прессованием [19]. Понижение температуры диффузии с 70 до 30 °С ещё более повышает качество сока, полученного из электроплазмолизированной стружки прессово-диффузионным методом. Такой сок имеет наименьшую цветность ($\approx 5\,500$ ед. ICUMSA) и наивысшую чистоту ($\approx 93,3\%$). Его очистка потребует меньшее количество извести.

Устройства для электроплазмолиза стружки

Компания «Базис» разработала генераторы пульсирующего элект-

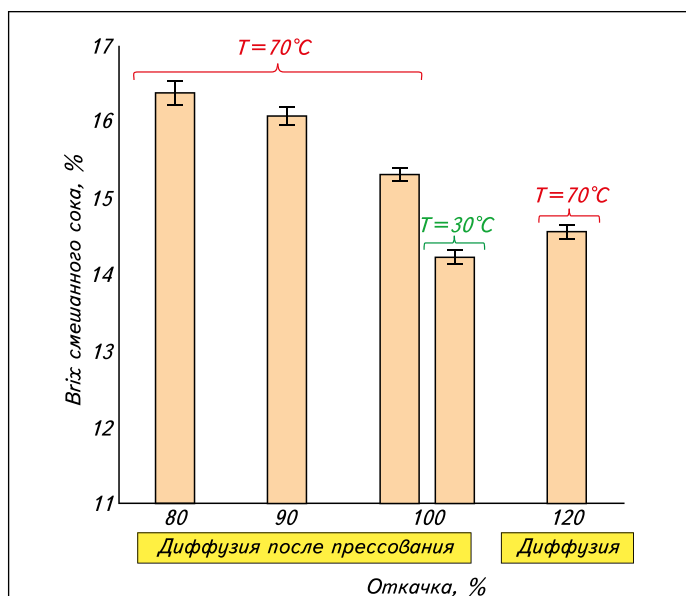


Рис. 19. Концентрация растворимых веществ (Brix) смешанных прессового и диффузионного соков, полученных из электроплазмолизированной стружки (откачка 80, 90 и 100 %). Значение Brix диффузионного сока, полученного из необработанной стружки при откачке 120 %, приведено для сравнения

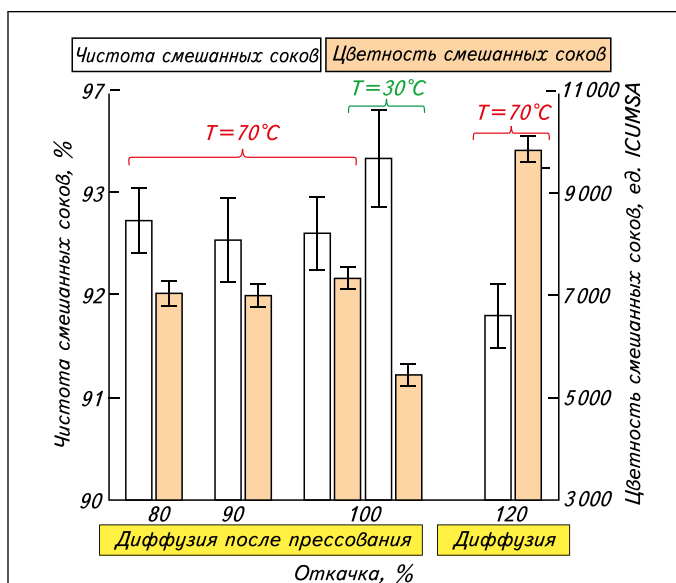


Рис. 20. Чистота и цветность смешанных прессового и диффузионного соков, полученных из электроплазмолизированной стружки (откачка 80, 90 и 100 %). Чистота и цветность диффузионного сока, полученного из необработанной стружки при откачке 120 %, приведены для сравнения

трического поля для обработки свёклы и других растительных материалов производительностью от 10 до 200 т/ч, позволяющие получать импульсы прямоугольной формы напряжением до 30 кВ и величину электрического тока до 2 тыс. А. Частота импульсов может достигать 500 Гц, ширина импульса варьируется в диапазоне

от 1 мкс до 1 мс. На рис. 21 представлена фотография генератора пульсирующего электрического поля компании «Базис» мощностью 50 кВт.

Компания «Маген» совместно с Компьенским технологическим университетом запатентовала способы электроплазмоллиза свёкловичной стружки и других

растительных материалов, в которых стружка обрабатывается без добавления жидкости (сока либо воды) [20]. Компания разработала устройства для реализации этого способа. В таких устройствах затраты энергии на обработку стружки являются минимальными, так как обрабатывается только сама стружка, а не сокоотружечная

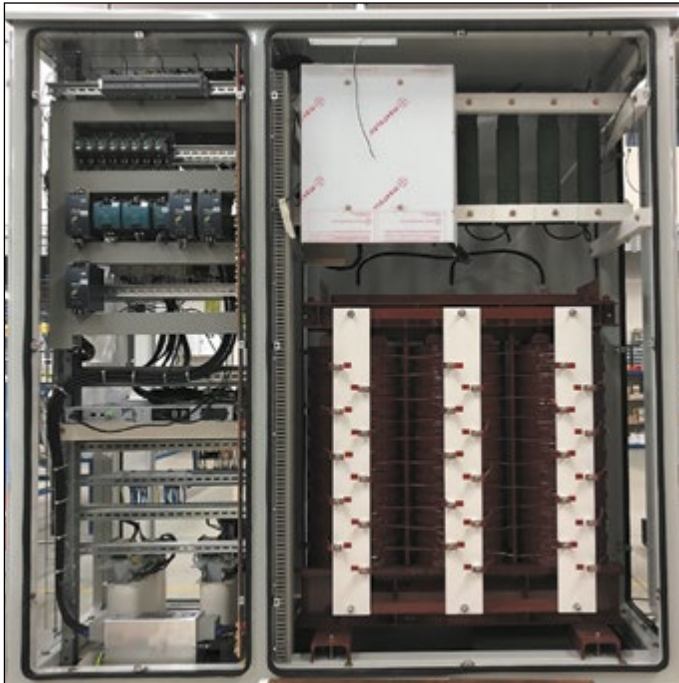


Рис. 21. Генератор пульсирующего электрического поля компании «Базис» мощностью 50 кВт



Рис. 23. Горизонтальная камера для электроплазмоллиза стружки сахарной свёклы компании «Маген» производительностью 10 т/ч



Рис. 22. Схема устройства для электроплазмоллиза компании «Маген» с горизонтальной камерой электроплазмоллиза



Рис. 24. Двухвалковое устройство для электроплазмоллиза стружки сахарной свёклы компании «Маген» производительностью 1 т/ч

смесь. На рис. 22 приведена схема устройства компании «Маген», состоящего из двухшнекового подавателя стружки и горизонтальной камеры электроплазмолиза (её фотография представлена на рис. 23).

В таком устройстве стружка продвигается в горизонтальной камере электроплазмолиза между коллинежно расположенными электродами, подвергаясь при этом электроплазмолизу. На рис. 24 показано двухвалковое устройство для электроплазмолиза стружки сахарной свёклы компании «Маген». В данном устройстве стружка обрабатывается пульсирующим электрическим полем при поступлении на валковые электроды.

Полупромышленные испытания метода электроплазмолиза светловичной стружки с её последующим прессованием проводились компанией «Маген» в содружестве с компанией «Базис», производящей генераторы пульсирующего электрического поля, и при научной поддержке Компьенского технологического университета.

Обработка свежей стружки электроплазмолизом производилась в горизонтальной камере, оборудованной электродами (рис. 23). Па-

раметры пульсирующего электрического поля были следующими: напряжённость поля – 600 В/см, общее время обработки – 7–10 мс. В оптимальном режиме расход электроэнергии на обработку стружки составлял 1,2 кВт/ч, что соответствует данным, полученным в лабораторных условиях. Электроплазмолизованная стружка подвергалась однократному холодному прессованию на шнековом прессе (рис. 25). Выход отжатого сока составлял приблизительно 80 %. Получаемый прессовый сок имел концентрацию 19,6 Втix и выше, чистоту 92–93 % и цветность 2 580–2 690 ед. ICUMSA. Сухие вещества жома достигали 36 % и могут быть повышены после оптимизации. Этот жом, обогащённый сахаром, имеет дополнительную пищевую ценность и идёт на корм скоту. Прессовый сок подвергался вначале микрофльтрации для удаления мути и затем ультрафльтрации без добавления извести на очистку. Применение мембран PES с размером пор 50 кДа позволило достигнуть чистоты сока 95,5 % и снизить его цветность до 1 260 ед. ICUMSA. Применение мембран

PES с размером пор 20 кДа не улучшило чистоту сока, но позволило снизить его цветность до 880 ед. ICUMSA, что было ниже, чем цветность сока, полученного после стандартной очистки дефеко-сатурацией (≈ 1400 ед. ICUMSA). На рис. 26 представлены фотографии соков, сиропов и сахара, полученных по типовой технологии и после ультрафльтрации прес-сового сока, полученного из электроплазмолизованной стружки.

Кроме того, компанией «Маген» разработана схема, включающая в себя несколько стадий холодного прессования электроплазмолизованной стружки с промежуточной пропиткой жома водой для лучшего его обессахаривания. Проведённые пилотные испытания такой схемы с использованием системы электроплазмолиза на двухвалковом устройстве и трёх этапов прессования на шнековых прессах показали её эффективность.

Технологические схемы диффузионного и пресово-диффузионного методов экстрагирования сахара из электроплазмолизованной стружки также разработаны компанией «Маген».



Рис. 25. Устройства для электроплазмолиза стружки сахарной свёклы компании «Маген» (генератор пульсирующего электрического поля и шнековые presses для электроплазмолизованной стружки) производительностью 10 т/ч



Рис. 26. Фотографии соков, сиропов и сахара, полученных по типовой технологии и после ультрафльтрации прес-сового сока электроплазмолизованной стружки

Заключение

Электроплазмолиз (электропорация) является очень эффективным методом нарушения целостности клеточных мембран растительных материалов, в частности сахарной свёклы. Он позволяет достигнуть избирательного извлечения сахарозы из клеток свёклы холодным прессованием либо холодной (тёплой) диффузией. При этом не происходит заметного разрушения стенок клеток и растворения пектиновых и других высокомолекулярных и красящих веществ, ухудшающих качество сока. Получаемый холодным прессованием либо диффузией сок имеет заметно лучшее качество и не требует сложной и многостадийной очистки. Количество используемой на очистку извести может быть значительно уменьшено и даже ультрафильтрация сока оказывается возможной.

Три технологии получения сока из электроплазмоллизированной стружки представляются возможными:

– *технология холодного прессования в несколько стадий* (с добавлением либо без добавления извести). При этом сок имеет более высокую концентрацию растворимых веществ (Brix), а следовательно, потребуются меньшие затраты энергии на выпарной станции. Чистота сока повышается, и сок становится менее окрашенным, поэтому потребуются упрощённая схема его очистки с меньшим расходом извести. Жом – более сухой, а значит, снизятся затраты энергии на его дальнейшее обезвоживание;

– *технология диффузии при менее высоких температурах либо в течение более короткого времени*. В данном случае чистота сока более высокая, а сок – менее окрашенный, следовательно, возможна упрощённая схема его очистки;

– *технология холодного прессования и последующей диффузии*. При этом получаемый сок имеет более

высокую концентрацию растворимых веществ, более высокую чистоту и менее окрашен. В результате упрощается схема очистки сока, снижаются затраты энергии на выпарной станции и расход извести на очистку. Более того, в связи с уменьшением откачки понижается расход воды на диффузию.

Следует отметить, что электроплазмолиз может также эффек-

тивно применяться при обработке хвостиков свёклы с последующим прессованием либо диффузией [21] и дальнейшим использованием полученного сока для производства биоэтанола [22].

Список литературы

1. *Sitzmann W., Vorobiev E., Lebovka N.* Applications of electricity and specifically pulsed electric fields in food processing: Historical backgrounds. *Innovative Food*

Аннотация. Представлены результаты многолетних исследований Компьенского технологического университета (Франция) в сотрудничестве с компанией «Маген» (Франция) по разработке методов холодного электроплазмолиза сахарной свёклы с последующим селективным извлечением сахарозы прессованием и (или) диффузией. Электроплазмолиз (электропорация) достигается пульсирующим электрическим полем напряжённостью 400–600 В/см, которое за 7–10 миллисекунд перфорирует клеточные мембраны, но не разрушает стенки клетки и позволяет извлекать из неё сахарозу более избирательно и при более низких температурах по сравнению с экстрагированием после ошпаривания стружки. Исследованы три технологии извлечения сахара из электроплазмоллизированной стружки: а) холодным прессованием в несколько стадий (с добавлением и без добавления извести); б) холодной либо тёплой диффузией при менее высоких температурах; в) холодным прессованием с последующей диффузией. Показано, что получаемые из электроплазмоллизированной стружки соки имеют более высокую чистоту, значительно меньшую цветность и меньшее содержание коллоидных веществ. В результате практически вдвое уменьшается общее количество извести на очистку сока. Также оказывается возможной фильтрация преддефекованного сока и даже ультрафильтрация диффузионного сока. Соки, полученные из электроплазмоллизированной стружки холодным прессованием и прессово-диффузионным методом, являются более концентрированными. Повышается также содержание сухих веществ в жоме и снижается откачка сока. Компанией «Маген» разработаны и испытаны устройства для холодного электроплазмолиза стружки с минимальными затратами энергии.

Ключевые слова: сахарная свёкла, электроплазмолиз, селективное извлечение сахарозы, холодное прессование, диффузия, очистка сока, ультрафильтрация.

Summary. This paper presents the results obtained by Technological University of Compiègne (France) in collaboration with Magun company (France) in the field of cold electroplasmolysis of sugar beet and following selective recovery of sucrose by pressing and (or) diffusion. Electroplasmolysis (electroporation) can be achieved by the pulsed electric field with intensity of 400–600 V/cm and duration of 7–10 milliseconds, which perforates cell membranes without noticeable damage of cell walls. Such treatment permits selective recovery of sucrose at lower temperature comparatively to the conventional extraction. Three technologies of sucrose recovery from electroplasmolysed sugar beet slices are investigated: a) cold pressing in several stages (with or without lime addition); b) cold or warm diffusion at lower temperatures; c) cold pressing with following diffusion. It is shown that juices obtained from electroplasmolysed sugar beet slices have higher purity, considerably lower coloured and have lower quantity of colloidal matter. As a result, the quantity of lime used for the juice purification is half lower. It is shown that even filtration of pre-limed juice or juice ultrafiltration become possible. Juices obtained from electroplasmolysed sugar beet slices by cold pressing and by pressing with following diffusion are more concentrated. Also the dry matter of obtained pulp increases and the draft can be decreased. Magun company developed and tested devices for the electroplasmolysis of sugar beet slices working with minimal energy consumption.

Keywords: sugar beet, electroplasmolysis, selective extraction of sucrose, cold pressing, diffusion, ultrafiltration.

Science & Emerging Technologies, 2016, 37, pp. 302–311.

2. Miklavcic D. Handbook of Electroporation, Springer, 2016.

3. Vorobiev E. and Lebovka N.I. Pulsed Electric Field Induced Effects in Plant Tissues: Fundamental Aspects and Perspectives of Application. In: E. Vorobiev and N. Lebovka (Editors), Electrotechnologies for Extraction from Food Plants and Biomaterials, Springer, 2008, pp. 39–82.

4. Mahnič-Kalamiza S., Vorobiev E. Dual-porosity model of liquid extraction by pressing from biological tissue modified by electroporation. Journal of Food Engineering, 2014, 137/1, pp. 76–87.

5. Vorobiev E. and Lebovka N.I. Pulse Electric Field Assisted Extraction. In: N. Lebovka, E. Vorobiev and F. Chemat (Editors), Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. CRC Press, 2011.

6. Vorobiev E., Lebovka N. Selective Extraction from Food Plants and Residues by Pulsed Electric Field. In: F. Chemat, J. Strube (Editors) Green Extraction of Natural Products: Theory and Practice, Wiley, 2015, pp. 307–332.

7. Mhemdi H., Bals O., Grimi N., Vorobiev E. Alternative pressing/ultrafiltration process for sugar beet valorization: impact of Pulsed Electric Field and cassettes preheating on the qualitative characteristics of juices. Food and Bioprocess Technology, 2013, vol., pp. 1–11.

8. Mhemdi H., Almohammed F., Bals O., Grimi N., Vorobiev E. Impact of pulsed electric field and preheating on the lime purification of raw sugar beet expressed juices. Food and Bioproducts Processing. 2015, 95, pp. 323–331.

9. Zhu Z., Mhemdi H., Ding L., Bals O., Jaffrin M.Y., Grimi N., Vorobiev E. Dead-End Dynamic Ultrafiltration of Juice Expressed from Electroporated Sugar Beets. Food and Bioprocess Technology, 2015, 8 (3), pp. 615–622.

10. Almohammed F., Mhemdi H., Vorobiev E. Several-staged alkaline pressing-soaking of electroporated sugar beet slices for minimization of sucrose loss. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2016, n° 36, pp. 18–25.

11. Almohammed F., Mhemdi H., Grimi N., Vorobiev E. Alkaline Pressing of Electroporated Sugar Beet Tissue: Process Behavior and Qualitative Characteristics of Raw Juice. Food and Bioprocess Technology. 2015, 8 (9), 1947–1957.

12. Almohammed F., Mhemdi H., Vorobiev E. Purification of juices obtained with innovative pulsed electric field and alkaline pressing of sugar beet tissue. Separation and Purification Technology, 2017, 173, pp. 156–164.

13. Lebovka N.I., Shynkaryk M., El-Belghiti K., Benjelloun H., Vorobiev E. Plasmolysis of sugarbeet: Pulsed electric fields and thermal treatment, Journal of Food Engineering, 2007, 80 (2), pp. 639–644.

14. Lebovka N.I., Shynkaryk M., Vorobiev E. Moderate electric field treatment of sugarbeet tissues, Biosystems Engineering, 2007, 96 (1), pp. 47–56.

15. Loginova K.V., Vorobiev E., Bals O., Lebovka N.I. Pilot study of countercurrent cold and mild heat extraction of sugar from sugar beets, assisted by pulsed electric fields, Journal of Food Engineering, 2011, 102(4), 2011, pp. 340–347.

16. Loginova K., Loginov M., Vorobiev E.,

Lebovka N.I. Qualitative and filtration characteristics of sugar beet juice obtained by «cold» extraction assisted by pulsed electric field, Journal of Food Engineering, 2011, 106(2), 2011, pp. 144–151.

17. Loginova K., Loginov M., Vorobiev E. and Lebovka N.I. Better lime purification of sugar beet juice obtained by low temperature aqueous extraction assisted by pulsed electric field. LWT – Food Science and Technology, 2012, 46 (1), pp. 371–374.

18. Loginov M., Loginova K., Lebovka N., Vorobiev E. Comparison of dead-end ultrafiltration behaviour and filtrate quality of sugar beet juices obtained by conventional and «cold» PEF-assisted diffusion, Journal of Membrane Science, 377, (1–2), 2011, pp. 273–283.

19. Mhemdi H., Bals O., Vorobiev E. Combined pressing-diffusion technology for sugar beets pretreated by pulsed electric field. Journal of Food Engineering, 2016, 168, pp. 166–172.

20. Vidal O., Vorobiev E. Procédé et installation de traitement de tissus végétaux pour en extraire une substance végétale, notamment un jus. Brevet déposé en France, N°1053413 du 03.05.2010, WO2011/138248 A1 du 10/11/2011.

21. Almohammed F., Mhemdi H., Vorobiev E. Pulsed electric field treatment of sugar beet tails as a sustainable feedstock for bioethanol production. Applied Energy 2016, 162, pp. 49–57.

22. Vorobiev E., Lebovka N. Application of Pulsed Electric Fields for Root and Tuber Crops Biorefinery. In: D. Miklavcic. Handbook of Electroporation, Springer, 2016, pp. 1–24.



АО «Техноэкспорт» – чешская проектно-инжиниринговая компания, действующая на мировом рынке промышленности с 1953 года



- Комплексное технологическое решение для сахарных заводов, перерабатывающих сахарные свёклу и тростник
- Анализ осуществимости проекта, базовый и детальный дизайн, дизайн-проект
- Управление проектами, реализация, пуско-наладочные работы
- Реконструкция и модернизация сахарных заводов компании «ТЕХНОЭКСПОРТ» и др.
- Изготовление и поставка машин, оборудования и запчастей
- Постпродажный сервис оборудования
- Содействие в получении экспортного финансирования



АО «Техноэкспорт» в настоящее время входит в состав многопрофильной группы компаний SAFICHEM GROUP

TECHNOEXPORT, a.s. Třebohostická 3069/14, 10031, Praha, Česká republika
Тел.: +420 261-305-111, e-mail: info@technoexport.cz, www.technoexport.cz

АО «Техноэкспорт», 4-я Тверская-Ямская 33/39, офис 172, 125047, Москва, Российская Федерация
Тел.: +7 (499) 978-21-38, моб.: +7 (910) 019-01-02

Ваши поля.
Ваш выбор.
Наша самоотдача.



KWS. Независимы, как и Вы.

Свобода выбора – это и есть независимость. Вы лучше знаете особенности своих полей.
Мы поможем подобрать подходящие гибриды.

www.kws-rus.com

СОЗДАЁМ
БУДУЩЕЕ
С 1856 ГОДА



Достижения в кристаллизации сахара. Оборудование и контроль

Л. РОЖА, Я. РОЖА (e-mail: lajos.zutora.com)

ZUTORA LTD., Венгрия

С. КИЛПИНЕН, Э. МИЭЛОНЕН

K-Patents Oy, Финляндия

КРАТКИЙ ОБЗОР

Сахарная промышленность имеет долгую историю. Она зародилась более 150 лет назад. Как писал известный американский писатель Марк Твен в своей книге «Жизнь на Миссисипи» (1983), «производство сахара — одно из труднейших в мире. А сделать сахар хорошо почти невозможно».

Основная часть в производстве сахара — кристаллизация, и изначально успех процесса базировался только на опыте персонала при минимуме инструментов (ртутный термометр, вакуумметр).

Автоматизация производства в настоящее время играет всё более важную роль в разных областях промышленности, поскольку на кону стоит экономика процесса. Однако автоматизация требует точных измерений параметров контролируемого процесса, которые проводятся соответствующими инструментами. В настоящей статье представлен современный подход в отношении контроля кристаллизации и оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря своей долгой истории производство сахара, и кристаллизация в частности, рассматривалось многими специалистами как хорошо известный, устоявшийся процесс, не предполагающий новых, неожиданных изменений. На предприятиях часто можно увидеть устаревшие вакуум-аппараты. Введение в эксплуатацию электроприводных мешалок, имеющих далеко не на всех заводах, было чем-то новым, в то время как управляемая вручную запорно-регулирующая аппаратура (контроль вакуума, сиропа и подачи пара) остаётся обычным делом в течение длительного времени. Разработка оборудования и производственных линий для внедрения процесса непрерывной кристаллизации сахара было существенным этапом развития новой технологии кристаллизации сахара.

Контроль — ручной или автоматический — требует точных измерений ключевых параметров регулируемого процесса. Общеизвестно, что самым важным

параметром кристаллизации является пересыщение. Примерно в середине прошлого столетия стали появляться инструменты первого поколения, способные определять параметры утфеля или сиропа (электропроводность, плотность, вязкость, консистенцию и т. д.). Позже становятся доступными радиочастотное (РЧ), микроволновое (СВЧ) оборудование и точные рефрактометры второго поколения. К сожалению, показания этих приборов не предоставляют точной информации о пересыщении.

Пересыщение является функцией нескольких параметров сиропа и (или) утфеля и рассчитывается при наличии всех определяющих показателей. Первые приборы, предоставляющие необходимые данные, появились в 1991 г. под названием «SeedMaster» (SM-1) — такую опцию имело программное обеспечение индикаторного преобразователя DTR цифрового поточного рефрактометра типа PR-01-S производства компании K-Patents Oy. Впоследствии были разработаны и выпущены новые версии (SM-2 и новейшая SM-3), позволяющие получать информацию о пересыщении, некоторых важных параметрах утфеля, такие как содержание кристаллов, чистота маточного раствора и т. д.

В отношении контроля кристаллизации следует основываться на достоверных данных и новейших технологиях в области систем контроля. В случае ручного контроля ориентируются на опыт мастера и, как правило, он осуществляется методом проб и ошибок. В случае партионного производства это означает, что ключевые параметры (вакуум, подача сиропа и давление пара) контролируют вручную, и в большинстве случаев от партии к партии они будут отличаться. Идея состоит в том, чтобы исключить возможность влияния негативных факторов, возникших в предыдущей варке, на следующий результат. Однако невозможно гарантировать, что негативные факторы (колебания вакуума и (или) давления пара, концентрации подаваемого сиропа и т. п.) будут одинаковыми от варки к варке, т. е. подбор нужных параметров превратится в бесконечный процесс. Ситуация усложняется также необходимостью выполнять калибровку приборов



и их обслуживание; кроме того, часто отсутствует информация о действительно важном параметре — пересыщении.

Автоматический контроль кристаллизации с помощью ПЛК или АСУ ТП сейчас весьма популярен. Чаще всего прибегают к использованию СВЧ-приборов для определения содержания сухих, а также промышленных рефрактометров, для измерения содержания сухих в жидкой фазе (сироп, маточный раствор). Однако до сих пор вполне распространён метод контроля путём подбора подходящих параметров с помощью программного обеспечения. Происходит это из-за отсутствия достоверных данных о пересыщении в режиме онлайн, получаемых с помощью одного прибора.

1. Пересыщение (SS) – самый важный параметр процесса кристаллизации

В литературе подробно описано, что пересыщение является самым важным параметром процессов кристаллизации, включая кристаллизацию сахара. Однако из-за невозможности получить достоверные данные с помощью одного прибора понимание этой важности было пустыми словами до момента возникновения некоторого приближённого метода. К сожалению, в научных трудах до сих пор можно обнаружить ошибочные утверждения о том, что пересыщение можно определить, измерив лишь один показатель сиропа/маточного раствора или утфеля. Для более предметного обсуждения этого вопроса и использования результатов различных исследований пересыщение следует рассмотреть подробно. Наиболее современное определение пересыщения, используемое в литературе, производится по следующей формуле:

$$SS = \frac{\text{сахар в растворе (1 г / 100 г воды)}}{\text{сахар при насыщении (1 г / 100 г воды)}} \quad (1)$$

(оба при одинаковой температуре).

Пересыщение является функцией нескольких переменных:

$$SS = f(C, T, P, m, b, c), \quad (2)$$

где C – концентрация сиропа/маточного раствора; T – температура; P – чистота сиропа/маточного раствора; m, b, c – параметры качества сиропа.

Пересыщение можно определить только расчётным способом, учитывая все ключевые параметры. В случае мониторинга данных или автоматического контроля кристаллизации с помощью ПЛК или АСУ ТП достоверные данные о пересыщении необходимы, как правило, каждые 10 секунд.

2. Приборы, используемые для мониторинга параметров процесса кристаллизации

2.1. Общие параметры

Общими параметрами, используемыми для мониторинга процесса кристаллизации в серийных варочных аппаратах, являются:

- температура утфеля, измеряемая резистивным температурным датчиком (РТД), подключённым к электронному преобразователю;
- вакуум и (при необходимости) давление пара;
- уровень сиропа/утфеля в аппарате, измеряемый датчиком перепада давления;
- ток мешалки или потребление мощности (второе предпочтительнее).

Онлайн-данные, предоставляемые этими инструментами, играют хорошо установленную роль в контроле за процессом, однако представляют ограниченную информацию о важных параметрах утфеля.

2.2. Приборы, используемые для измерения некоторых параметров утфеля

В табл. 1 представлены наиболее важные параметры утфеля, играющие чрезвычайно весомую роль в контроле кристаллизации сахара. Также в таблице показано, что с помощью приборов можно получить данные только о двух параметрах:

- содержания сухих веществ в утфеле (Брикс), измеряемые с помощью СВЧ-анализаторов (изотопные датчики во многих странах запрещены);
- концентрации маточного раствора с использованием промышленного рефрактометра (измерение повышения точки кипения зависит от чистоты сиропа и не является достаточно точным).

Остальные показатели, включая самый важный — пересыщение, получить на данный момент невозможно из-за отсутствия соответствующих измерительных приборов.

В табл. 1 перечислены параметры утфеля, необходимые для мониторинга и контроля процесса.

Таблица 1. Важные параметры утфеля и используемое оборудование

Важные параметры	Обычно используемые анализаторы
Пересыщение	Отсутствует
Содержание СВ в сиропе и утфеле	СВЧ (изотопный)
Содержание кристаллов	Отсутствует
Чистота маточного раствора	Отсутствует
Средний размер кристаллов	Отсутствует
Концентрация сиропа и маточного раствора	Промышленный рефрактометр К-Patents (повышение точки кипения, ВРЕ)



В табл. 2 приведено доступное на сегодняшний день оборудование. Два типа приборов (кондуктометрический и радиочастотный) измеряют электрические характеристики сиропа и (или) утфеля, в то время как два других предоставляют данные о некоторых параметрах (плотность, консистенция). Все перечисленные результаты измерений этих приборов следует использовать с особенной осторожностью, поскольку эти данные в отдельности не дают полной информации о состоянии утфеля. Неутешительным является также то, что эти показатели зависят от нескольких (в большинстве своём неизмеряемых) переменных, перечисленных в таблице.

2.3. Промышленные рефрактометры (рис. 1, 2)

Лабораторные рефрактометры также использовались длительное время как в сахарной, так и в других отраслях промышленности. В случае кристаллизации сахара раньше, да и сейчас обычной практикой является отбор образцов из аппарата и последующее лабораторное определение показателя преломления, который хорошо коррелирует с содержанием сухих в сиропе. Недостатками такого способа являются:

- отбор образцов происходит редко, что недопустимо при автоматическом контроле (потеря регулярных показаний);

- велика вероятность человеческой ошибки.

Первые полностью цифровые промышленные рефрактометры были разработаны компанией K-Patents Oy (Финляндия) и получили широкое применение во многих отраслях промышленности, включая сахарную.

Их основные характеристики:

- прочная конструкция, не требует обслуживания по месту;

- прибор с заводской калибровкой, калибровка на месте не требуется;

- селективное измерение концентрации, отсутствие влияния окраски раствора, наличия пузырей или твёрдых частиц (кристаллов);

- точность определения концентрации: $\pm 0,05 \%$; $\pm 0,1 \%$;

- один преобразователь поддерживает два датчика одновременно (независимые измерения);

- вывод данных: стандартный сигнал (4–20 мА), Ethernet;

- огромный выбор вариантов конструкций, удовлетворяющий всем требованиям различных производств и задач*.

2.4. Микроволновые приборы

Первые микроволновые приборы появились в конце 1990-х. Микроволновое оборудование работает в диапазоне высоких частот (от нескольких сот мегагерц до нескольких гигагерц). Существует две совершенно разные конструкции датчиков, измеряющих содержание воды в исследуемой среде, эти

*Примечание: вопреки абсолютно неверной информации, встречающейся в публикациях, промышленные рефрактометры не используют «цезий в качестве источника питания» и гамма-лучи.



Рис. 1. Датчики рефрактометров для различных применений



Рис. 2. Поточный рефрактометр для сахарной промышленности

Таблица 2. Приборы и измеряемые параметры

Анализатор (датчик)	Переменные, влияющие на результаты
Проводимость	f (Liq. conc., Temp., Cryst., Ns.)
Радиочастотное (RF) сопротивление	f (Liq. conc., A, Cryst., Temp.)
Радиочастотная (RF) ёмкость	f (Liq. conc., A, Cryst., Temp.)
Изотопный (плотность)	f (Liq. conc., Cryst., Temp.)
Вязкость	f (Visc., Cryst.)
СВЧ	f (Liq. conc., Cryst.)
Промышленный рефрактометр	f (Liq. conc.)
Liq. conc.: концентрация жидкости	Ns.: содержание несахаров (содержание, состав)
Temp.: температура	A: зольность
Cryst.: содержание кристаллов	Visc.: вязкость

данные используются для расчёта концентрации и (или) Брикс. Приборы требуют калибровки по месту, точность измерений весьма невелика, в диапазоне от $\pm 0,2\%$ до $\pm 1,0\%$. Микроволновые приборы становятся популярными в некоторых областях промышленности, включая сахарную.

2.5. Оборудование SeedMaster

Удовлетворяя потребность в инструменте, предоставляющем достоверные данные о пересыщении по всей массе утфеля, компания K-Patents выпустила программное обеспечение SM-1 для вторичного преобразователя DTR промышленного рефрактометра. Следующее поколение, SM-2 [1] (Венгрия), представляло собой специализированное оборудование. С появлением третьего поколения, SM-3 (производство K-Patents, рис. 3), увеличилось количество функций. На настоящий момент по всему миру используется примерно 100 приборов SeedMaster.

Помимо вычисления различных важных данных, перечисленных в табл. 3, SeedMaster позволяет выполнять введение затравки в автоматическом режиме (открывать затравочный клапан на несколько секунд) в тот момент, когда вычисленная величина SS равна заданному значению. SM-3 обладает разнообразными возможностями подключения (4–20 мА, MODBUS, Ethernet/IP, PROFIBUS).

2.6. Итоги

Кроме оборудования, перечисленного в разделе 2.1, для улучшения контроля процессов кристаллизации сахара в промышленных вакуум-аппаратах требуются:

- промышленный рефрактометр K-Patents, способный отслеживать два вакуум-аппарата (с двумя датчиками);
- СВЧ-прибор (один датчик на аппарат);
- K-Patents SeedMaster 3 (SM-3), способный отслеживать одновременно два вакуум-аппарата.

Ниже описаны настройки и управление ими.

Таблица 3. Важные параметры утфеля и оборудование, предоставляющее данные о них

Важные параметры	Оборудование, используемое для контроля SS
Пересыщение	SeedMaster (SM-3)
Содержание СВ в сиропе и утфеле	СВЧ
Содержание кристаллов	SeedMaster (SM-3)
Чистота маточного раствора	SeedMaster (SM-3)
Средний размер кристаллов	SeedMaster (SM-3)
Концентрация сиропа и маточного раствора	Промышленный рефрактометр K-Patents



Рис. 3. Прибор SM-3 (HMI) с дополнительным устройством I/O (слева)

3. Параметры, управляющие кристаллизацией сахара

При кристаллизации сахара в промышленных масштабах требуется вырастить миллиарды кристаллов, отвечающих строго определённым характеристикам. Для того чтобы сделать это правильно, необходимо глубокое понимание параметров, влияющих на процесс.

3.1. Рост кристаллов

Оборудование, перечисленное в табл. 3, уже используется на многих производствах в течение длительного времени. Основываясь на данных, полученных на хорошо известных производствах в Западной Европе и Западной Африке, было получено и утверждено выражение, описывающее сложный процесс роста кристаллов [4]:

$$\frac{da}{dt} = K \times (SS - 1,035) \times 0,277 \times e^{0,0186 \times T} \times e^{-1,75 \times \frac{NS}{100} \times (1-y)^2}, \quad (3)$$

где da/dt – скорость роста кристаллов (линейная) (мм/мин); K – общая скорость кристаллизации; SS – пересыщение (–); T – температура (°C); NS – концентрация несахаров (г/100 г воды); y – содержание кристаллов (абс. по объёму).

3.2. Общая скорость кристаллизации K

Общая скорость кристаллизации не является постоянной величиной, она зависит от множества факторов, таких как скорость жидкости у поверхности кристаллов, вязкость, коэффициент диффузии и т. д. Некоторые из них зависят, в свою очередь, от температуры (наблюдается её не прямое влияние).

3.3. Пересыщение

Хорошо известно, что превышение верхнего предела пересыщения (выше значения, при котором происходит спонтанное образование активных центров



кристаллизации) приводит к образованию мелкодисперсной фракции (за исключением случая использования шоковой кристаллизации). Образование мелкодисперсной фракции ухудшает гранулометрический состав (CSD характеризует CV, рассев). Высокое значение величины рассева приводит к увеличению коэффициента рециркуляции кристаллов и снижению реального выхода продукта. На рис. 4 показан более или менее приемлемый предел образования центров кристаллизации [2].

При достаточно высоком показателе чистоты ($P > 92\%$) область границы спонтанной кристаллизации не находится в сильной зависимости от температуры при значении пересыщения $SS = 1,12$. На практике значение SS_{lim} допустимо чуть больше 1,13. На рис. 5 показана рабочая область кристаллизации (включая безопасный предел) всего процесса варки (чистота $> 92\%$) для предотвращения нежелательного образования центров кристаллизации. При условии, что $SS < 1,00$, имеет место растворение существующих кристаллов;

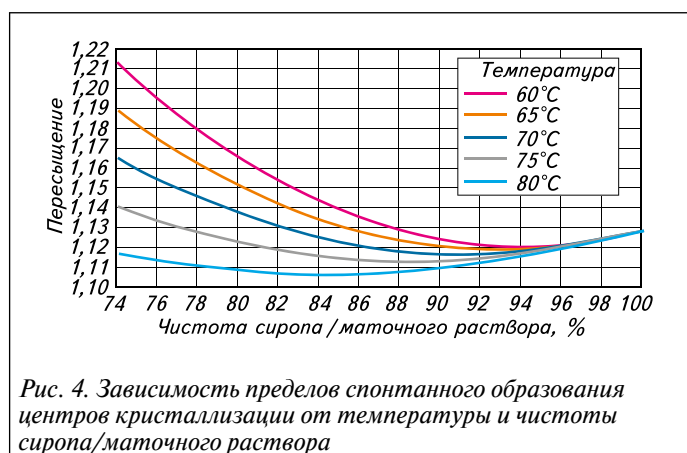


Рис. 4. Зависимость пределов спонтанного образования центров кристаллизации от температуры и чистоты сиропа/маточного раствора

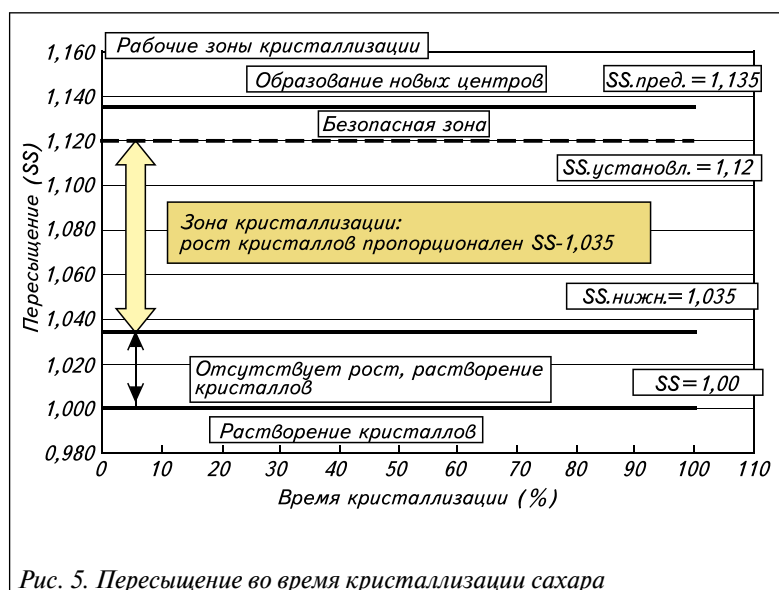


Рис. 5. Пересыщение во время кристаллизации сахара

$SS = 1,00$ до $SS = 1,035$: отсутствие роста кристаллов;

$SS > 1,035$ до $SS = 1,12$: рост кристаллов без образования новых центров (идеальный случай);

рост кристаллов пропорционален $SS - 1,035$

$SS > 1,135$: образование новых центров.

Концентрация жидкости C : при высокой чистоте сиропов $dSS/dC = \sim 0,065$, поэтому $\pm 1\%$ изменение концентрации (либо ошибка в измерении концентрации) приводит к изменению значения SS в широком диапазоне, $\Delta SS = 0,13$ (вся область зоны кристаллизации составляет только 0,085). Очевидно, что для расчёта SS необходим прибор, обеспечивающий достоверные надёжные измерения концентрации жидкости в режиме онлайн, характеризующийся точностью и стабильностью измерений не менее $\pm 0,1\%$.

Температура T : при высокой чистоте сиропов $dSS/dT = \sim 0,014$ изменение температуры на 10°C приводит к изменению пересыщения примерно на 0,14 (непрямое влияние температуры).

Чистота P : при высокой чистоте сиропов $dSS/dP = \sim 0,004$, снижение чистоты всей массы на 2% приводит к изменению SS примерно на $-0,008$.

3.4. Температура

Температура оказывает непосредственное прямое влияние (см. третий член уравнения 3). На практике варку осуществляют в диапазоне $T = 62 - 82^\circ\text{C}$. Было доказано, что при варке с начальной температурой в диапазоне $T = 72 - 75^\circ\text{C}$ достигались существенные преимущества без риска изменения цветности [3].

3.5. Концентрация несахаров

Концентрация несахаров во время процесса варки зависит:

- от концентрации и чистоты сиропа/маточного раствора;

- температуры: при уменьшении температуры для поддержания показателя пересыщения на том же уровне следует уменьшить также концентрацию (поэтому и концентрацию NS) (непрямое влияние температуры).

3.6. Содержание кристаллов

Содержание кристаллов (y) в объёме (абс.) также играет важную роль в процессе роста кристаллов:

- полное отсутствие кристаллов: $y = 0,00$ и $(1 - y)^2 = 1,0$;
- ближе к окончанию варки: $y = 0,5$ и $(1 - y)^2 = 0,25$.

Содержание кристаллов в абсолютном объёме (количество кристаллов в единице объёма, например в 1 см^3 утфеля) хорошо коррелирует с режимом контроля уровня жидкости (объём)

ёма) в варочном аппарате. Более подробная информация приведена в [5], [6].

4. Параметры управления (настройки и их зависимости)

Уравнение 3 чётко описывает параметры, управляющие процессом роста кристаллов. Некоторые из них можно выбирать произвольно (пересыщение (SS) и температура (T), в то время как другие являются функциями иных характеристик (общая скорость роста кристаллов (K), концентрация несахаров (NS) и содержание кристаллов (y)).

На основе уравнения 3 было выполнено огромное количество симуляций, с целью моделирования влияния различных параметров (SS и температура) и их изменений (уровень утфеля тесно коррелирует с содержанием кристаллов). Ниже будут обсуждаться наиболее важные результаты.

4.1. Температура варки

Температура варки хорошо коррелирует с вакуумом или значением абсолютного давления в варочном аппарате. Вопреки устоявшемуся мнению о том, что температура процесса кристаллизации должна находиться в диапазоне невысоких температур (от 60 до 65 °C), было доказано, что начало варки при температуре от 72 до 75 °C:

- не оказывает негативного влияния на цветность [3];
- приводит к сокращению цикла варки по сравнению с варкой при более низких температурах;
- оказывает положительное прямое и не прямое влияние на некоторые параметры (общая скорость роста кристаллов K, циркуляция утфеля, теплообмен, энергопотребление мешалок и проч.).

Рекомендуемая температура процесса – от 72 до 75 °C.

4.2. Пересыщение

Пересыщение является самым важным параметром кристаллизации сахара. Его значение всегда следует поддерживать близким, но слегка ниже границы спонтанной кристаллизации сахара (за исключением случая применения шоковой затравки, когда это не рекомендуется) (см. рис. 6), с целью предотвращения нежелательного образования центров кристаллизации.

Рекомендуемые показатели для затравки: SS = от 1,08 до 1,10 (полная затравка суспензии или магмы).

Рекомендуемые показатели после затравки для всей варочной массы: SS = от 1,11 до 1,13 (чистота питающего сиропа P > 90 %).

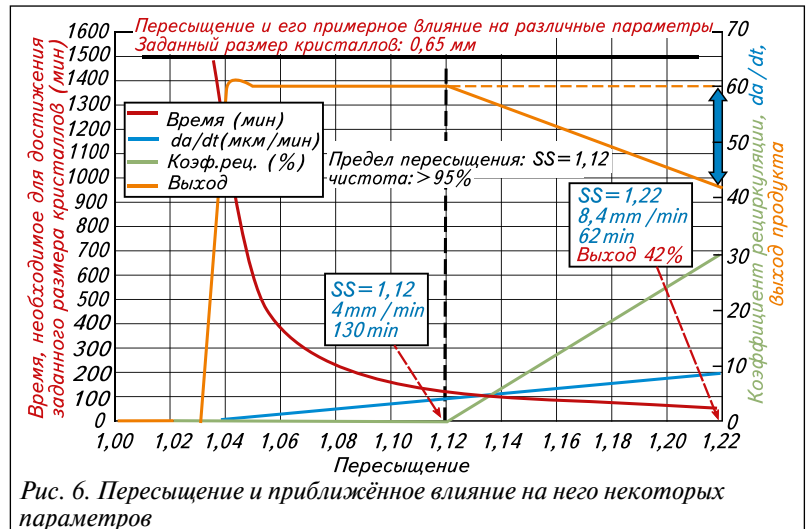


Рис. 6. Пересыщение и приближённое влияние на него некоторых параметров

4.3. Содержание кристаллов

Существует несколько вариантов контроля уровня (объёма) утфеля в варочном аппарате. Симуляция процесса подтвердила предположение, что объём «свободного» утфеля вместе с контролем пересыщения обеспечивают существенные преимущества: уменьшение цикла варки, лучшую циркуляцию, снижение энергопотребления мешалок [5], [6].

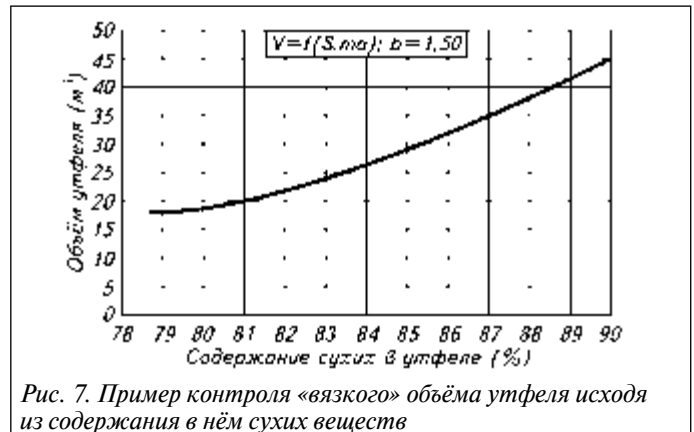


Рис. 7. Пример контроля «вязкого» объёма утфеля исходя из содержания в нём сухих веществ

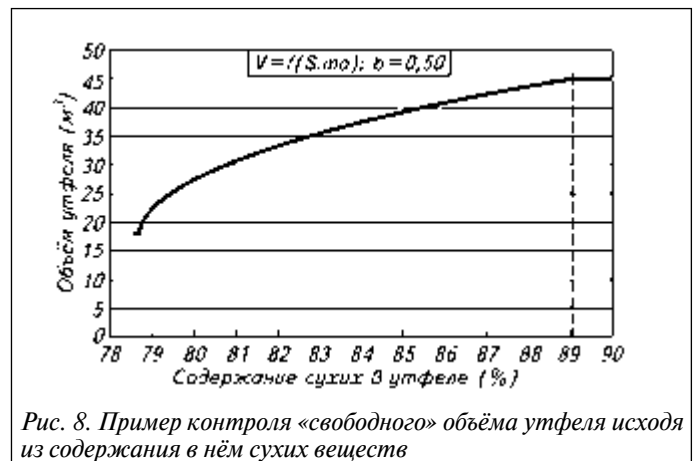


Рис. 8. Пример контроля «свободного» объёма утфеля исходя из содержания в нём сухих веществ



5. Усовершенствованный контроль кристаллизации на основе пересыщения

Единственный способ внедрения SS-контролируемой кристаллизации (уже используемой в нескольких странах) показан на рис. 9.

5.1. Конфигурация

Приборы

1. Промышленный рефрактометр K-Patents (предоставляет данные о концентрации жидкости и температуре)
2. Оборудование K-Patents SM-3 (предоставляет данные: SS, чистота маточного раствора, содержание кристаллов и т. д.)
3. Независимый СВЧ или радиоизотопный прибор
4. Независимый датчик уровня
5. Независимый датчик вакуума или абсолютного давления.

Контроллеры

1. PID1 (КОНЦ.): подача пара (Slave, вторичный 1) контроллер
2. PID2: SS (Master, мастер 1) контроллер пересыщения
3. PID3 (ABS. PR): контроллер абсолютного давления (Slave, вторичный 2)
4. PID4: SS (Master, мастер 2) контроллер пересыщения

5. PID5: контроллер уровня

Пятью PID-контроллерами для каждого варочного аппарата могут быть PLC или DCS.

5.2. Краткое описание управления

Подача пара к каландру контролируется регулятором PID1 клапана подачи пара. Он настроен на примерное значение концентрации (жидкости), которое при необходимости можно изменять настройкой вывода мастер-контроллера Master PID2 (SS1). Два контроллера управляются в каскадном режиме (КАСКАД 1).

Абсолютное давление (вакуум) в варочном аппарате контролируется PID3 контроллером клапана давления. Ему задано примерное значение (абсолютного давления), которое при необходимости можно изменить настройкой вывода мастер-контроллера Master PID4 (SS2). Два контроллера управляются в каскадном режиме (КАСКАД 2).

Два мастер-контроллера имеют одинаковые настройки SS. Уровень контролируется контроллером клапана подачи сиропа PID5. Его настройки вычисляются в режиме онлайн исходя из выбранной стратегии контроля уровня утфеля (примеры см. на рис. 7, 8).

Поток данных (вход и выход) от и к PLC или DCS можно организовать с помощью соединения Ethernet (MODBUS, Ethernet/IP) или PROFIBUS.

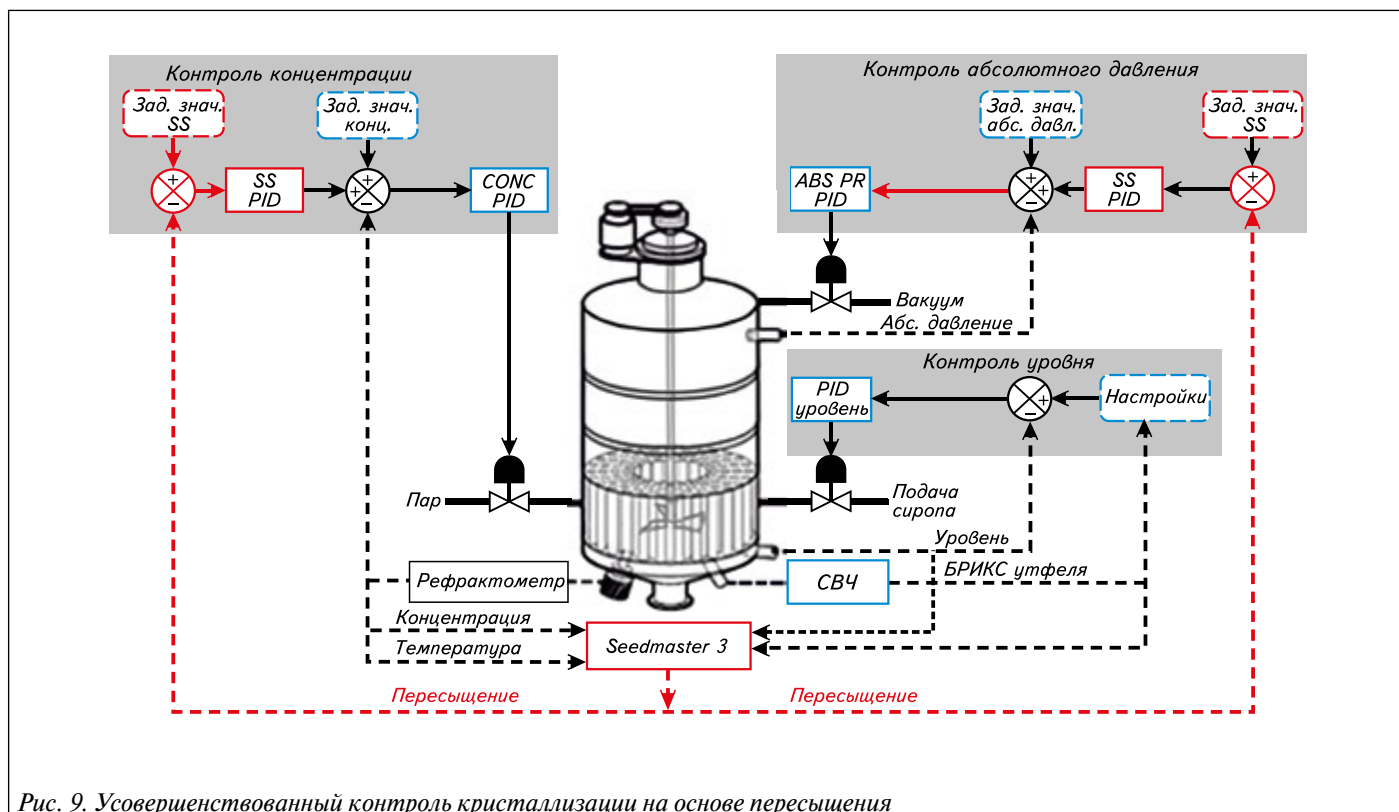
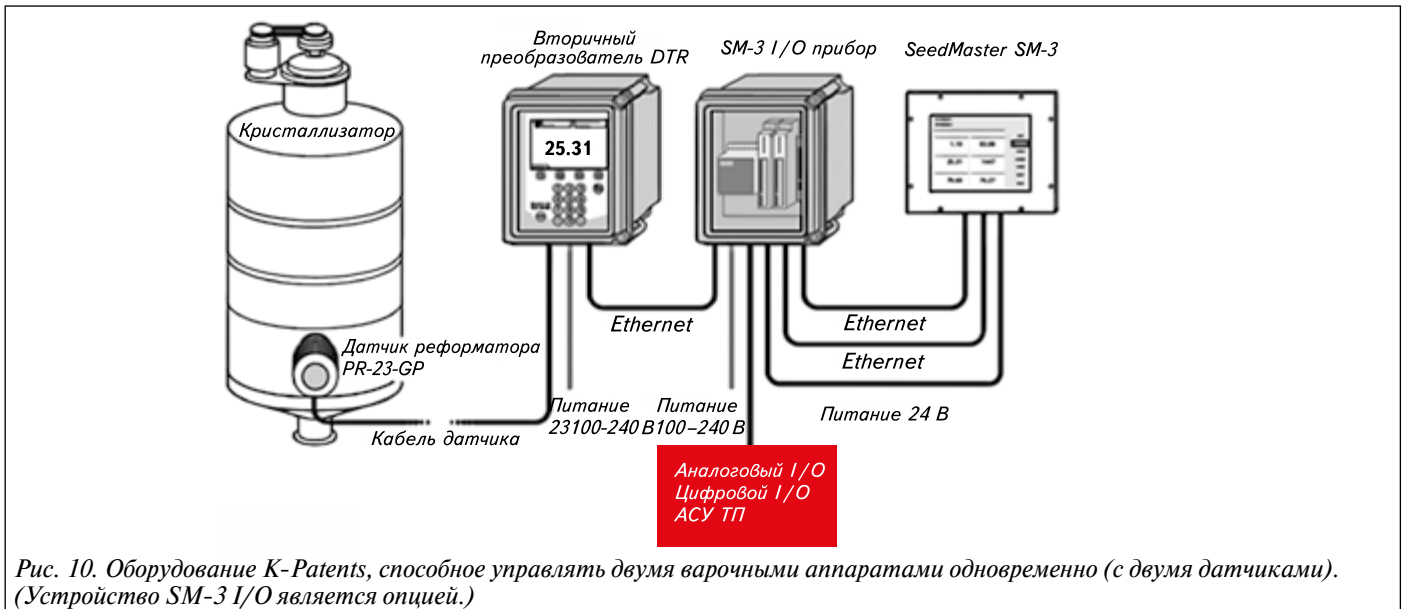


Рис. 9. Усовершенствованный контроль кристаллизации на основе пересыщения

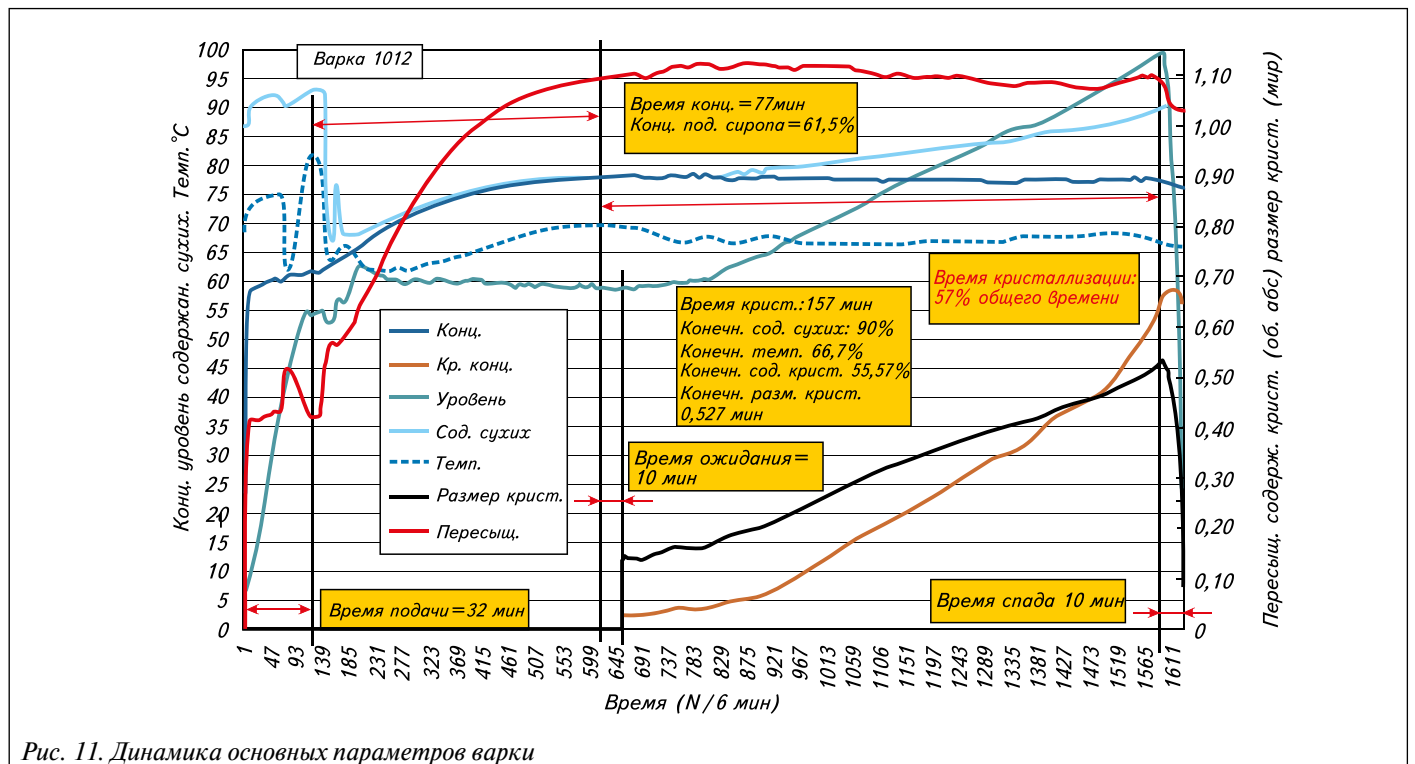


6. Примеры и результаты кристаллизации с контролем пересыщения

Эксплуатация прибора SM-3 позволила накопить огромное количество данных и информации о динамике процесса, позволяющей проверить и внести корректировки в процесс контроля кристаллизации. Динамика различных параметров играет такую же важную роль, как данные ЭКГ (электрокардиограммы) пациента для врача.

Пример 1. Местоположение: сахарорафинадный завод в Западной Африке
Комментарии

- Пересыщение вполне контролируемо: SS.max = 1,125; SS.min = 1,075; SS.cp = 1,102
- Контроль уровня утфеля: время отклика = 10 мин; параметр b = 1,0
- Температура утфеля: Темп.max = 69,4; Темп.min = 66,4; Темп.cp = 67,4 (°C)



- Содержание кристаллов в продукте: 57 (% объёма)
- Размер кристаллов продукта: 0,52 (мм)
- Содержание сухих в утфеле: 90 (%)
- Вследствие ошибки в калибровке СВЧ датчика наблюдается (ошибочно) стадия увеличения содержания кристаллов и размера кристаллов после введения затравки
- Начало варки при температуре на 5–6 °С выше, чуть более высокое значение пересыщения и меньшая величина параметра *b* контроля уровня утфеля будут эффективно уменьшать время кристаллизации.

Замечания о местных ограничениях

- Реальное время кристаллизации (от введения затравки до выгрузки аппарата) составляет только 57 % от общего времени варки. Частично большая длительность варки объясняется тем, что слишком много времени (32 мин) проходит с момента загрузки аппарата до начала концентрирования.
- Концентрирование сиропа до введения затравки заняло 77 минут из-за очень малой концентрации подаваемого сиропа (61,5 %). Это является основной причиной низкой эффективности в отношении времени, используемого для кристаллизации, по отношению к общему времени варки (в рассматриваемом случае 57 %).

- Вследствие очень низкой концентрации сиропа (61,5 %) на варку требуется очень сильная подача пара. В случае выполнения следующих друг за другом двух или нескольких варок в одинаковых вакуум-аппаратах может возникнуть серьёзная проблема с подачей пара, что в дальнейшем приведёт к сложностям.

Пример 2. Местоположение: сахарорафинадный завод на Востоке

На многих сахарорафинадных производствах практикуется метод шоковой затравки в сочетании с подачей воды. Была проведена серия тестов с применением нового метода контроля, и в одном из аппаратов выполнили варку с полной затравкой без использования воды. Новый способ контроля привёл к существенному улучшению двух показателей кристаллов продукта – МА (средний размер кристаллов) и CV (рассев) (рис. 12, 13). Хорошо известно, что использование воды после шоковой затравки приводит к растворению мелкодисперсной фракции, и поэтому обеспечивает улучшение показателя CV. Вопреки этому факту при варке с шоковой затравкой без использования воды с новым способом контроля были получены лучшие показатели рассева.

Внедрение нового способа варки на этом производстве позволило сократить расходы воды и энергии и сэкономить около 400 тыс. долларов в год.

Пример 3. Местоположение: сахарорафинадный завод в Центральной Америке

В табл. 4 приведено сравнение наиболее важных параметров продукта по результатам, собранным за два сезона (2015/16 и 2016/17 гг.). Улучшения, наблюдаемые во втором сезоне, частично объясняются увеличением температуры процесса варки и пол-

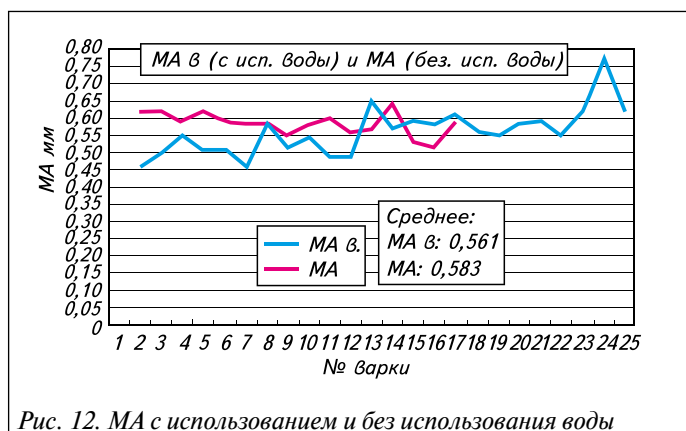


Рис. 12. МА с использованием и без использования воды

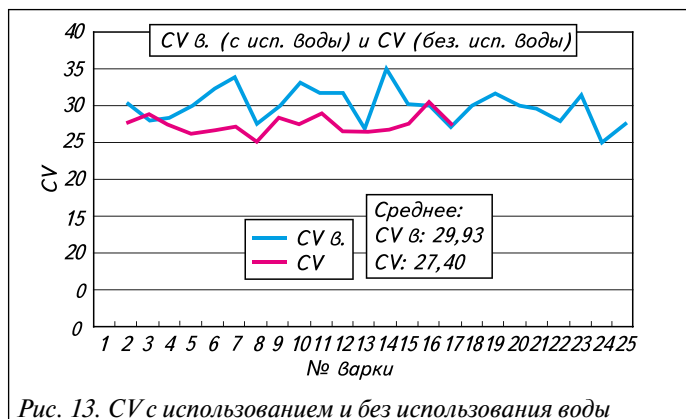


Рис. 13. CV с использованием и без использования воды

Таблица 4. Основные параметры продукта

Показатель	2015/16	2016/17	Изменения
Растворённый сахар по массе (%)	20,8 %	15,7 %	25 %
Цветность сахара (IU)	21,38	24,3	13,7 %
Сахар МА	0,46	0,61	33 %
Сахар CV	29,43	38	29 %
Время варки (мин)	168	136	19 %
Лучшее время варки за 7 дней (мин)	145	115	21 %
Количество варок в день	16,0	19,2	20 %
Максимальное количество варок в день	20	25	25 %
Время простоя (учитывая очистку) в среднем на варку (мин)	10,6	13,8	30 %
Среднее количество рафинированного сахара (т)	433	613	42 %
Максимальное количество рафинированного сахара в день (т)	536	730	36 %

ной варки с затравкой. В полях, отмеченных зелёным цветом — улучшение параметров; в отмеченных жёлтым — ухудшение.

Замечания

Данные, приведённые в таблице, отображают существенное увеличение выпуска продукта во втором сезоне (например: среднее количество тонн рафинированного сахара в день выросло на 42 %).

Цветность сахара слегка выросла до значения 24,3 IU (на +13,7 %). Это, вероятно, объясняется снижением растворимости при промывке в центрифугах. Но, несмотря на это, значение цветности по-прежнему значительно лучше показателя, рекомендованного международным комитетом по общепринятым методам анализа сахара (ICUMSA) для белого сахара (макс. 45 IU).

Показатель МА (средний размер кристаллов) сахара возрос на 33 % вследствие изменения способа введения затравки — вместо шоковой хорошо подготовленная полная варка с затравкой.

Показатель CV (рассев) сахара вырос до 29 %, вероятно, вследствие уменьшения промывки в центрифугах.

Время простоя (учитывая разгрузку и очистку) возросло предположительно вследствие увеличения содержания кристаллов и вязкости утфеля.

ВЫВОДЫ

Производство в промышленных масштабах всё в большей степени зависит от частичной или полной автоматизации процессов. Автоматизация базируется:

- на глубине понимания контролируемых процессов;

- надёжных результатах измерений ключевых параметров процесса, предоставляемых оборудованием в режиме онлайн;

- тщательно выбранном методе контроля.

Контроль кристаллизации сахара длительное время основывался на приборах, не способных предоставить действительно необходимую информацию для улучшения контроля процесса. Основная часть из них предоставляла данные, зависящие, в свою очередь, от нескольких параметров (большой частью неизмеряемых), что делало их использование проблематичным. Результат очевиден: длительное время контроль кристаллизации являл собой либо некий метод проб и ошибок, основанный прежде всего на опыте мастеров варки, либо новый способ контроля с использованием специализированного программного обеспечения для ПЛК или АСУ ТП.

В отношении оборудования мы являемся свидетелями радикального изменения ситуации начиная с конца 1980-х:

- развитие полупроводниковых технологий обеспечило повсеместное использование электроники и компьютерных технологий;

- измерение показателя преломления, длительное время считавшееся лабораторным методом определения концентрации, параллельно с развитием цифровых технологий получило повсеместное развитие после появления первых промышленных рефрактометров компании K-Patents Oy;

- СВЧ-оборудование хорошо зарекомендовало себя в качестве инструмента для определения содержания сухих, с приемлемым уровнем точности;

- оборудование SeedMaster в сочетании с описанными выше приборами удовлетворяет давно назревшую потребность: предоставляет данные о самых важных параметрах кристаллизации в режиме онлайн, а именно: пересыщение, содержание кристаллов, чистота маточного раствора, средний размер кристаллов МА (при условии отсутствия использования затравки во время варки).

Контроль кристаллизации: пример использования пересыщения для контроля процесса, описываемый в статье, уже успешно используется в нескольких странах. Существенное улучшение характеристик продукта подтверждает правильность такого подхода.

Список литературы

1. *Rozsa, L.* 2006, 'SeedMaster 2: A universal crystallization transmitter and automatic seeding device', International Sugar Journal, 2006, 108 (1296): 683–695.

2. *Broadfoot R., Wright P.G.*, 1972, Nucleation Studies, Proc. 39th Conf. QSSCT; 353–362.

3. *van Noord, F., Poiesz, E., Wittenberg, A., Ooms, M.* 2012, 'Investigation of cane sugar colour under beet sugar co process conditions' Sugar Industry Technologists Conference, Auckland, New Zealand, 2012, Proceedings: 37–42.

4. *Rozsa, L., Rozsa, J., Kilpinen, S.*: Crystal growth and crystallization control tactics in industrial sugar crystallizers. Part 1. Crystal growth International Sugar Journal, Oct. 2016

5. *Rozsa, L., Rozsa, J., Kilpinen, S.*: Crystal growth and crystallization control tactics in industrial sugar crystallizers Part 2. Control tactics International Sugar Journal, Sept. 2017.

6. *Rozsa, L., Rozsa, J., Kilpinen, S.*: Crystal growth and crystallization control tactics in industrial sugar crystallizers Part 3. Control tactics (continued) International Sugar Journal, Oct. 2017.

Аннотация. Использование пересыщения для контроля и управления кристаллизацией сахара. Получение равномерного рассева сахара. Получение кристаллов сахара заданного размера.

Ключевые слова: пересыщение, датчики, оборудование SeedMaster, высокотехнологический контроль кристаллизации

Summary. Use of supersaturation to control the crystallization of sugar. Improvement CV and obtaining sugar crystals with a given MA.

Keywords: supersaturation, probes, SeedMaster instruments, advanced crystallization control.



Проектирование теплотехнологического комплекса с оптимизацией отбора диффузионного сока

Л.А. ВЕРХОЛА, канд. техн. наук

ООО «Теплоком» (e-mail: www.teplocom.ua; info@teplocom.ua)

Экономические показатели работы теплотехнологического комплекса свеклосахарного завода в значительной мере определяются величиной отбора (откачки) диффузионного сока. Хорошо известно, что оптимальная величина отбора сока определяется расчётным путём на базе соотношения цены сахара и топлива и параметров работы тепловой схемы и диффузионной установки. Тем не менее этот расчёт ещё не внедрён в повседневную практику сахарных заводов и проектных организаций, из-за чего реальная прибыль завода часто ниже потенциальной.

Различие цен на сахар и топливо сформировали методы проведения диффузионного процесса, присущие определённым странам (табл. 1) [1].

Для экономических условий СССР середины 80-х гг. были рассчитаны оптимальные значения отбора сока, которые составили 140–160 % при работе без прессовой стадии и 130–150 % с прессовой стадией [4]. Однако в разработанной в то же время нормативно-технической документации для всех типов диффузионных установок был регламентирован отбор 120 % [5]. Причины такого значительного расхождения не объяснялись.

С внедрением реальных рыночных отношений интерес к экономически обоснованным методам управления производством возрос. В 2000-х гг. были предложены методики технико-экономических

расчётов для определения оптимального отбора [6–8]. В условиях изменяющейся конъюнктуры рынка топлива и сахара расчёт оптимальных величин отбора сока дал возможность сахарным заводам устанавливать собственные нормативы процесса экстракции.

В предложенных технико-экономических моделях кроме изменения потерь сахара в жоме учитывалось изменение связанных с ним производственных параметров:

- количества продуктов, длительности процессов в технологической цепи;
- затрат электроэнергии на перекачивание соков и сиропов;
- количества известкового камня и топлива на его обжиг;
- выхода сахара, мелассы и жома.

Наиболее противоречивой является зависимость выхода сахара и мелассы от степени обессахаривания жома. Этот вопрос дискутируется на протяжении уже многих десятилетий, но к однозначному выводу специалисты так и не

пришли. Так, в недавней работе [9] сделан вывод, что отбор сока должен ограничиваться величиной 115 %, при превышении которой больше несахаров диффундирует с остатками сахарозы из жома, увеличивается масса калий-магниевой щелочной золы и величина коэффициента мелассообразования. Для расчёта использованы производственные данные переработки свёклы с чистотой нормального сока 84,7 % и лабораторные исследования диффузионного сока со средней чистотой 84,13 %. Такие низкие значения чистоты соответствуют реалиям 1978 г., когда проводились производственные испытания диффузионного аппарата DC-17 с прессами ПСЖН на Лохвицком сахарном заводе. Авторы ссылаются именно на эти испытания.

Однако за прошедшие десятилетия качество свёклы было значительно повышено, сейчас сахарная свёкла полной спелости имеет чистоту свекловичного сока 92 % [10]. Поэтому проектирова-

Таблица 1. Параметры процесса экстракции в диффузионных батареях Роберта

Страны	Продолжительность экстракции, мин	Отбор сока, %	Источник
Америка	42–45	150	[1]
	36	155	[2]
Чехия	86	107	[1]
Швеция	78	124	[2]
	50–60	115–125	[1]
СССР			
12 диффузоров	60	125	[3]
14 диффузоров	68	121	[3]
16 диффузоров	75	118	[3]

ние необходимо вести с использованием актуальных значений чистоты клеточного сока свёклы и диффузионного сока.

Таким образом, в общей проблеме оптимизации отбора диффузионного сока нераскрытыми остаются причины противоречия между рассчитанными оптимальными значениями параметров и значениями, используемыми в практике проектирования и проведения технологических процессов на сахарных заводах.

Целями статьи является определение причин этого противоречия, а также усовершенствование методики проектирования с учётом актуальных параметров диффузионно-прессовых установок и качества свёклы.

Для анализа мы использовали математические зависимости, аргументом которых является величина отбора диффузионного сока, a , %:

$C_{fu}(a)$ – затраты на топливо, которые определяются расчётным путём в соответствии с конфигурацией тепловой схемы завода. Эта функция близка к линейной, монотонно возрастающей;

$C_{su}(a)$ – издержки от потерь сахара в жоме, которые определяются по специальным методикам на базе производственных данных реальной диффузионной установки. Эта функция нелинейная и монотонно убывающая.

Сумма этих функций может иметь экстремум в рассматриваемом диапазоне величины отбора.

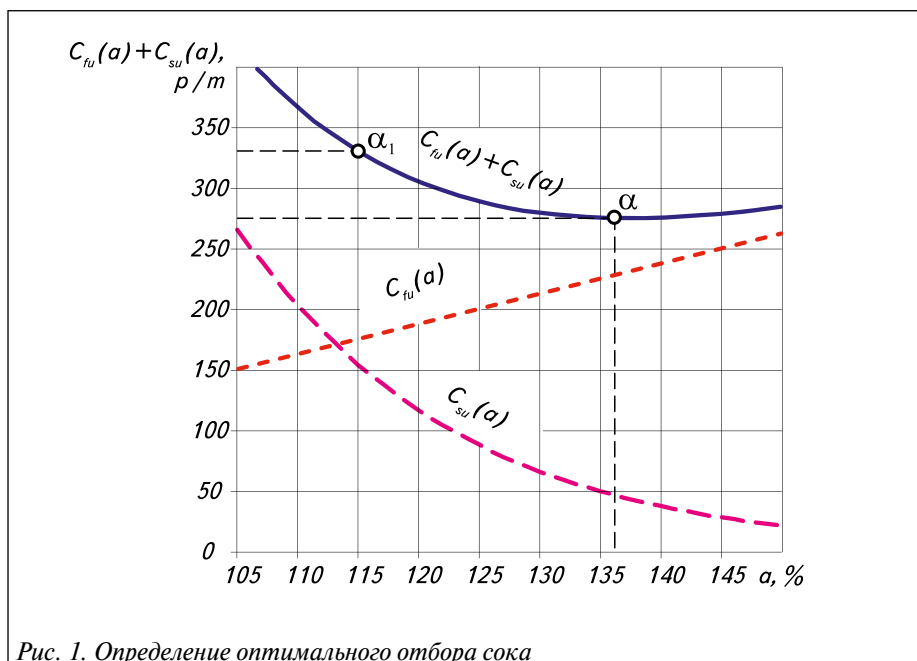


Рис. 1. Определение оптимального отбора сока

Производная суммарной функции равна 0 в точке экстремума, которая определяется из дифференциального уравнения

$$\frac{d(C_{fu}(a) + C_{su}(a))}{da} = 0.$$

В целях дальнейшего анализа мы задали для эффективности тепловой схемы и эффективности диффузионной установки [11] реперные уровни: низкий (А), высокий (С) и промежуточный (В) (табл. 2). Комбинации тепловой схемы и диффузионной установки с разными уровнями эффективности далее будем обозначать сочетани-

ем соответствующих букв со знаком «+» между ними.

Пример расчёта для завода с низкой эффективностью как тепловой схемы, так и диффузионной установки (А+А) (рис. 1), показывает, что величина оптимального отбора сока (в нашем примере – 137,2 %) значительно выше, чем применяемая сейчас на заводах (110–120 %). Такое отклонение реальной величины отбора (например, 115 %) от оптимальной обуславливает недополученную заводом выгоду, которая составляет 55,1 р. при переработке 1 т свёклы. Поэтому на многих сахарных заводах существует потенциальная возможность повышения приби-

Таблица 2. Исходные данные для анализа теплотехнологического комплекса

Показатели работы теплотехнологического комплекса, принятые для расчёта эффективности		А	В	С
Параметры тепловой схемы	Расход условного топлива, % к массе свёклы	5,63	4,38	2,85
	Отбор сока, % к массе свёклы	120	115	110
Параметры диффузионно-прессовой установки	Сахаристость стружки, % к массе свёклы	18	18	18
	СВ прессованного жома, %	16	22	28
	Потери сахара в жоме, % к массе свёклы	0,423	0,277	0,226
	Отбор сока, % к массе свёклы	125	118	110
	Число единиц переноса (NTU), ед.	10	16	22
Цена 1 т условного топлива, р.		4 029		
Цена 1 т сахара, р.		25 000		
Коэффициент завода, %		84		

ли путём изменения отбора диффузионного сока до оптимальной величины. Мы считаем, что эта возможность обязательно должна быть реализована путём выполнения оптимизационных мероприятий.

Разумеется, существенное изменение отбора повлияет на смежные участки технологической цепочки. Поэтому прежде всего необходимо оценить основные аспекты предполагаемого мероприятия по внедрению работы завода с оптимизированным отбором диффузионного сока:

- величину оптимального отбора сока в текущий момент и на перспективу;
- возможность работы смежного оборудования с оптимальным отбором сока;
- изменения технологических показателей процессов на смежных станциях;
- затраты на необходимые организационно-технические мероприятия;
- экономическую эффективность и окупаемость мероприятия в целом.

Величина оптимального отбора сока будет изменяться вследствие изменения цен на топливо и сахар, а также в результате модернизации

тепловой схемы и диффузионно-прессовой установки.

Влияние соотношения цен «сахар/топливо» на оптимальную величину отбора сока было проанализировано для заводов, использующих в качестве топлива природный газ, при различной эффективности теплотехнологического комплекса (рис. 2). Мы видим, что при актуальных в России ценах величина отбора 120 % будет оптимальной только для заводов с высокой эффективностью (С+С). Для других заводов (А+А, В+В) при отборе сока 120 % существует недополученная выгода.

Абсолютное большинство нынешних сахарных заводов было построено до 80-х гг. XX в., они проектировались в соответствии с экономической теорией, нормативно-технической документацией и прецедентами своего времени. При этом экономически обоснованный отбор сока составлял более 150 % (как, например, в Америке). Тем не менее для сахарных заводов СССР был установлен норматив отбора 120 % для всех типов диффузионных установок.

Однако в этом не было противоречия, так как в то время закон стоимости не выполнял роль регулятора производства. Механизм

цен использовался государством для установления таких пропорций в распределении средств между отраслями, которые обусловлены потребностями планомерного развития социалистического народного хозяйства.

Так же централизованно органами управления определялись технологические параметры сахарных заводов. Величина отбора сока 120 % была принята директивно с учётом долгосрочной перспективы развития отрасли. Как ориентир, очевидно, были использованы технологические показатели сахарных заводов Западной Европы. Сейчас мы можем констатировать, что большинство сахарных заводов ещё не доведено до той степени совершенства, при которой экономически обоснованным является отбор сока $\leq 120\%$.

На многих сахарных заводах производится или планируется реконструкция, которая обычно выполняется поэтапно. По завершении очередного этапа ожидается экономический эффект, рассчитанный при проектировании. Его получение подтверждает правильность проектных решений, создаёт материальную основу для инвестиций в дальнейшие этапы программы.

Обязательным требованием к программе модернизации является недопустимость возникновения проблем в работе смежных участков сахарного завода при реализации проектных решений по текущему этапу. Это обеспечивается системным анализом процессов в их взаимосвязи.

Мы предлагаем методику анализа эффективности поэтапной модернизации сахарного завода, базирующуюся на величине оптимального отбора диффузионного сока, которая связывает параметры тепловой схемы и диффузионно-прессовой установки, а также цены на сахар и топливо. С этой целью производится построение диаграммы в координатах: отбор

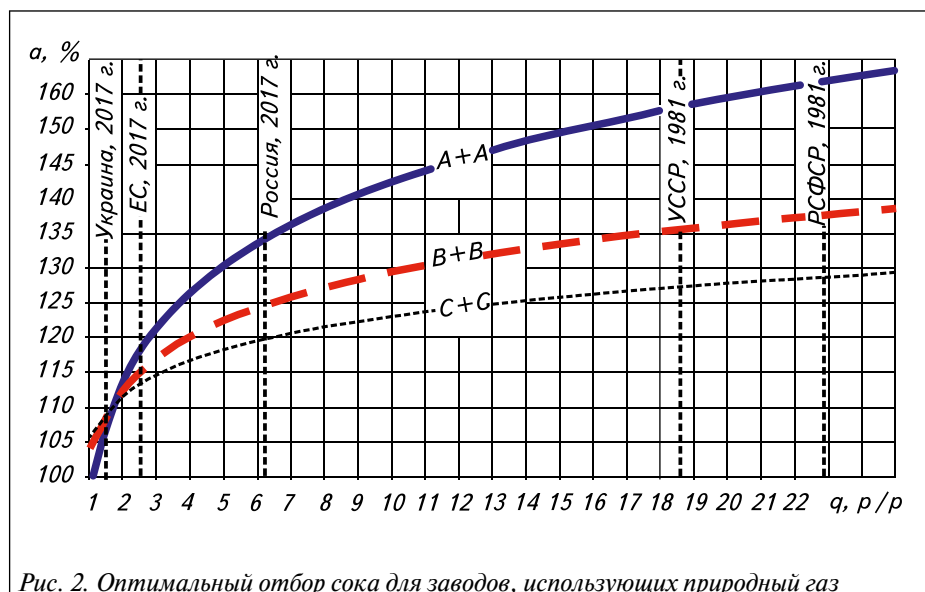
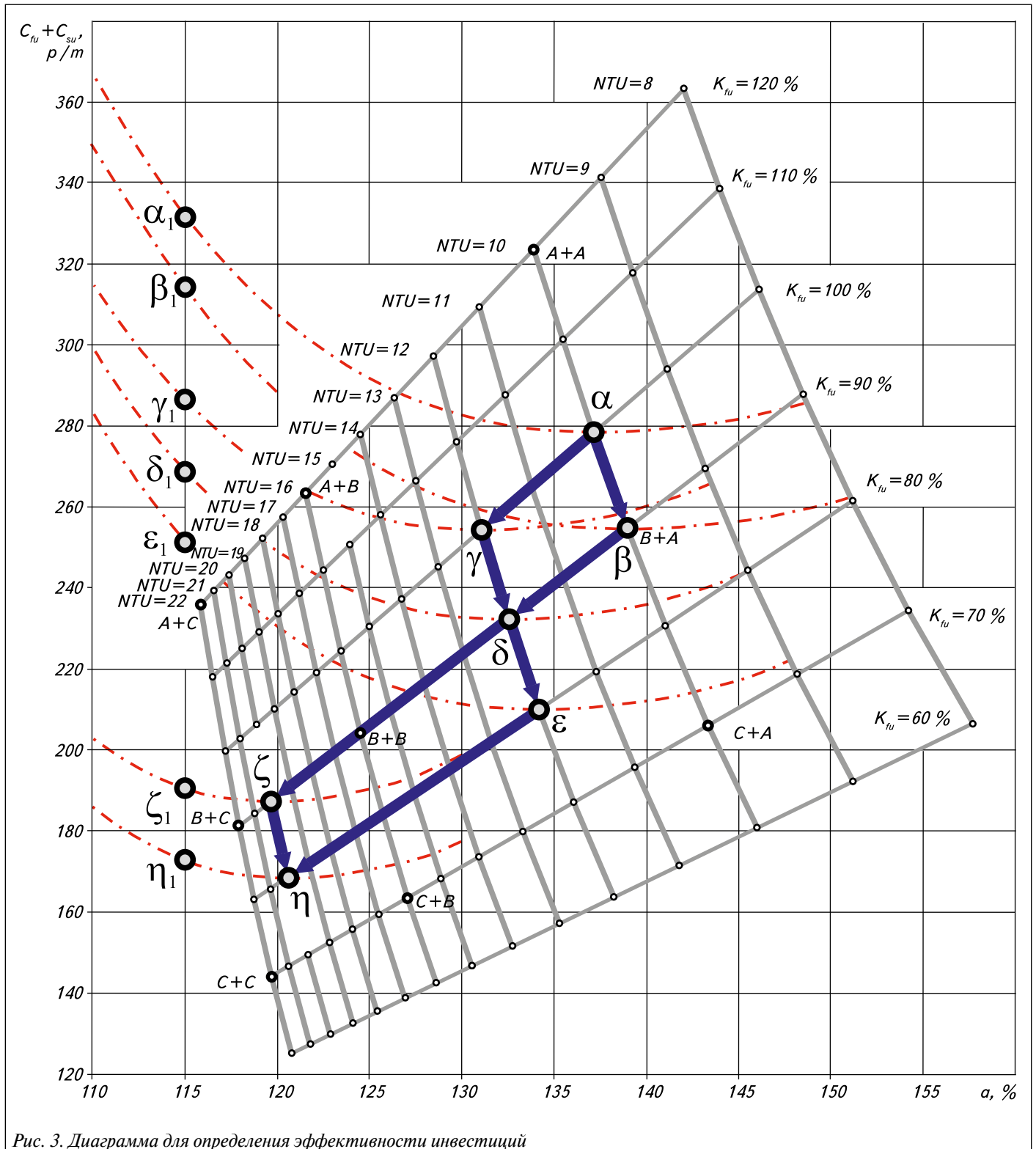


Рис. 2. Оптимальный отбор сока для заводов, использующих природный газ

сока – сумма $C_{fu}(\alpha) + C_{su}(\alpha)$ (рис. 3), на которой нанесены точки, соответствующие оптимальному отбору при различных комбинациях

эффективности тепловой схемы и диффузионно-прессовой установки при фиксированных значениях цены сахара и топлива (см. табл. 2).

На диаграмме геометрическое место точек, соответствующее одинаковой эффективности тепловой схемы, представляет собой семей-



ство прямых линий, расположенных с подъёмом. Базовый уровень (100 %) эффективности тепловой схемы соответствует удельному расходу условного топлива 4,69 % к массе свёклы при отборе сока 120 %. Энергоэффективность тепловой схемы конкретного завода характеризуется коэффициентом расхода топлива K_{fu} , %. Поэтому остальные линии получены путём изменения значения расхода топлива пропорционально K_{fu} .

Фиксированным значениям эффективности диффузионно-прессовой установки, выраженной числами единиц переноса от $NTU = 8$ до $NTU = 22$ [11], соответствуют кривые линии, которые, пересекая линии тепловой эффективности, образуют сетку. В результате каждая точка поля диаграммы отображает определённую комбинацию эффективности тепловой схемы и диффузионной установки. Также точки, соответствующие комбинации реперных уровней эффективности, обозначены буквами (табл. 3).

В качестве примера рассматриваем программу поэтапной модернизации сахарного завода, оснащённого двумя диффузионными установками DC-12 с прессами Babbini PB32FS. Эффективность диффузионной установки составляет $NTU = 10$ ед. Эффективность тепловой схемы соответствует $K_{fu} = 100$ %. Этому исходному состоянию на диаграмме соответствует точка α .

Этап 1. Выполнение мероприятий по совершенствованию тепловой схемы, обеспечивающих снижение расхода условного топлива на $100 - 90 = 10$ %, что на диаграмме соответствует переходу $\alpha \rightarrow \beta$.

Этап 2. Оснащение диффузионных аппаратов DC-12 системой ошпаривания с противоточным ошпаривателем в сочетании с повышением степени отжима жома путём добавления ещё одного пресса и оптимизации химической обработки воды. В результа-

те эффективность диффузионно-прессовой установки повышается до $NTU = 12$, что на диаграмме отображается переходом $\alpha \rightarrow \gamma$.

Состояние после выполнения (одновременного или последовательного) этапов 1 и 2 на диаграмме соответствует точке δ .

Этап 3. Мероприятия по совершенствованию тепловой схемы, обеспечивающие снижение расхода условного топлива на $90 - 80 = 10$ %, что соответствует переходу $\delta \rightarrow \epsilon$.

Этап 4. Замена двух диффузионных аппаратов DC-12 на один колонный диффузионный аппарат большой единичной производительности (используется внедрённая на этапе 2 система ошпаривания). Отображается переходом $\delta \rightarrow \zeta$.

Состояние после выполнения (одновременного или последовательного) этапов 4 и 5 соответствует точке η .

Анализ диаграммы показывает, что при повышении эффективности тепловой схемы снижение затрат сопровождается повышением оптимальной величины отбора диффузионного сока (переходы $\alpha \rightarrow \beta$, $\delta \rightarrow \epsilon$). В то же время при совершенствовании диффузионно-прессовой установки снижение затрат сопровождается снижением оптимальной величины отбора (переходы $\alpha \rightarrow \gamma$, $\delta \rightarrow \zeta$).

В нашем примере после осуществления этапов 1 или 2 зависимость издержек $C_{fu} + C_{su}$ от величины отбора сока a , %, определяется кривыми $\beta_1 - \beta$ и $\gamma_1 - \gamma$. Из диаграммы видим, что при оптимальной величине отбора издержки будут примерно равными, но при снижении отбора издержки становятся неодинаковыми. Модернизация только диффузионно-прессовой установки ($\alpha \rightarrow \gamma$) оказывается намного более выгодной, чем модернизация только тепловой схемы (кривая $\beta_1 - \beta$). Но в обоих случаях из-за отклонения отбора сока от оптимального возникает суще-

ственная недополученная выгода.

Эффекты от выполнения этапов 3 и 4 качественно подобны эффектам от этапов 1 и 2. Особенностью является то, что замена двухшнековых диффузионных аппаратов на колонный аппарат обеспечивает намного большее повышение эффективности и приближение значения оптимального отбора к диапазону величин, применяемых сейчас на сахарных заводах (110–120 %).

На диаграмме результаты выполнения нескольких этапов модернизации, выполненных как последовательно, так и одновременно, определяются подобно суммированию векторов (сетка координат не ортогональная) либо расчётным путём.

Рассмотренный пример показывает, что модернизация тепловой схемы обязательно должна сочетаться с модернизацией диффузионной установки. Повышение эффективности диффузионной установки приводит к снижению величины оптимального отбора сока, что весьма актуально для сахарной промышленности.

Величину недополученной выгоды необходимо рассчитывать на каждом этапе модернизации (см. табл. 3) и всегда принимать во внимание как резерв повышения рентабельности завода.

При инвестиционном проектировании разработанная методика наглядно показывает влияние на достигаемый результат двух составляющих: диффузионно-прессовой установки и тепловой схемы (хотя это разделение во многом условно). На каждом этапе контролируется оптимальный отбор – чрезвычайно важная величина, которая часто выпадает из поля зрения разработчиков проекта.

Рассмотренная выше упрощённая методика применима при разработке технического задания и базового проекта. Дальнейшие стадии проектирования требуют большей точности, для чего ис-

пользуется более детальная модель, базирующаяся на производственных данных. Такая методика не может быть полностью рассмотрена в объёме настоящей статьи, поэтому приводим лишь основные положения.

Количество сока, поступающего на выпаривание, существенно изменяется в результате добавления известкового молока, испарения, отделения и промывки осадка. Поэтому при расчётах необходимо учитывать мероприятия, которые осуществляются на участке очистки: оптимизацию приготовления известкового молока, изменение метода промывки фильтрационного осадка и т.д.

Отношение цен «сахар/топливо» не является простым отношением номинальных цен по прейскуранту, так как для сахарного завода эти величины относятся к разным периодам и категориям: доход (выручка) от реализации продукции и основные затраты. Очевидно, что для корректного расчёта необходимо привести этих денежные величины к одному периоду, используя соответствующую ставку дисконтирования, а также учитывать прогноз изменения цен и другие обстоятельства: условия договоров покупки и продажи, источники денежных ресурсов и т. д. Поэтому величина оптимального отбора сока зависит и от финансовых планов предприятия, и от общей экономической ситуации в стране и мире.

По вопросам расчёта, моделирования и проектирования тепловых схем сахарных заводов есть достаточно много научно-технической информации, разработаны математические модели и программные комплексы.

Разработку диффузионного и прессового оборудования для сахарной промышленности в мире осуществляют лишь несколько фирм. Поэтому информация по их расчёту и моделированию весьма ограничена.

Таблица 3. Техничко-экономические показатели по этапам модернизации

Точка на диаграмме	α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η
Оптимальный отбор диффузионного сока, %	137,2	139,0	131,2	132,7	134,4	119,7	120,6
Экономический эффект от состояния α при оптимальном отборе на каждом этапе, р/т	0,0	23,4	24,1	46,0	68,3	89,8	108,7
Экономический эффект от состояния α при фиксированном отборе 115 %, р/т	0,0	17,6	45,2	62,9	80,5	141,1	158,7
Недополученная выгода из-за отбора ниже оптимального, р/т	-55,1	-60,9	-34,0	-38,2	-42,8	-3,8	-5,1

Общеизвестной является теория противоточной экстракции профессора Силина, изначально разработанная для нормирования работы диффузионных батарей Роберта. В них процесс происходит одновременно в 12–18 отдельных аппаратах (диффузорах), где находятся неподвижные слои стружки. Так как гидравлические и массообменные процессы в батареях различных размеров подобны, то и значения коэффициента Силина A [3], который объединяет все не входящие в расчёт факторы, одинаковы для всех диффузионных батарей. По сути, этот коэффициент характеризует эффективность процесса. В результате была обеспечена возможность теоретического расчёта параметров процесса экстракции: отбор сока, длительность процесса, температура, длина 100 г стружки, число диффузоров, сахаристость

свёклы, потери сахара в жоме. При этом обеспечивалась необходимая для заводской практики точность.

Однако в современных диффузионных аппаратах стружка непрерывно перемещается, перемешивается и измельчается. Точное подобие процессов не обеспечивается, и эффективность процесса зависит от свойств свёклы, качества стружки, методов управления процессом и т. д. Эффективность работы одинаковых аппаратов на разных сахарных заводах значительно отличается. Большинство составляют аппараты наклонные двухшнековые типа DC-12, которые были импортированы из Польши до 90-х гг. прошлого века. Они отличаются большой чувствительностью к качеству свёклы и стружки, что обуславливает значительный разброс значений эффективности экстракции (рис. 4).



Рис. 4. Распределение средних за сезон значений эффективности экстракции по 166 диффузионным аппаратам типа DC-12

Поэтому для производственных условий мы применяем следующую методику определения эффективности процесса экстракции.

А. Данные из лабораторных журналов и данные из архивов АСУТП объединяются в электронную таблицу, которая обычно содержит 10–15 тыс. значений.

В. Производится фильтрация данных, при которой исключаются периоды нестабильной работы установки вследствие отказов или отклонений от технологического регламента процессов.

С. Массив данных обрабатывается с использованием алгоритма, который определяет общую эффективность диффузионно-прессового процесса и отдельно – эффективность диффузионной и прессовой стадий процесса.

Д. Величина эффективности различается в зависимости от производительности. Поэтому результат выполненного математико-статистического анализа представляет собой зависимость эффективности от производительности. Эту зависимость мы называем «ключевая характеристика» диффузионной установки.

Е. При выявлении возможности повысить эффективность процессов путём доработки имеющейся схемы или алгоритмов управления даются рекомендации по внедрению этих мероприятий.

Выводы

Разработан метод анализа эффективности модернизации сахарных заводов с использованием диаграммы, которая отображает эффективность тепловой схемы, эффективность диффузионно-прессовой экстракции, цену сахара и условного топлива.

Совершенствование тепловой схемы изменяет величину оптимального отбора сока в сторону повышения. Поэтому рассогласование значений отбора сока фактического и оптимального может увеличиваться, и экономический

эффект от внедрённых мероприятий будет ниже потенциально возможного.

Рассчитан размер недополучаемой выгоды, возникающей при отклонении от оптимальной величины отбора диффузионного сока.

Показано, что повышение эффективности диффузионно-прессовой установки приводит к снижению величины оптимального отбора сока, т. е. теплотехнологическая схема сахарного завода становится более совершенной. Поэтому модернизация диффузионной установки является необходимой и всегда должна дополнять мероприятия по совершенствованию тепловой схемы.

Список литературы

1. *Волохвянский, В.М.* Об увеличении продолжительности диффузирования и уменьшении откачки диффузионного сока / В.М. Волохвянский // Сахарная промышленность. – 1947. – № 5. – С. 10–12.
2. Технология сахара: Изд. объедин. Германской сахарной промышленности и сост. коллективом авторов / Пер. под ред. П.М. Силина. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 480 с.
3. *Силин, П.М.* Сравнение работы диффузионных аппаратов разных систем / П.М. Силин // Сахарная промышленность. – 1966. – № 8. – С. 20–24.
4. *Майоров, В.В.* Об оптимальном отборе диффузионного сока / В.В. Майоров, А.Р. Сапронов // Са-

харная промышленность. – 1984. – № 4. – С. 27–30.

5. Инструкция по ведению технологического процесса свеклосахарного производства: Утв. М-вом. пищ. пром-ти СССР 11.05.85. – Киев: ВНИИ сахарной пром-ти, 1985. – 372 с.

6. *Городецкий, В.О.* Экономическая эффективность величины откачки диффузионного сока // В.О. Городецкий [и др.] // Сахар. – 1999. – № 1. – С. 7–9.

7. *Ерёменко, Б.А.* Оценка влияния величины откачки диффузионного сока на производственные показатели работы сахарного завода / Б.А. Ерёменко, К.Ф. Гербут, А.Ф. Кравчук // Цукор Україн. – 2001. – № 3. – С. 18–20.

8. *Масликов, М.М.* Оптимальна відкачка дифузійного соку та її визначення / М.О. Масликов, М.М. Масликов // Наукові праці НУХТ. – 2003. – № 14. – С. 38–39.

9. *Оляньска, С.П.* Величина відкачки дифузійного соку і очікуваний вихід цукру / С.П. Оляньска, Я.С. Корольова // Цукор України. – № 11–12 (131–132). – 2016. – С. 30–35.

10. *Чухраев, И.М.* Приёмка сахарной свёклы с учётом сахаристости и чистоты свекловичного сока: обоснование формулы / И.М. Чухраев // Сахарная свёкла. – 2013. – № 7. – С. 2–7.

11. *Верхола, Л.А.* Совершенствование методики проектирования диффузионных отделений / Л.А. Верхола, М.И. Ладановский // Сахар. – 2014. – № 10. – С. 41–46.

Аннотация. Рассмотрено влияние отбора диффузионного сока на энергоэффективность сахарного завода. Предложена методика инвестиционного проектирования с использованием производственных данных тепловой схемы и диффузионно-прессовой установки. Показаны резервы повышения рентабельности сахарного завода путём оптимизации отбора диффузионного сока.

Ключевые слова: модернизация сахарных заводов, энергоэффективность, диффузионная установка, инвестиционное проектирование, отбор диффузионного сока.

Summary. The influence of diffusion juice draft on energy efficiency of sugar plants is considered. A methodology for investment design using the production data of a thermal scheme and a diffusion-press plant have been proposed. The reserves of sugar plant profitability increasing are shown using optimizing the selection of the diffusion juice.

Keywords: modernization of sugar plants, energy efficiency, diffusion unit, investment design, diffusion juice draft.

На территории РФ запущен проект
по фасовке сахара в мешки FFS



- Автоматические линии для открытых мешков с зашивкой •
- Линии для полиэтиленовых мешков FFS из рукавной пленки •
- Установки Big Bag • Палетайзеры послойные и роботы •

ООО «Свема РУС»

Тел.: +7 (495) 780-63-24, +7(985) 784-90-50

www.swema.su

«Свема РУС» – коллектив высококлассных специалистов с большим опытом работы в реализации технологических проектов, связанных с такими отраслевыми направлениями, как упаковка и производственная автоматизация на предприятиях России, Белоруссии, Украины, Казахстана и Узбекистана.

Мы предлагаем комплексные технические решения на основе технологий наших партнеров из Западной Европы, являющихся лидерами в своей отрасли.

Широкий спектр предлагаемых нами технологий объединяет как фасовку различных

сыпучих, так и розлив жидких и пастообразных продуктов, а также их автоматическое палетирование, обвязку или упаковку в пленку на поддоне.

Цель компании – обеспечить качественную реализацию проекта начиная с анализа исходной ситуации и заканчивая обучением персонала после поставки и запуска оборудования в эксплуатацию.

Кроме того, компания **«Свема РУС»** обеспечивает поставку запасных частей и расходных материалов, плановое и срочное сервисное обслуживание.

Пластинчатые теплообменники «Ридан» для сахарной промышленности

- **высокая тепловая эффективность**, позволяющая работать при малых температурных перепадах (2–4 °С) и использовать низкопотенциальный пар
- **экономия** условного топлива
- **увеличение эффективности и прибыли** сахаропроизводителей

Значительный опыт «Ридан» по реализации проектов в **сахарной промышленности** гарантирует **оптимальное решение** ваших задач





СЫРЬЕВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ
МОДЕРНИЗАЦИЯ
КОМПЛЕКТАЦИЯ
АВТОМАТИКА



ООО ЛАБТЕХМОНТАЖ
+7 919 297 82 93
office@labtehm.com

Современные средства отбора проб и контроля качества сахарной свёклы

Н.А. КОСИЧЕНКО, директор ООО «ЛАБТЕХМОНТАЖ» (e-mail: office@labtehm.com)

Качество и объём сахарного пекса, изготовленного производителем из определённого количества сахарной свёклы, зависит от технологичности сырья. Именно этот показатель влияет на экономическую эффективность сахаропроизводящего предприятия. Даже при соблюдении оптимального режима переработки характеристики свёклы влияют на характер и размеры потерь сахарозы и, как следствие, на выход кристаллического сахара.

На что влияет и от чего зависит технологичность сырья

Выход сахара зависит не только от сахаристости сырья, но и от количества содержащихся в нём несхаров: калия (К), натрия (Na) и альфа-аминного азота, которые являются сильными мелассообразователями. Хранимость свёклы также зависит от её химического состава. Высокое содержание альфа-аминоазота способствует термическому разложению сахарозы, нарастанию цветности, повышению кислотности, следовательно, приводит к уменьшению сроков хранения свёклы и снижению количества готового продукта.

Учитывая, что технологичность сырья зависит от факторов, которые сложно контролировать (изменение характеристик почвы, нестабильность погодных условий, использование химикатов при выращивании корнеплодов), всё более актуальной становится необходимость углублённого аналитического контроля на всех стадиях сахарного производства начиная от процесса заготовки и складиро-

вания свёклы. А для предприятий, владеющих собственной агрономической и семеноводческой базой — на стадии выведения сортов свёклы с улучшенными технико-химическими показателями.

Анализ общей загрязнённости

Чтобы владеть точной информацией о том, сколько сырья поступает в производство, необходимо оценивать его загрязнённость. Степень достоверности анализов по общей загрязнённости (ОЗ) напрямую зависит от количества отобранных проб. Когда средний физический вес с одной грузовой единицы составлял 10 т, то при взятии одной пробы из пяти грузопотоков выходила 1 проба на 50 т. Сейчас физический вес с одного транспорта увеличился до 20–24 т, соответственно — 1 проба на 100–120 т. При таком анализе среднее значение по ОЗ является недостаточно точным. Увеличение количества проб позволит получать более точные данные.

Кроме того, изменились габариты транспорта, перевозящего свёклу на перерабатывающие заводы. Современные модели машин оснащены бортами, высота которых превышает 3,5 м. Это делает невозможным использование старых пробоотборников типа PS220/3. Единственный выход из сложившейся ситуации — модернизация комплекса отбора проб.

Преимущества модернизации комплексного оборудования

Полный комплекс оборудования, где все элементы созданы одним производителем, а для управ-

ления используется современная система автоматизации, способен обрабатывать до 50 проб в час, т. е. до 600 машин (около 12 тыс. т свёклы) за 12 часов. Это значит, что завод мощностью переработки в 10 тыс. т в сутки получит абсолютно точные данные по загрязнённости всей поступающей свёклы, так как комплексы, созданные на базе оборудования ZILA s.r.o. и VENEMA INSTALLATION, будут отбирать пробу с каждой машины. В результате свеклосдатчики получат расчёт за реальный зачётный вес сырья, сланного на предприятие.

Комплексный анализ свёклы на стадии приёмки в переработку или закладки на хранение поможет определить эффективность производственных и технологических процессов изготовления сахара. Данные исследования помогут выработать технико-экономическую модель производства и сформировать комплекс рекомендаций по оптимизации режимов хранения и переработки.

Особенности системы BETALYSER

Объективность, точность, достоверность и высокая скорость получения результатов контроля зависят только от качества и технических возможностей измерительного оборудования. Получение и статистическое накопление полноценных данных о качественных показателях сырья становится возможным лишь при использовании автоматических комплексов забора, подготовки и анализа пробы.



Система BETALYSER, предлагаемая компанией Anton Paar, разработана специально для сахарных заводов. Она полностью решает задачу анализа сахарной свёклы по основным качественным показателям. Уже более 30 лет различные модификации BETALYSER работают по всему миру. Система постоянно совершенствуется. Последнее поколение приборов основано на новейших достижениях в измерительной технике и микроэлектронике.

Если сахарный завод использует BETALYSER, это позволяет влиять на качество поступающего сырья посредством дифференцирования оплаты. Хозяйства, поставляющие свёклу с высоким содержанием сахара и редуцирующих веществ, получают дополнительный стимул, а поставщикам низкопробной свёклы можно отказать в сотрудничестве или снизить стоимость их продукции.

На основе полученных данных заводы смогут составлять для хозяйства рекомендации по улучшению сортности и оптимизации методов культивирования. Предприятия, выращивающие свёклу, могут использовать BETALYSER™

для генетического улучшения сортов и повышения содержания сахарозы в сырье, что приведёт к увеличению выхода белого сахара.

Методики работы и возможности оборудования

В основу системы BETALYSER заложены новейшие стандарты Международной комиссии по единым методам анализа сахара (ICUMSA). Прибор реализует следующие методики ICUMSA.

1. Метод GS6-1 (1994). Определение поляризации сахарной свёклы после измельчения или холодной водной дигестии с использованием ацетата свинца как осветлителя. Измерение производится автоматическим сахариметром.

2. Метод GS6-5 (2007). Определение альфа-аминного азота в сахарной свёкле методом «числа синего» после осветления экстракта ацетатом свинца. Измерение производится цифровым двухлучевым фотометром.

3. Метод GS6-7 (2007). Определение калия и натрия в сахарной свёкле. Измерение производится цифровым пламенным фотометром.

Этим возможности программного обеспечения прибора не ограничены. Кроме прямых измеряемых параметров можно фиксировать также вычисляемые значения, например щёлочность, потери в мелассе, выход сахара.

Щёлочность рассчитывается по формуле

$$\text{Щ} = (\text{K} + \text{Na}) / \text{N}.$$

Потери в мелассе (П_m) могут рассчитываться в программе несколькими заложенными методами. Наиболее часто используется Новая Брауншвейгская формула (New Braunschweig formula):

$$\text{П}_m = 0,12 \times (\text{K} + \text{Na}) + 0,24 \times \text{N} + 0,48.$$

Потери в производстве (П_n) вносятся в программу в процентах как фиксированный коэффициент, определённый на предприятии на основе предыдущих кампаний или рассчитанный теоретически.

Базовой величиной, определяющей выход сахара, является поляризация ($\text{K}_{\text{пол}}$), значение которой фиксируется автоматическим сахариметром SUCROMAT. На основе данных, полученных с приборов, и расчётных величин вычисляется выход сахара:

$$\text{C}_{\text{вых}} = \text{K}_{\text{пол}} - \text{П}_m - \text{П}_n,$$

где $\text{C}_{\text{вых}}$ — выход сахара; $\text{K}_{\text{пол}}$ — коэффициент поляризации; П_m — потери в мелассе; П_n — потери в производстве.

Вывод

Модернизация и реорганизация сырьевой лаборатории сахарного завода позволит повысить эффективность производства, а использование комплекса систем от отбора проб (ZILA.TareLine) до аналитики (BETALYSER) предоставит возможность осуществлять полный контроль качества сахарной свёклы, поступающей на переработку.

Новые возможности полимерных ТВС в производстве белого сахара

О.О. КРИВОШЕЕВ, директор по развитию бизнеса пищевых производств и биоэнергетики России и СНГ
ООО «Соленис Евразия» (e-mail: okrivosheev@solenis.com)

В качестве технологических вспомогательных средств (ТВС) на сахарных производствах традиционно применяются такие вещества, как соли полиакриловой кислоты, полиакриламиды, эфиры полиэтиленгликоля и полипропиленгликоля с жирными кислотами, спиртами и др. ТВС на основе перечисленных полимеров доказали свою эффективность в процессах пеногашения, ингибирования накипи, осветления сока и транспортёрно-мочной воды (ТМВ).

Применяемые полимерные реагенты ввиду химических особенностей, в первую очередь строения, различаются своей эффективностью, что всегда немаловажно для производителей сахара. Другой не менее важный вопрос — качество получаемого продукта. В современных условиях постоянно растущей конкуренции и глобализации рынков сбыта на первый план выходит вопрос безопасности используемых реагентов и минимизации негативного влияния на качество сахара.

Соответствие полимерных ТВС требованиям таких регламентов, как ТР ТС 029 (Россия и СНГ), FDA CFR 21.173-176 (США) и Positive list of food contact substances in EU (Европа, Франция) и, что не менее важно, соблюдение рекомендуемых дозировок — ключевой фактор

эффективности и безопасности ТВС в производстве сахара.

С каждым годом синтезируется всё больше молекул полимеров, технологическая эффективность, безопасность, биоразлагаемость или экологичность которых намного выше используемых на настоящий момент ТВС в сахарной промышленности. Некоторые из них уже доступны и применяются передовиками мировой индустрии производства сахара.

Обновлённый и скорректированный список допущенных к применению антинакипинов, пеногасителей, флокулянтов и осветлителей (деколоризаторов) в Европе доступен с 2017 г. (Французский лист соответствия требованиям, предъявляемым к ТВС в сахарной промышленности). Он включает в себя ранее незадекларированные в регламентах вещества.

Компания Solenis — глобальный производитель полимеров. Десятилетиями мировые лидеры в нефтепереработке, металлургии, горнодобывающей и пищевой промышленности, энергетике, производстве бумаги используют её инновационные решения в процессах водоподготовки и водоотведения.

Линейка продуктов для пищевой промышленности занимает особое место в портфолио компании. Специальные произ-

водственные линии совместно с научно-исследовательскими центрами и современными лабораториями позволяют создать высокоэффективный продукт, соответствующий самым высоким требованиям к ТВС.

Применение продуктов Solenis в производстве сахара даёт возможность минимизировать энергетические потери, сохранить эксплуатируемое оборудование и улучшить технологические показатели, исключая негативное влияние на качество выпускаемой продукции. Ниже приведены примеры применения новых продуктов компании Solenis, позволяющих добиться успешных показателей в производстве сахара.

Широко распространённые на российском рынке флокулянты марки Praestol® обеспечивают эффективное осветление неочищенного свекловичного сока, ТМВ и сточных вод сахарных заводов. Схожие по своим свойствам продукты марки Praestol®, а также новые — Amerfloc® — повышают эффективность очистки сока. Предлагаемые продукты имеют надлежащие сертификаты, позволяющие использовать их при подготовке даже питьевой воды.

Плохое качество свёклы, высокое содержание редуцирующих веществ, несбалансированная и снижающаяся в ходе сезона

мощность сокоочистительного отделения (основные причины получения сока высокой цветности) препятствуют получению сока желаемой цветности. Применение деколоризаторов линеек Amerfloc® и Praestol® обеспечивает снижение цветности соков на 20–30 % от исходной в единицах ICUMSA.

В сезоне переработки 2017 г. на сахарных заводах России были протестированы полимерные продукты марки Amerfloc®. Результаты приведены в табл. 1.

Показатели представлены в первую очередь с целью проанализировать зависимость эффективности очистки (деколоризации) сока от дозировки реагента (выбор продукта может меняться в зависимости от особенностей производства) на различных заводах. В данном случае очевидны успешные результаты применения Amerfloc® 492.

При дозировке Amerfloc® 492 ниже 1 ppm на заводе № 1 был получен сок с СВ = 14,75 % и цветностью 1 887,7 ICUMSA (снижение цветности по сравнению с исходным профильтрованным через бумажный фильтр образцом сока составило более 28 %). Иными словами, существует определённый предел эффективности работы реагента, и совершенно не обязательно, что эффективность снижения цветности растёт при повышении расхода полимера.

Другой весьма интересный пример применения полимеров-осветлителей — очистка ТМВ. Как было сказано выше, данные реагенты могут быть использованы и в производстве питьевой воды, где требования к остаточному содержанию полимера/мономера выше.

Завод эксплуатирует «стандартную» технологию осветления ТМВ в системе вертикальных отстойников, соответствующим

реальной производительности предприятия (чуть более 10 тыс. т/сут). Для интенсификации процесса дозируется флокулянт одного из известных производителей. Особенным требованием к качеству флокулянта, применяемого для очистки ТМВ данного завода, является соблюдение регламентированного остаточного содержания мономера полиакриламида в очищенной воде, однако далеко не каждый производитель может гарантировать его выполнение. Компания Solenis предложила решение, предназначенное повысить качество осветления ТМВ в вертикальных отстойниках, используя продукт собственного производства Praestol® 185TR в соответствии с указанным требованием.

Solenis выпускает специальную линейку продукции с суффиксом TR, как, например, широко применяемый для осветления сока Praestol® 2540TR. Каждая партия сопровождается сертификатом, в котором компания декларирует минимально возможное содержание акриламида — не более 0,5 мкг/л.

Наглядные результаты лабораторных испытаний различных полимеров линеек Praestol® и Amerfloc® представлены на рис. 1.

В ходе проведённых исследований была протестирована вся линейка продуктов Solenis совместно с продуктами, используемыми на настоящий момент. По результатам для дальнейших испытаний выбрано два наиболее эффективных из них —

Таблица 1. Данные по снижению цветности соков в лабораторных условиях заводов, расположенных в различных зонах свеклосеяния

Предприятие	Исходное качество сока		Amerfloc® 483		Amerfloc® 491		Amerfloc® 492	
			2 ppm	4 ppm	2 ppm	4 ppm	2 ppm	4 ppm
Завод № 1	СВ, %	14,68	14,76	14,55	14,59	14,37	14,34	14,55
	ICUMSA	2 630,7	2 883,7	3 057,2	2 556,3	3 330,0	2 010,5	3 057,2
Завод № 2	СВ, %	14,4	14,2	14,5	14,2	14,4	14,2	14,5
	ICUMSA	1 261,9	1 240,7	2 045,3	1 347,4	2 184,8	987,19	1 886,5



Рис. 1. Результаты осветления пробы ТМВ от 26.09.2017 слева направо: Amerfloc® 491, Praestol® 187TR, Amerfloc® 412, продукт-конкурент, Praestol® A3040L, Praestol® 185TR

Praestol® 185K и Amerfloc® 412. Эти продукты также были протестированы методом осаждения при меньшей дозировке. Сравнительные результаты осветления сведены в табл. 2, кюветы с надосадочной жидкостью представлены на рис. 2.

Выбор в пользу Praestol® 185TR относительно Amerfloc® 412 был сделан не только ввиду более эффективного осветления при меньшей дозировке, но и особенностей дозирования реагентов, т. е., принимая решение по ТВС, нельзя забывать реальные технологические возможности и условия завода. Основное раз-

личие данных продуктов – вязкость; соответственно, в отсутствие возможности для разведения дозировать Praestol® 185TR не было бы эффективно.

Выбор наиболее эффективных и безопасных полимерных ТВС возможен и для процессов пеногашения и ингибирования отложений накипи.

Согласно нововведениям Французского листа соответствия требованиям, предъявляемым к ТВС в сахарной промышленности, был инициирован ряд исследований новых композиционных пеногасителей на заводах Франции. Solenis протести-

ровала существующую линейку совместно с уже использующимися реагентами на лабораторном оборудовании, позволяющем эффективно симулировать условия, близкие к условиям технологического процесса. Полученные результаты новых продуктов были подтверждены в производственных процессах контроля пенения на участках ТМВ и диффузии (включая особенность завода – «холодную» диффузию).

Ниже приведён пример сравнения одного из широко применяемых продуктов Solenis для контроля пенения ТМВ – Antispumin® ZU с «новыми» версиями пеногасителя (рис. 3). Основным отличием используемых в данных версиях полимеров является их значительно меньшая биоаккумуляруемость.

Все пеногасители тестировали с расходом 5 г/м³. В ходе лабораторных испытаний фиксировалась высота поднятия столба пены (мм) и время (мин). Из графиков эффективности контроля пенения видно, что три «новых» продукта показали меньший по высоте столб пены по сравнению со «старой» версией. А версия под номером 17 показала почти в два раза большую пролонгированность эффекта пеногашения по сравнению со «старой» формулой Antispumin® ZU. Таким образом, завод получил возможность сократить расход используемого пеногасителя, повысить эффективность контроля процессов пенения и выполнить ряд новых требований регламента.

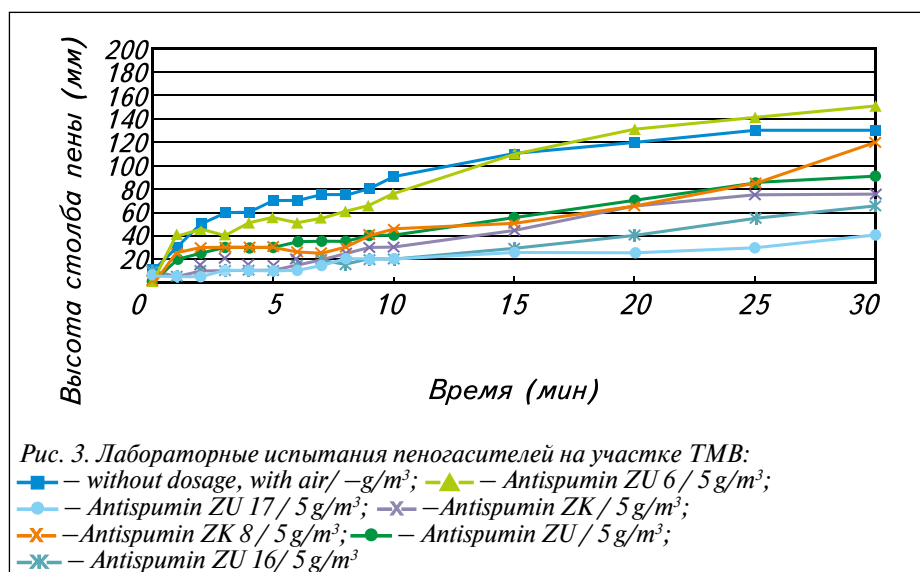
За новые технологии не всегда приходится платить высокую цену. Новый ПАВ с сильным пеногасящим эффектом – Intrazol® KH-Plus позволяет в два раза снизить расходы на реагенты при варке утфелей. Это недорогой и эффективный реа-

Таблица 2. Результаты испытаний на участке осветления ТМВ от 26.09.2017

Т (эксп.) = 23 °С	TSS (ТМВ) = ?	pH (ТМВ) = 9,8	V (ТМВ) = 0,5 л
Продукт (марка)	Дозировка, мл	Время осаждения, с	Мутность, FNU
Используемый (конкурент)	0,3	–	>1000
Praestol® 185TR	0,3	5,6	132,00
	0,1	6,5	180,00
Amerfloc® 412	0,3	5,5	142,33
	0,1	7,0	353,00



Рис. 2. Кюветы с надосадочной жидкостью (после осветления). Слева направо: Praestol® 185TR 0,1–0,3 мл, продукт-конкурент 0,3 мл, Amerfloc® 412 0,1–0,3–0,5 мл



гент для интенсификации варки сильно пенящихся utfелей продукта и оттоков.

Для применения в качестве антинакипинов в сахарной промышленности и производстве биоэтанола стали доступными ранее не используемые молекулы полимеров. Новым витком развития является тенденция к так называемым блендам, или смесям, когда в состав антинакипина входит не один полимер (как, например, наиболее распространённый на территории России и СНГ низкомолекулярный полиакрилат натрия), а смесь различных полимеров или сополимеров. Подобные бленды, согласно исследованиям, позволяют нивелировать «слабые» стороны продуктов, в основе которых одна молекула. Так, повышение дисперсионной активности возможно путём внесения молекулы более эффективного дисперсанта к «стандартному» низкомолекулярному полиакрилату натрия. При необходимости повышения кристалломодефицирующих свойств антискаланта новый регламент позволяет применять даже ранее запрещённые в пищевой промышленности по-

лимеры, тем не менее с ограничениями по ряду свойств в целях обеспечения безопасности.

Компания Solenis активно внедряет новое поколение антинакипинов, в основе композиций которых — бленд веществ. Опытно-промышленные выработки таких продуктов, как Polystabil® AS7604 или Ploystabil® AS7300, показали значительные результаты по сравнению с низкомолекулярными полиакрилатами натрия, присутствующими в настоящее время на рынке, в том числе на рынках России и СНГ.

Применение Polystabil® AS7604 при средней норме расхода 28–40 г/т (а по некоторым рекомендациям производителей и 60 г) даёт возможность контролировать вход-выход с по сумме кальциево-магниевых солей на уровне 95–100 % относительно содержания солей жёсткости на входе в выпарную станцию в пересчёте на 100% СВ, со средним расходом 8–15 г/т, в зависимости от содержания «кальциевых» солей сока. Такая дозировка позволяет эффективно контролировать отложения и максимально следовать требованиям

регламентов по ПДК на полиакрилаты.

Другая особенность (в частности, заводов России и СНГ) — наличие взвешенных веществ в соке перед ВУ, зачастую обусловленное результатом сокоочистки («недозревший», недоочищенный сок). Содержание взвешенных веществ сока перед ВУ, а нередко и в ходе выпаривания, означает прямое увеличение дозировки антинакипина. Проблема в том, что для эффективного ингибирования уже укрупняющихся кристаллов, например карбоната кальция, требуется увеличение вышеуказанных дозировок антинакипина, который, в свою очередь, может даже не обеспечивать надлежащего эффекта ингибирования образующихся зародышей кристаллов в ходе выпаривания.

Такая проблема в дозировании антискалантов на сахарных производствах может быть решена путём применения новой разработки Solenis — Polystabil® AS7300. Это композиционный недорогой продукт, отвечающий всем требованиям регламентов.

Резюмируя вышеперечисленные примеры, можно сказать, что, несмотря на исчерпывающие знания производителей полимеров и опыт их применения производителями сахара, появляются новые возможности интенсификации технологических процессов.

Сегодня, выбирая полимерное ТВС, не обязательно жертвовать качеством сахара, переработкой (временем) в пользу цены. Существует возможность выбора качественной «химии», соответствующей даже самым строгим регламентам. Богатое портфолио собственных продуктов Solenis и наш опыт позволяет сделать этот выбор.

Оптимизация работы диффузионной установки колонного типа методом усовершенствования конструкции ошпаривателя

В.Н. КУХАР, В.Д. САПОВСКИЙ, В.Г. ТАБУРЧАК, С.А. ГЛУШКО

ООО Фирма «ТМА»

Л.В. СКОБЕЛЬ, «Червонский цукровик»

Н.Н. ТУПИКИН, И.Ю. ГЕРЕГА, А.И. ШЕВЦОВ, Л.С. АБАКУМОВА

Рыльский сахзавод ООО «Промсахар»

А.А. СЕРЁГИН, С.М. ВАСИЛЕНКО, Н.А. МАСЛО

НУПТ

Л.И. ЧЕРНЯВСКАЯ, УкрНИИСП (e-mail: li_ch@ukr.net)

Основным вторичным энергоресурсом на сахарном заводе является энергия вторичного пара вакуум-аппаратов (так называемого утфельного пара). Однако вследствие низкой температуры этого пара (ниже 60 °С, именно поэтому данный энергоресурс называют низкопотенциальным) в тепло-технологической схеме сахарного завода он может быть использован только для нагревания диффузионного сока. Очевидно, максимально использовать теплоту утфельного пара и тем самым снизить расход энергии на технологические нужды можно лишь при возможно низкой температуре диффузионного сока. Опыт показывает, что снижение температуры сока после диффузионной установки на 10 °С при его последующем нагреве утфельным паром позволяет снизить расход пара на технологические нужды на 2 % и, соответственно, снизить расход газа на 1,5 м³ на 1 т свёклы. Именно поэтому понижение температуры диффузионного сока является одним из основных энергосберегающих мероприятий на сахарном заводе. Как следствие, наряду с технологическими показателями температура диффузионного сока является важнейшей

характеристикой совершенства диффузионной установки.

Анализ технологических показателей используемых на сахарных заводах Украины и других стран СНГ диффузионных установок колонного типа, выпущенных Болоховским машиностроительным заводом в период 1980–1993 гг. и состоящих из ошпаривателей, колонных экстракторов и вспомогательного оборудования (насосов сокоотражечной смеси и соков, отбираемых с колонны, подогревателей), показал, что диффузионный сок, подаваемый на производство, имеет температуру 45–55 °С, что делает невозможным использование для его подогрева перед преддефекатором паров низких потенциалов (пар с вакуум-аппаратов) в подогревателях на утфельных парах. Следовательно, заводы, имеющие такие установки, не могут использовать холодную или тёплую схемы дефекационной очистки диффузионного сока, позволяющие получить более высокое качество соков [8].

Ошпариватель колонной диффузионной установки представляет собой сложный теплотехнологический аппарат, в котором одновременно протекают взаи-

мосвязанные гидродинамические и тепломассообменные процессы в двухфазной многокомпонентной среде. Совершенство ошпаривателя, с точки зрения организации тепломассообмена, определяется его тепловой эффективностью, показателем которой является разность температур выходящего диффузионного сока и входящей свекловичной стружки (чем меньше разница, тем выше эффективность, т. е. чем ниже температура сока, тем совершеннее аппарат). Поскольку максимально эффективной схемой движения сока и стружки является противоточная, то основной задачей при разработке ошпаривателей, с точки зрения совместного тепломассообмена, является организация противоточного движения фаз при максимально возможном выравнивании температур и концентраций сока в поперечном сечении аппарата. Это возможно лишь путём одновременной оптимизации геометрии проточной части ошпаривателя и его транспортной системы, что и было положено в основу проекта реконструкции ошпаривателя на Червонском сахарном заводе.

Если рассматривать корнеплод как биологический объект, то саха-

роза находится в вакуолях клеток в клеточном соке в растворённом виде. Вакуоли со всех сторон окружены тонким слоем протоплазмы, являющейся полупроницаемой перегородкой, которая пропускает через себя воду, но не пропускает веществ, растворённых в клеточном соке. Пока протоплазма клетки цела, сахар из неё не переходит в экстрагент, т. е. стружка не выслаживается. Если же протоплазма убита, свернулась под влиянием нагревания выше 60 °С или путём замораживания, то она уже не удерживает растворённых веществ, и они легко диффундируют из клетки в воду. Таким образом, основным условием диффузионного процесса является нагревание стружки до температуры не менее 60 °С. Для надёжного достижения этого условия температура сока должна быть не менее 70 °С [1, 2, 5, 7]. До нагревания стружки полупроницаемые плёнки живой протоплазмы исключают диффузию сахарозы. После нагревания белки протоплазмы получают в виде отдельных сгустков, уже не мешающих диффузии. Некоторое препятствие представляют лишь клеточные стенки, которые могут незначительно замедлить диффузию кристаллоидов [6].

По П.М. Силину, средняя температура стружки в аппарате должна быть 70–72 °С: если температура ниже 70 °С, то в среде может происходить развитие инфекции, а выше 72 °С уже начинается размягчение стружки вследствие гидролиза нерастворимых пектиновых веществ. Нужная температура в аппарате достигается путём подогрева свежей воды в нём до 73 °С и стружки, поступающей в аппарат, до 75 °С. Такое предварительное ошпаривание стружки необходимо для коагуляции её белков [1, 3, 7].

Если рассматривать диффузионную установку колонного типа, то денатурация клеток происходит в ошпаривателе, а собственно диффузионный процесс – в колонне.

Процесс ошпаривания должен осуществляться достаточно быстро и при строгом соблюдении температурного контроля теплоносителя, стружки и сока.

Вопрос тепловой обработки свеколовичной стружки в процессе экстрагирования на протяжении многих лет привлекает внимание сахаропроизводителей. На первом этапе научных исследований учёных больше всего интересовало влияние механического, химического либо теплового воздействия на проницаемость свеколовичной ткани, или как влияет механическое воздействие и тепловое поле на структуру свеколовичной стружки, а значит, и на процесс извлечения сахара из свёклы. Количественным показателем степени ошпаривания считают отношение числа клеток с разрушенной протоплазмой к их общему количеству. Соотношение изменения относительного числа разрушенных клеток в зависимости от времени действия теплового поля и изменения коэффициента диффузии в тех же условиях выявило абсолютно эквивалентный характер кинетических кривых [6]. Эти исследования были выполнены в лабораторных условиях. При исследовании процесса предварительной обработки свеколовичной стружки перед экстрагированием пользуются недостаточно чёткой терминологией. Дело в том, что под действием некоторых тепловых, химических, механических действий и электрических полей протоплазма растительной ткани в большей или меньшей степени изменяется. Это явление у сахаропроизводителей называется плазмолиз. Но физически плазмолиз в отличие от денатурации не изменяет проницаемости протоплазмы, а вызывает лишь её сжатие или растяжение под действием осмотического давления. При денатурации происходит целый комплекс физико-химических явлений, который в итоге приводит к разрушению белковых молекул.

Денатурация белков – это нарушение нативной пространственной структуры белковой молекулы под влиянием различных внешних воздействий, сопровождающееся изменением их физико-химических и биологических свойств. При этом нарушаются вторичная и третичная структуры белковой молекулы (способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру), а первичная* (линейная полипептидная цепь из аминокислот), как правило, сохраняется. Денатурация белков происходит преимущественно при нагревании и замораживании биологического объекта, под действием различных излучений, кислот, щелочей, резких механических воздействий и других факторов. Денатурация белков вызывает следующие основные изменения: резко снижается растворимость белков; теряется их биологическая активность, способность к гидратации и видовая специфичность; улучшается атакуемость белков протеолитическими ферментами; происходит агрегирование белковых молекул; заряд белковой молекулы становится равным нулю. Потеря белками биологической активности в результате тепловой денатурации приводит к инактивации отдельных ферментов и отмиранию некоторых видов микроорганизмов.

Таким образом, при оценке предварительной обработки стружки в процессе экстракции основное внимание должно быть привлечено к проницаемости ткани, которая характеризуется коэффициентом диффузии, так как от проницаемости в первую

*Первичной структурой белков называется линейная полипептидная цепь из аминокислот, соединённых между собой пептидными связями. Вторичная и третичная структуры представляют способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру и расположения её в пространстве.

очередь зависит время и полнота извлечения сахара из стружки в диффузионном аппарате. Оценка степени предварительной тепловой обработки свекловичной стружки (её ошпаривание) имеет особое значение для практики эксплуатации колонных диффузионных установок. Действительно, в колонной диффузионной установке, а точнее в ошпаривателе, создание нормального режима нагрева стружки в процессе предварительной тепловой обработки нередко вызывает большие трудности.

В связи с этим изучение тепло- и массообменных процессов в начальной стадии процесса экстракции, а именно в ошпаривателе, имеет исключительно важное теоретическое и практическое значение, особенно в связи с необходимостью создания конструкций высокопроизводительных и эффективных экстракционных установок. Активный диффузный массоперенос сахара из вакуоли клетки к наружной поверхности стружки начинается только после денатурации протоплазмы, что окружает вакуоли. В нормальном состоянии, когда клетка ещё живая, протоплазма является непроницаемой лишь для воды, но не для компонентов клеточного сока.

Денатурация начинается после нагрева массы стружки до 60 °С. При такой температуре протоплазма становится проницаемой, но для полной денатурации необходим нагрев до более высоких температур, при которых происходит активная диффузия – 70 °С и выше. Оценка различных способов нагрева стружки до температуры начала активной диффузии (60 °С) позволяет отметить очень важную роль интенсивности (скорости) этого нагрева, что связано с содержанием в свёкле ферментов инвертазы (сахаразы), расщепляющей молекулу сахарозы, и пектолитических ферментов, отщепляющих пекти-

новые вещества и способствующих их переходу в диффузионный сок, а также жизнедеятельностью микроорганизмов.

Большое значение для перехода в диффузионный сок пектиновых веществ при повышенной температуре имеет продолжительность действия воды, пептизация почти пропорциональна времени. Следовательно, при быстрой работе на диффузии уменьшается переход пектиновых веществ в диффузионный сок. Свекловичный пектин в количестве 0,1–0,3 % уменьшает абсолютное значение коэффициента диффузии. В слабокислой среде (рН 5,0) пектиновые вещества переходят в раствор в минимальном количестве.

Количество пектиновых веществ в диффузионном соке зависит в основном от качества свёклы. Сок незрелой свёклы содержит больше пектиновых веществ, чем спелой. В соке порченной свёклы пектиновых веществ намного больше, чем в соке из доброкачественного сырья.

Работы А.В. Думанского и С.Е. Харина [11] показали, что количество коллоидов в диффузионном соке зависит от температуры его получения. Более высокой температуре соответствует повышенное содержание коллоидов. Исследования и анализ М.З. Хелемского и коллег [11] подтвердили, что увеличение количества коллоидов с повышением температуры происходит за счёт увеличения количества пектиновых веществ, переход которых чрезвычайно сильно зависит от температуры, особенно повышаясь при температуре свыше 80 °С. С увеличением продолжительности нагревания стружки с водой вначале растворение пектиновых веществ растёт почти пропорционально времени, но при большей длительности (более 90 мин при 90 °С)

скорость их растворения увеличивается особенно быстро.

Преращения в пектиновом комплексе связаны с деятельностью фермента пектинэстеразы, активность которого значительно повышается при подвялиивании, подмораживании и оттаивании корнеплодов. По данным исследователей [9], в диффузионном соке из свежей свёклы активность пектинэстеразы равнялась нулю, а в подмороженной и подвяленной была значительной (табл. 1). Такая же зависимость наблюдалась и в диффузионном соке, полученном из хранившегося сырья.

Температурный оптимум действия пектинэстеразы находится в пределах 30–37 °С, при 40–45 °С наступает значительное снижение активности, при 50 °С происходит полная инактивация фермента. Следовательно, пектинэстераза не термостабильна и может быть полностью инактивирована.

Для деятельности инвертазы и, следовательно, образования редуцирующих веществ большое значение имеет температура диффузионного процесса (рис. 1, [11]). Большинство исследователей (М.З. Хелемский, М.Л. Пельц, О.Н. Савельева) склоняются к мысли, что при температуре 70–75 °С активность инвертазы прекращается вовсе либо незначительна. Эти же авторы считают, основываясь на данных своих ис-

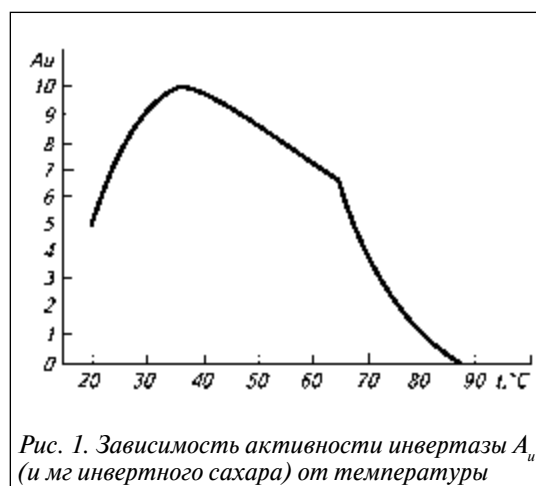


Рис. 1. Зависимость активности инвертазы A_u (и мг инвертного сахара) от температуры

Таблица 1. Активность пектинэстеразы диффузионного сока, полученного из свёклы разного технологического качества [11]

Свекловичная стружка, полученная из нехранившейся свёклы	Активность пектинэстеразы, ммоль NaOH, диффузионного сока свёклы	
	На 1 г сырой массы	На 1 г сухой массы
тургорной	0	0
подвяленной	—	—
на 10 %	0,0005	0,122
на 20 %	0,028	0,562
подвяленной на 10 % и поражённой <i>Botrytis cinerea</i>	0,029	0,613
подмороженной	0,100	2,111

следований, что деятельность инвертазы микроорганизмов незначительна при температуре выше 60°C [11].

Активность инвертазы микроорганизмов при сокодобывании находится в линейной зависимости от количества микроорганизмов, которые введены на диффузию со свёклой.

Олдфилд [11], изучая потери на диффузии, пришёл к выводу, что здесь действуют два фермента, способные гидролизовать сахарозу, — с рН 5 и рН 8. По исследованиям ВНИИСП [11], при получении диффузионного сока активны обе инвертазы с разными оптимумами рН. При благоприятных температурных условиях для своей деятельности обе формы инвертазы являются очень активными, с чем часто сталкиваются технологи на сахарных заводах.

Все биохимические аспекты деятельности ферментов и микроорганизмов в диффузионном процессе необходимо учитывать в реальных условиях сахарного производства.

Следует отметить, что, несмотря на разное аппаратное оформление для нагрева стружки в диффузных установках различной конструкции, все они имеют общий принцип: предварительный нагрев стружки происходит соком, который отбирается на производство.

Охлаждение диффузионного сока до низких температур выгодно с теплотехнической точки зрения: на нагрев диффузионной установки необходимо тем меньше тепла, чем ниже температура диффузионного сока на производство. Но противоточным нагревом стружки соком, забираемым из аппарата, её нельзя довести до температуры начала денатурации, а именно до 60°C.

Рассмотрим пример (по [7]) теплового баланса ошпаривателя колонного диффузионного аппарата. Примем, что средняя температура сокостружечной смеси в нижней части колонны составляет 75°C, температура диффузионного сока на производство равна 40°C, отбор диффузионного сока на производство — 125% к массе свёклы, температура стружки в осенний период — около +10°C. Теплоёмкость стружки и диффузионного сока примерно одинакова. Температуру стружки в конце зоны предварительного нагрева T находят из баланса: $125 \times (75 - 40) = 100 \times (T - 10)$. Отсюда имеем $T = 53,75^\circ\text{C}$.

Этот пример показывает, что на протяжении противоточного нагрева стружка находится в зоне большой активности инвертазы, процесс сопровождается инверсией сахарозы, что приводит к накоплению наиболее вредоносных для технологии сахарного производства несахаров — редуцирующих веществ.

Рассмотрим, что происходит в нормально работающем ошпаривателе. По [8], среднее время пребывания стружки в ошпаривателе составляет около 18 мин, из них

на долю противоточного ошпаривания — примерно 2/3 времени, т. е. около 12 мин. В мешательной зоне ошпаривателя подогретая до 54°C стружка смешивается с 300% рециркулируемого сока после подогревателя с температурой 85°C, и с температурой 75°C направляется в нижнюю часть колонны. Как известно, в колонне нагрев не происходит. Таким образом, необходимое для процесса тепло поступает через теплообменники рециркулирующего и обезпеченного сока. Это и есть главное преимущество колонных установок перед наклонными в борьбе с неучтёнными потерями сахара. В наклонных аппаратах практически нет путей уменьшения времени нагрева стружки, а в колонных установках мы имеем возможность регулировать температурный режим в ошпаривателе температурой циркулирующего сока, проходящем через подогреватель, местом ввода и количеством введённого сока, оборотами трубовала и конструктивными параметрами транспортной системы.

Колонные диффузионные установки, изготовленные Болоховским машиностроительным заводом и эксплуатируемые в Украине и России, комплектовались ошпаривателями типа ОС. Ошпариватель представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого находится трубовал. Оба торца ошпаривателя закрыты крышками, где установлены подшипники, в которых и вращается трубовал. Функционально ошпариватель делится на две части: теплообменная часть и смеситель [2–7]. В период, когда разрабатывалось указанное оборудование и технологические схемы экстракции, вопросы энергосбережения не были актуальны, на заводах повсеместно использовались горячие схемы очистки, хотя уже тогда П.М. Силин обращал внимание сахаротехников на варианты работы колонной диффузионной

установки с получением холодного сока, отбираемого на производство, что позволяло внедрять эффективные схемы энергосбережения [8].

В последние два десятилетия доля стоимости топлива в себестоимости сахара достигла 20–25 %, тогда как в 80-х гг. прошлого века она составлял лишь 3–5 %.

В ремонтный период перед сезоном 2015 г. авторами статьи были проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, подтвердившие внутреннюю взаимосвязь конструктивных, технологических и теплотехнических факторов, влияющих на процесс ошпаривания при экстрагировании сахарозы из свекловичной ткани. Выполненные теоретические разработки по усовершенствованию конструкции ошпаривателя ПНА-3 и вариантов его работы были реализованы в аппарате, установленном на сахарном заводе «Черво́нский

цукровик». Схема диффузионной установки приведена на рис. 2.

В период производственного сезона были проведены экспериментальные исследования технологических и теплотехнических показателей собственно ошпаривателя и экстракционной установки в целом.

Методика проведения испытаний. По длине ошпаривателя были выбраны 15 точек, расстояние между которыми, а также от обеих его лобовин составляет по 500 мм; нумерация точек замеров температуры сокоотружечной смеси внутри ошпаривателя начинается от шахты, куда подаётся стружка. В области точки 8 подводится около 115 % сока из циркуляционного контура (без подогрева); в области точки 11 подводится сок (80 %) после пеногасителя и подогревателя; в области точки 12 подводится основная масса сока циркуляционного контура (300 %). В области точки 15 температура соответствует тем-

пературе сокоотружечной смеси, подаваемой в колонну.

Динамика изменения температуры сокоотружечной смеси по длине ошпаривателя представлена в табл. 2.

В результате выполненной работы по модернизации и усовершенствованию транспортной системы ошпаривателя с целью оптимизировать организацию противоточного движения стружки и жидкой фазы появилась возможность обеспечить классическую тепловую подготовку стружки: плавный нагрев до температуры 70 °С; кратковременное ошпаривание соком с температурой 84–85 °С; диффузионный процесс при температуре 72–73 °С.

Патрубки, расположенные по длине ошпаривателя, дают возможность оптимизировать температурный режим отбираемого диффузионного сока на производство в зависимости от системы дефекосатурационной его очистки,

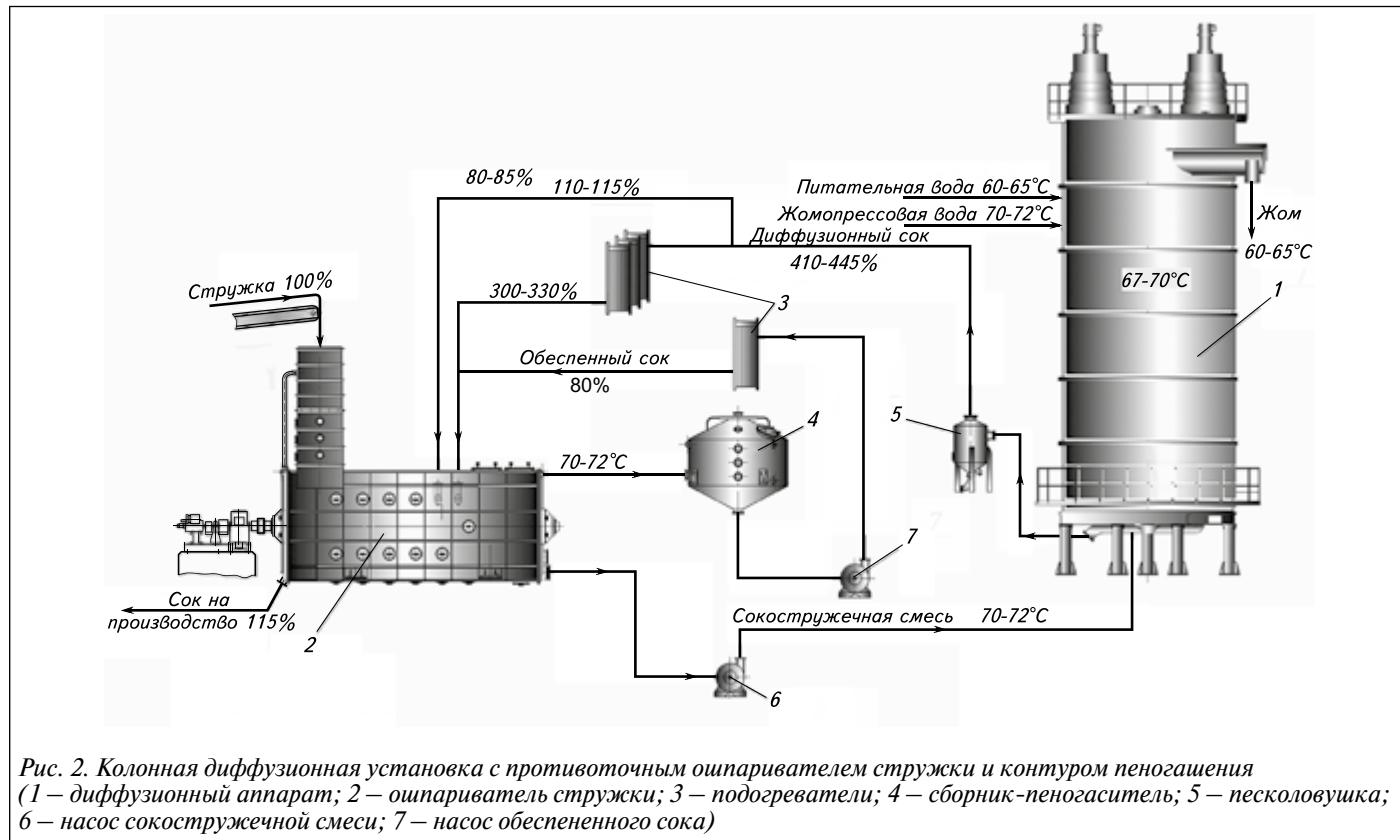


Рис. 2. Колонная диффузионная установка с противоточным ошпаривателем стружки и контуром пеногашения (1 – диффузионный аппарат; 2 – ошпариватель стружки; 3 – подогреватели; 4 – сборник-пеногаситель; 5 – песколовушка; 6 – насос сокоотружечной смеси; 7 – насос обезпеченного сока)

Таблица 2. Динамика изменения температуры сокостружечной смеси по длине ошпаривателя после его реконструкции при проведении испытаний на сахарном заводе «Червонский цукровик»

Дата проведения испытаний	Температура стружки, °С	Температура сока на производство, °С	Точки замеров по длине ошпаривателя															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
20.10.2015	10	27,2	32,4	38,1	49,7	57,6	64,9	66,7	69,7	71,0	70,8	71,8	72,7	73,0	73,1	73,5	73,8	73,8
21.10.2015	10	28	31,5	36,7	47,5	53,7	60,8	62,8	67,8	69,2	68,2	69,2	70,2	70,6	71,0	70,9	71,5	71,5
22.10.2015	8	28,5	32,2	37,3	48,5	55,7	62,9	64,1	68,5	69,9	68,5	69,5	70,5	71,2	71,0	71,0	71,5	71,0
В среднем за период испытаний	9,3	27,9	32,0	37,4	48,6	55,7	62,9	64,5	68,7	70,0	69,2	70,2	71,1	71,6	71,7	71,8	72,3	72,1

а также нагрузку на приводы ошпаривателя.

Результаты измерений температурных показателей узла ошпаривания стружки представлены в табл. 3. В среднем в период испытаний были получены следующие температурные показатели: температура стружки составила 9,7 (с разбросом значений от 8,1 до 11)°С; температура диффузионного сока на производство – 26,9 (21,5–34,2) °С; температура сокостружечной смеси – 73 (70,5–74) °С; температура сока после пеногасителя (перед подогревателем) – 73,1 (71–75,2) °С; этого же сока после подогревателя – 83,4 (81,6–84,6) °С. Температура соко-

стружечной смеси по высоте колонны: низ – 73,0–74°С; середина – 70°С; верх – 70°С.

Таким образом, выполненные теоретические расчёты и их практическая реализация позволили организовать ритмичную работу диффузионной установки завода с отбором сока на уровне 110–115 %, температурой диффузионного сока 26,9 °С; содержание сухих веществ в диффузионном соке на 0,8–0,9 % выше, чем сухие вещества циркуляционного сока вследствие вымывания сахара с клеток после механического их разрушения. В течение сезона удалось достичь температуры откачки сока на 13,2°С выше температуры

стружки, получать холодный диффузионный сок и использовать для первой ступени его подогрева вторичные пары вакуум-аппаратов (утфельный пар) (табл. 4).

Интенсивный режим ошпаривания стружки обеспечивал её упругость после экстракции сахарозы, что позволило иметь потери сахара в жоме на уровне 0,28–0,32 % к массе свёклы при отжиге жома до СВ = 28 % и содержании сахара в высоложенной стружке на уровне 1,7–1,9 % к массе жома.

По результатам производственного сезона 2015 г. установлено, что модернизированный ошпариватель после реконструкции позволил повысить его производи-

Таблица 3. Температурные показатели узла ошпаривания стружки в периоды проведения испытаний на сахарном заводе «Червонский цукровик»

Показатели	Период производственных испытаний										В среднем
	12.11.2015					13.11.2015					
	12 ч 01 мин – 12 ч 21 мин	13 ч 05 мин – 13 ч 15 мин	16 ч 55 мин – 17 ч 05 мин	19 ч 45 мин – 19 ч 55 мин	9 ч 20 мин – 9 ч 28 мин	10 ч 54 мин – 10 ч 01 мин	10 ч 13 мин – 10 ч 24 мин	12 ч 30 мин – 12 ч 41 мин	13 ч 05 мин – 13 ч 16 мин		
Температура стружки, °С	11	10	10	10,4	10,8	9,0	8,2	10,3	8,1	9,7	
Температура сока на производство, °С	27,0	28,2	34,2	28	26,1	25,6	28,1	23,4	21,5	26,9	
Температура сокостружечной смеси, °С	74	73,6	73,6	73,5	75,3	70,5	71	71,4	74,3	73,0	
Температура сока после пеногасителя перед подогревателем, °С	72	72	71	73,3	74	74	73,4	73,4	75,2	73,1	
Температура сока с пеногасителя после подогревателя, °С	84,2	84,2	83,7	84,6	83,4	82,8	81,6	83,3	82,6	83,4	

Таблица 4. Основные технологические показатели работы диффузионной установки сахарного завода «Червонский цукровик» на протяжении смены

Переработано свёклы, т	Содержание сахарозы в жоме после колонны (% к массе жома)	Содержание СВ в прессованном жоме, %	Содержание сахарозы в жоме после прессов глубокого отжима марки РВ 32 FS, % к массе свёклы	Диффузионный сок на производство		Сок циркулирующего контура, °С	Температурные параметры колонны, °С			Содержание сухих веществ очищенного сока на выпарку, %
				СВ, %	Температура, °С		Низ	Середина	Верх	
За час										
142	1,8	26	0,28	17,2	22	74	74	70	70	17,2
141	1,7	27	0,25	17,4	21	74	74	70	70	17,2
143	1,8	28	0,25	17,8	20	74	74	70	70	17,4
143	1,8	26	0,26	17,8	21	74	74	70	70	17,8
142	1,8	28	0,25	17,8	22	74	74	70	70	17,8
144	1,7	28	0,23	17,8	22	74	74	70	70	17,8
143	1,9	28	0,26	17,6	22	74	74	70	70	17,8
142	1,8	26	0,26	17,8	20	74	73	70	70	15,6
Среднее	1,79	27,1	0,26	17,7	21,3	74	74	70	70	17,6

тельность на 10–15 % по сравнению с номинальной.

Сахарный завод в сезоне 2015 г. имел показатель потребления газа 25–26 м³ на 1 т свёклы, расход топлива на технологию – на уровне 2,6 % к массе свёклы, в сезон 2017 г. «Червонский цукровик» снизил потребление газа до 23–24 м³ на 1 т свёклы.

На основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований была разработана концепция модернизации ошпаривателей, выпускаемых Болоховским и Николаевским машиностроительными заводами.

В 2016 г. такая работа была выполнена на Рыльском сахарном заводе ООО «Промсахар» Курской области (Россия) специалистами ООО ФИРМА «ТМА» и специалистами завода. Была усовершенствована технологическая схема диффузионной установки, в состав которой входит ошпариватель РЗ-ПОД и колонна ЭКА-3. Был модернизирован ошпариватель, установлен обезпениватель сока и подогреватель обезпененного сока. Выполненные исследования позволили повысить производительность ошпаривателя и обеспечить получение холодного диффузионного сока. Однако в связи с тем, что на заводе используется горячая схема дефексатурационной очистки, диффузионный сок получали с температурой 45–50 °С. Уровень откачки не превышал 120–125 %. Температура в циркуляционном контуре была 78–80 °С, жомпрессовой воды – 73 °С, питательной – 68–70 °С, в середине колонны – 70 °С.

Для глубокого прессования жома на заводе установлены прессы марки Stord RS 80, позволяющие отжимать жом

до 25 % СВ. Потери сахара в высоложенной стружке составляют 0,35–0,39 % к массе свёклы.

Такая технологическая схема позволила повысить качество жомпрессовой воды и возвращать её в диффузионную установку. Улучшилось также качество диффузионного сока, отбираемого на производство, до 92 %.

Всего за сезон 2017 г. было переработано 461,4 тыс. т свекловичного сырья, средняя суточная производительность составила 3 034 т свёклы в сутки, что на 12,4 % выше, чем планируемый показатель.

На основании теоретических разработок, экспериментального и промышленного внедрения усовершенствованной транспортной системы ошпаривателей, выпускаемых отечественными машиностроительными заводами, можно сделать следующие выводы.

Выполнены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, подтвердившие взаимосвязь конструктивных, технологических и теплотехнических факторов, влияющих на процесс ошпаривания стружки при экстрагировании сахарозы из свекловичной ткани.

Теоретические разработки по усовершенствованию конструкции ошпаривателя ПНА-3 были реализованы в аппарате, установленном на сахарном заводе «Червонский цукровик», и ошпаривателя ПЗ-ПОД, установленного на Рыльском сахарном заводе.

Модернизация транспортной системы ошпаривателя позволила организовать в нём противоточное движение свекловичной стружки и жидкой фазы, а также оптимальный теплообменный процесс между соком и стружкой, что дало возможность стабильно получать на производство диффузионный сок с низкой температурой.

Вследствие выполненных работ по упорядочению транспортной системы стружки ошпаривателя в нём организована её класси-

ческая тепловая подготовка, что подтверждено результатами промышленных испытаний: плавный нагрев до температуры 70 °С; кратковременное ошпаривание соком температурой 84 °С; диффузионный процесс при температуре 72–73 °С.

Выполненные теоретические расчёты и их практическая реализация позволили обеспечить ритмичную работу диффузионной установки завода с отбором сока на уровне 110–115 %, температурой диффузионного сока 26,9 °С, содержанием сухих веществ в диффузионном соке на 0,8–0,9 % выше, чем сухих веществ циркуляционного сока вследствие вымывания сахара из клеток после их механического разрушения.

В течение сезона удалось обеспечить температуру отбора сока на 13,2 °С выше температуры стружки, получать холодный диффузионный сок и использовать для первой ступени его подогрева вторичные пары вакуум-аппаратов, так называемый утфельный пар.

По результатам сезона 2015 г. установлено, что модернизированный ошпариватель после реконструкции позволил повысить его производительность на 10–15 % по сравнению с номинальной. В среднем за сезон производительность завода была 3 400–3 600 т свёклы в сутки.

Анализ эксплуатации реконструированного ошпаривателя на Червонском сахарном заводе в сезон сахароварения 2015 г. свидетельствует, что по показателям тепловой эффективности он значительно превышает оригинальные аппараты производства Болоховского машиностроительного завода (г. Тула) и Черноморского судостроительного завода (г. Николаев) и приближается к декларируемым показателям аппаратов ведущих производителей оборудования для сахарной промышленности стран Западной Европы.

Интенсивный режим ошпаривания стружки обеспечивал её упругость после экстракции сахарозы, что позволило иметь потери сахара в жоме на уровне 0,28–0,32 % к массе свёклы при отжиге жома до СВ = 28 % и содержании сахара в высоложенной стружке на уровне 1,7–1,9 % к массе жома.

Сахарный завод в сезоне 2015 г. имел показатель потребления газа 25–26 м³ на 1 т свёклы, расход топлива на технологию на уровне 2,6 % к массе свёклы, в сезон 2017 г. «Червонский цукровик» снизил потребление газа до 23–24 м³ на 1 т свёклы.

Результаты проведённой работы позволяют использовать их при разработке новых типоразмеров оборудования для проведения диффузии сахарозы из свекловичной стружки, а также выполнять модернизацию колонных диффузионных установок всех типов при реконструкции сахарных заводов.

Список литературы

1. Аксельрод, Г.А. Экстрагирование. Система твёрдое тело – жидкость / Г.А. Аксельрод, В.М. Лысянский. – М. : Химия, 1974. – С. 254.
2. Бугаенко, И.Ф. Принципы эффективного сахарного производства / И.Ф. Бугаенко. – М. : МСК, 2003. – 287 с.
3. Даишев, М.И. Технологические основы технологии сахара. Ч. I. Технология получения диффузионного сока (современное состояние и перспективы разви-

тия) / М.И. Даишев. – Краснодар, 1997. – 68 с.

4. Ліпец, А.А. Технологія цукру. Т. I. Вирощування та зберігання цукрових буряків. Видобування сахарози / А.А. Ліпец [та ін.] // К. : ДП «Експрес-об'ява», 2015. – 288 с.

5. Лысянский, В.М. Процессы экстракции сахара из свёклы. Теория и расчёт. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 224 с.

6. Сапронов, А.Р. Технология сахара / А.Р. Сапронов, Л.А. Сапронова, С.В. Ермолаев // СПб. : Профессия, 2013. – 296 с.

7. Серьогін, О.О. Удосконалення технології та обладнання процесу дифузії / О.О. Серьогін, В.Г. Ярмілко // Цукор України. – 1997. – № 1. – С. 14–15.

8. Силин, П.М. Технология сахара / П.М. Силин. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 467 с.

9. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов / В.Г. Белик [и др.]; Под ред. В.Г. Белика. – К. : Техніка, 1982. – 304 с.

10. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. ПУП 15.83-37-106:2007 / Мінагрополітики України. – К. : Цукор України, 2007. – 420 с.

11. Хелемский, М.З. Биохимия в свёклосохарном производстве / М.З. Хелемский, М.Л. Пельц, И.Р. Сапожникова. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 224 с.

Аннотация. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований оптимизации работы диффузионной установки колонного типа методом усовершенствования конструкции ошпаривателя свекловичной стружки.

Ключевые слова: диффузионная установка колонного типа, ошпариватель, активность инвертазы и пектолитических ферментов, потери сахарозы, экономия тепловых ресурсов.

Summary. The results of theoretical and experimental researches on optimization of a column type diffusion unit functioning by the method of improving design of a beet shavings scalding are presented.

Keywords: column type diffusion unit, scalding unit, activity of invertase and pectinolytic enzymes, sucrose loss, saving of heat resources.

ПРОЕКТНО-МОНТАЖНОЕ
УПРАВЛЕНИЕ
“САХАВТОМАТ”



ООО «ПМУ «Сахавтомат» выполняет следующие работы для предприятий сахарной отрасли:

- ▶ разработка проектной документации, 3-D моделирование;
- ▶ изготовление и ремонт технологического оборудования;
- ▶ усовершенствование технологического процесса;
- ▶ строительно-монтажные работы с изготовлением металлоконструкций;
- ▶ наладка и ввод в эксплуатацию;
- ▶ продажа нового, б/у оборудования и запчастей;
- ▶ автоматизация технологического процесса



ПП «Наркевичский сахарный завод».

Хмельницкая обл., пос. Наркевичи, Украина.
Строительство жомосушильного комплекса «под ключ», а именно: разработка проектной документации, бетонные работы, монтаж металлоконструкций, монтаж технологического оборудования, монтаж систем АСУ ТП и КИП и А, строительство склада гранулированного жома на 8 тыс. т.
(Монтаж металлоконструкций)



ПАО «Каневсксахар».

Краснодарский край, ст. Стародеревянковская, Российская Федерация.

Разработка проектной документации, строительство жомосушильного комплекса «под ключ», а именно: бетонные работы, монтаж металлоконструкций, монтаж технологического оборудования, монтаж систем АСУ ТП и КИП и А, реконструкция продуктового отделения с внедрением трёхпродуктовой схемы, разработанной технологиями «ГМУ «Сахавтомат».

(Вакуум-аппараты смонтированы и введены в эксплуатацию)



ООО «Тёткинский сахарный завод».

Курская обл., пос. Тёткино, Российская Федерация.

Строительство нового продуктового отделения с модернизацией АСУ технологическими процессами без водных подкачек по трёхпродуктовой схеме получения утфелей, реконструкция мелассного хозяйства с монтажом паточной ёмкости на 10 тыс. т на Тёткинском сахарном заводе.



ОДО «Новоивановский сахарный завод».

Харьковская обл., пгт. Коломак, Украина.
Разработка проектной документации, демонтаж выпарного аппарата и резервуара для хранения мелассы ёмкостью 3 тыс. куб. м на Веселоподольском с/з с последующей транспортировкой и монтажом на Новоивановском с/з, демонтаж вакуум-аппаратов, обвязка технологическим трубопроводом новых вакуум-аппаратов, реконструкция тепловой схемы.
(Монтаж ёмкости для хранения мелассы)



ООО «Тимашевский сахарный завод».

Краснодарский край, пос. Тимашевск, Российская Федерация.

Разработка проектной документации, реконструкция продуктового отделения с внедрением трёхпродуктовой схемы, разработанной технологиями «ГМУ «Сахавтомат».

(Вакуум-аппараты смонтированы и введены в эксплуатацию)



ООО «Бековский сахарный завод».

Пензенская обл., пос. Беково, Российская Федерация.

Укрупнённая сборка и монтаж сахаросушильного комплекса фирмы «Fives-Cail», общезаводские работы.

(Монтаж сахаросушильного барабана «Fives-Cail»)



ПП «Глобинский сахарный завод».

Полтавская обл., г. Глобино, Украина.

Капитальный ремонт диффузионного аппарата ДС-12, замена транспортной системы, изготовление витков методом плазменного реза.

(Замена транспортной системы новыми витками)

Актуальные задачи развития конкуренции

А.Б. БОДИН, председатель правления Союзроссахара
А.К. БОНДАРЕВ, руководитель отдела Союзроссахара

21 декабря 2017 г. принят Указ Президента РФ № 618 «Об основных направлениях государственной политики по развитию конкуренции».

Этот нормативный правовой акт знаменует собой государственную стратегию развития конкуренции, которая является основой рыночной экономики, двигателем экономического прогресса. Тем не менее, как стало известно в процессе осуществления рыночной экономики, конкуренция нуждается в поддержке со стороны государства и общества в целом. Как раз этими причинами данный указ и был вызван к жизни, т. е. его издание определено потребностями дальнейшего развития конкуренции, всемерной её поддержки и защиты со стороны органов государственной власти и управления, органов местного самоуправления, предпринимательского сообщества, общественных организаций, всего населения России. Другими словами, государство провозгласило лозунг долговременной системной и целенаправленной защиты конкуренции от монополий и картелей, что по понятным причинам имеет крайне важное значение для нашей страны, поскольку ей необходим настоящий прорыв, особенно в условиях непростых внутренних и внешних вызовов, с которыми она сталкивается в настоящее время.

Указ определяет цели совершенствования государственной политики по развитию конкуренции. Ими являются:

- повышение удовлетворённости потребителей за счёт расширения ассортимента товаров, работ, услуг, повышения их качества и снижения цен;

- повышение экономической эффективности и конкурентоспособности хозяйствующих субъектов, в том числе за счёт обеспечения равного доступа к товарам и услугам субъектов естественных монополий и государственным услугам, необходимым для ведения предпринимательской деятельности, стимулирования инновационной активности хозяйствующих субъектов, повышения доли наукоёмких товаров и услуг в структуре производства, развития рынков высокотехнологичной продукции;

- стабильный рост и развитие многоукладной экономики, развитие технологий, снижение издержек в масштабе национальной экономики, снижение социальной напряжённости в обществе, обеспечение национальной безопасности.

Какие основополагающие принципы государственной политики по развитию конкуренции названы в указе? В их числе хотелось бы выделить следующие:

- сокращение доли хозяйствующих субъектов, учреждаемых или контролируемых государством или муници-

пальными образованиями, в общем количестве хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность на товарных рынках;

- обеспечение равных условий и свободы экономической деятельности на территории Российской Федерации;

- обеспечение развития малого и среднего предпринимательства;

- направленность государственных инвестиций на развитие конкуренции;

- обеспечение условий для привлечения инвестиций хозяйствующих субъектов в развитие товарных рынков;

- недопустимость сдерживания экономически оправданного перехода сфер естественных монополий из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка;

- недопустимость государственного регулирования цен (тарифов), осуществляемого посредством определения (установления) цен (тарифов) или их предельного уровня на конкурентных товарных рынках, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации;

- открытость антимонопольной политики;

- развитие организованной (биржевой) торговли в Российской Федерации.

Немаловажное значение среди направлений государственной политики по развитию конкуренции имеют основополагающие принципы осуществления деятельности федеральных органов исполнительной власти. Этим органам запрещено введение и (или) сохранение ограничений, создающих дискриминационные условия в отношении отдельных видов экономической деятельности, производства и оборота отдельных видов экономической деятельности, производства и оборота отдельных видов товаров, оказания отдельных видов услуг, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, правовыми актами Президента РФ и Правительства РФ. Установлен также запрет на необоснованное вмешательство в свободное функционирование товарных рынков, издание актов, принятие решений, которые могут привести к недопущению, устранению конкуренции.

В пункте 9 указа содержится предложение Общественной палате РФ о создании совещательных органов по развитию конкуренции на базе общественно-консультативных советов Федеральной антимонопольной службы во всех субъектах Российской Федерации, а также принять участие в работе коллегиального координационного или совещательного органа, созданных в субъектах Российской Федерации при высшем должностном лице для

внедрения стандарта развития конкуренции в субъектах Российской Федерации, утверждённого распоряжением Правительства РФ от 5 сентября 2015 г. № 1738-р. А пункт 10 указа предлагает саморегулируемым организациям, общественным организациям, профессиональным союзам и советам потребителей:

– принять активное участие в работе совещательных органов по развитию конкуренции;

– использовать механизм общественного контроля за деятельностью органов государственной власти и местного самоуправления для выявления актов и действий, направленных на ограничение конкуренции в Российской Федерации и создание необоснованных административных барьеров;

– направлять ежегодно в Федеральную антимонопольную службу информацию об оценке состояния конкуренции в Российской Федерации и эффективности государственной политики по развитию конкуренции для включения в доклад о состоянии конкуренции в Российской Федерации, подготавливаемый Федеральной антимонопольной службой в соответствии с пунктом 10 части 2 статьи 23 Федерального закона «О защите конкуренции»;

– продолжать работу по формированию в обществе нетерпимого отношения к любым проявлениям актов недобросовестной конкуренции и экономической деятельности, направленной на монополизацию;

– принять участие во взаимодействии со средствами массовой информации в распространении информации о реализации государственной политики по развитию конкуренции, о требованиях антимонопольного законодательства, а также позитивного опыта противодействия граждан и институтов гражданского общества проявлениям актов недобросовестной конкуренции и экономической деятельности, направленной на монополизацию.

Указом утверждён Национальный план развития конкуренции в Российской Федерации на 2018–2020 годы (далее – Национальный план), в соответствии с которым (подпункт «а» пункта 2) Правительству РФ поручено утвердить планы мероприятий по развитию конкуренции на 2018–2020 г. в отраслях экономики Российской Федерации с определением в них перечней ключевых показателей, обеспечивающих достижение ожидаемых результатов в отраслях (сферах) экономики (видах деятельности) и ожидаемых результатов развития конкуренции, согласно Приложению к Национальному плану, а также утвердить план мероприятий по переходу отдельных сфер естественных монополий из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка.

В Национальном плане (пункт 4) Правительству РФ предусмотрено поручение внести в текущем году в установленном порядке в Государственную Думу РФ ряд проектов федеральных законов, устанавливающих в том числе:

– ограничение создания унитарных предприятий на конкурентных рынках;

– запрет прямого или косвенного участия приобретения государством и муниципальными образованиями акций и долей хозяйственных обществ, осуществляющих деятельность на товарных рынках в условиях конкуренции (за исключением отдельных случаев, предусмотренных законодательством);

– поэтапное прекращение государственного тарифного регулирования в конкурентных сферах деятельности на основе анализа последствий прекращения указанного регулирования в отношении отдельных субъектов естественных монополий;

– закрепление прав совета потребителей по осуществлению общественного контроля на федеральном уровне и уровне субъектов Российской Федерации за деятельностью естественных монополий, компаний с государственным участием и регулируемых организаций при принятии решений по тарифам, а также при утверждении инвестиционных программ и контроля за их исполнением;

– закрепление единого порядка досудебного рассмотрения споров, связанных с установлением и (или) применением регулируемых цен (тарифов).

Согласно пункту 3 Перечня отраслей (сфер) экономики (видов деятельности) и ожидаемых результатов развития конкуренции от АПК (Приложение к Национальному плану) ожидается повышение уровня товарности основных видов сельскохозяйственной продукции, расширение географии поставок и номенклатуры сельскохозяйственных товаров, реализуемых на организованных торгах, снижение зависимости внутреннего рынка от иностранного селекционного и генетического материалов и связанных с ними агротехнологических решений. Разумеется, что это ожидание относится и к свеклосахарной отрасли. В равной степени к ней относится и пункт 12 названного Перечня, в котором в числе ожидаемых результатов от деятельности промышленности указано создание условий для производства российских товаров, способных эффективно конкурировать с зарубежными аналогами на внутреннем и внешнем рынках, а также увеличение доли экспорта российских промышленных товаров в общем объёме промышленных товаров, произведённых на территории Российской Федерации.

В целях оценки состояния конкуренции и эффективности государственной политики по развитию конкуренции Правительству РФ поручено осуществлять ежегодно, в том числе с привлечением бизнес-сообщества, экспертов и экспертных организаций, анализ и оценку степени достижения показателей, предусмотренных планами мероприятий по развитию конкуренции на 2018–2020 гг. в отраслях экономики Российской Федерации.

В связи с принятием указа Президента РФ № 618 борьба с коррупцией, монополизмом в экономике, картельными сговорами получила цивилизованное правовое поле, что неминуемо приведёт к развитию конкуренции и повлечёт за собой последовательный и устойчивый рост народного хозяйства нашей страны.



*Putsch® - Фильтр транспортерно-моечных вод
Putsch® - Разделительный транспортер для классификации органики и возврата товарной свекломассы в производство*



Putsch® - Пресс-камерный фильтр для фильтрации шлама



Putsch® - Грабельный классификатор для отделения мелкой фракции песка



Putsch® - Радиальный отстойник для эффективного осадения

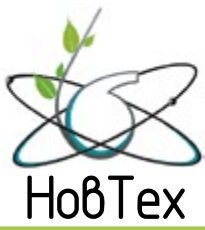
Наилучшая альтернатива полям фильтрации



Putsch®
GROUP

www.putsch.com

в России:	ООО «Пуч», 127055 Москва, ул. Лесная, 43, офис 239, Россия		
	☎ +7 (495) 646 26 19	Fax: +7 (495) 646 26 19	inforussia@putsch.com
In Deutschland:	☎ +49 / 23 31 / 3 99 - 1 31	Fax: +49 / 23 31 / 3 99 36 10	info@putsch.com
Fontaine:	☎ +49 / 2 41 / 9 18 63-0	Fax: +49 / 2 41 / 9 18 63-98	www.fontaine.de
Stord:	☎ +47 55 98 40 20	Fax: +47 55 98 40 21	info@stord-international.no



Научно-производственный центр «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Для практического решения технологических проблем при переработке сахарной свёклы:

- поступление некондиционной и поражённой слизистым бактериозом свёклы
- низкое качество жомопрессовой воды
- низкий коэффициент извлечения сахарозы из свёклы
- высокий расход извести на очистку диффузионного сока
- низкое качество готовой продукции
- неудовлетворительная работа фильтровального оборудования
- высокий расход вспомогательных химических средств

Предлагаем вспомогательное технологическое средство для очистки сахарсодержащих соков, позволяющее:

- получить готовую продукцию торгового достоинства из некондиционной и поражённой слизистым бактериозом свёклы
- сократить потери сахара в производстве и с мелассой, повысить выход на 0,20–0,30 % к массе свёклы
- улучшить седиментационно-фильтрационные свойства соков
- снизить расход известнякового камня на 20–30 %, вспомогательных технологических средств, энергоресурсов на выработку пара и обжиг известняка
- повысить производительность завода и обеспечить ритмичность работы
- повысить эффективность удаления несахаров до уровня современных западноевропейских заводов без значительных капитальных вложений

Вспомогательное технологическое средство применяется на следующих стадиях переработки сахарной свёклы:

- получение диффузионного сока
- сокоочистительное отделение
- очистка жомопрессовой воды

Российская Федерация, г. Москва,
5-й Монетчиковский пер., д. 20, стр. 3
Тел.: +7 (495) 959-27-03, 959-28-17
e-mail: npptech@yandex.ru
www.newtech.ru.com



Журналу «Сахар» – 95 лет

М.Р. АЗРИЛЕВИЧ, инженер (e-mail: azrilev@mail.ru)

Первый в России свеклосахарный завод, как известно, был построен в селе Алябьево Тульской губернии на оборудовании, по технологии и схеме очистки сока, разработанными и проверенными опытами в с. Никольском помещиком Я.С. Есиповым. В первый же производственный сезон в 1802 г. было выработано 300 пудов сахара [1].

Сахарные заводы, которые первоначально строились в центральных районах России рядом с рынками сбыта, по мере развития свеклосеяния в более благоприятных климатических условиях стали распространяться в Центрально-Чернозёмной зоне России и особенно на Украине. Этому способствовали создание и совершенствование техники свеклосахарного производства, ибо на сахарных заводах России из свёклы получали белый сахар, в отличие от заводов Западной Европы, на которых из сахарной свёклы ещё долгое время вырабатывали сахар-сырец, а уже затем получали из него белый товарный сахар. В 1833 г. сахар из свёклы вырабатывался более чем на 30 заводах России.

С применением паровых котлов и паровых двигателей стали появляться предприятия фабрично-заводского типа. Постепенно сахарная промышленность России переместилась сначала в Левобережную, а позднее – в Правобережную Украину. Русские сахаротехники, совершенствуя технологию и технику сахарного производства, создали основы науки о сахароварении. Со временем важной отраслью товарного производства стало свеклосеяние.

Формирование специализации экономических районов России

завершилось лишь после крестьянской реформы 1861 г. В 1860–1861 гг. в России было 387 действующих свеклосахарных заводов. Производство сахара-песка в России в течение 1848–1861 гг. выросло в 4,4 раза. За этот же период увеличилась среднесуточная переработка свёклы, а выход сахара повысился с 3,75 до 6,34 % к массе свёклы. Благодаря значительному развитию свеклосахарной промышленности стала набирать обороты и сахарорафинадная отрасль, которая прежде была зависима от экономики иностранных государств.

Начиная с 40-х гг. XIX в. появляются научные издания со статьями о сахарной свёкле и технологии производства белого сахара, а позднее и рафинада. По некоторым источникам, первым журналом по свеклосахарному производству в России были «Записки комитета сахароваров», которые издавал Московский комитет сахароваров в качестве приложения к «Земледельческому журналу».

До 1917 г. основным печатным органом по вопросам сахарного производства были «Записки Киевского отделения Императорского Русского технического общества по свеклосахарной промышленности» (КОИРТО). С 1900 г. по 1918-й в Киеве выходил журнал «Вестник сахарной промышленности» как орган Всероссийского общества сахарозаводчиков. Периодически публиковались и другие издания в качестве приложений к региональным журналам, в том числе по сельскому хозяйству [2].

Ряд изданий выходил в свет с 20-х гг. XX в., в частности «Научные записки по сахарной промышленности» под редакцией И.А. Ку-

харенко. Публиковались итоги научных исследований и статистические материалы, началась подготовка к составлению «Ежегодника по сахарной промышленности». В мае 1923 г. вышел первый номер отраслевого журнала «Бюллетень Сахаротреста».

Среди создателей журнала и его первых авторов были выдающиеся учёные и специалисты-сахаротехники: П.В. Головин, М.Д. Зуев, И.А. Тищенко, А.А. Шумилов и иные, пользующиеся заслуженным авторитетом. Позднее в редакционную коллегию много лет входили П.М. Силин, Г.С. Бенин, А.С. Епишин, И.П. Лепёшкин, А.Н. Шакин, Н.В. Хейзе, П.Я. Иванов, А.Р. Сапронов, М.Д. Сушков и многие другие известные специалисты. К сожалению, архивные данные не сохранили фамилии главных редакторов и редакционных советов 1930-х гг.

В последующем название журнала претерпело несколько трансформаций: «Советский сахар», «Сахарная промышленность», «Сахар».

С 1946-го по 1985 г. выпускался научно-технический и производственный журнал «Сахарная промышленность». Основными рубриками были: наука и техника сахарного производства; теплотехника и энергетика; механизация и автоматизация; водное хозяйство; экономика, планирование и организация труда; изобретательство и рационализация; обмен техническим опытом; сахарная промышленность за рубежом; критика и библиография. С 1959-го по 1988 г. в перечень рубрик, а соответственно и тематику статей, входила крахмалопаточная промышленность. С 1964-го по

1982 г. бессменным главным редактором журнала был М.Я. Паршиков. В состав редколлегии входил К.И. Пазирук – руководитель института крахмалопаточной промышленности.

В те годы перед редакционной коллегией стояла задача создать настольный справочник-консультант для всех работников сахарной промышленности. На его страницах должны были найти ответы на свои вопросы инженеры, учёные, техники, мастера, рабочие-новаторы.

В 1986–1987 гг. журнал «Сахарная промышленность» выходил в качестве приложения к журналу «Пищевая промышленность», а в период с 1988-го по 1991 г. он назывался «Сахарная свёкла: производство и переработка» и выпускался как приложение к «головному» изданию – «Земледелие».

В 1992 г. журналу вернули название «Сахарная промышленность», и он стал выходить по 1998 г. включительно 6 раз в год в качестве научно-технического и производственного журнала. С 1992-го по 2000 г. главным редактором был М.Я. Пузиков, затем почти 20 лет (в 2001–2017 гг.) главным редактором была Г.М. Большакова [3].

С 1999-го по 2005 г. название журнала – «Сахар», учредитель – Союз сахаропроизводителей России, периодичность – 6 номеров в год. В 2006 г. научно-технический и производственный журнал «Сахар» выходил в количестве 10 номеров в год. С 2007 по 2016 г. выпускался ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Сахар», учредитель – Союз сахаропроизводителей России. С 2010 г. руководителем проекта является Председатель правления Союзроссахара А.Б. Бодин.

Сегодня отраслевой журнал выходит также ежемесячно и под тем же названием – «Сахар» [4]. С 2016 г. издание позиционируется в качестве журнала для менеджеров, агрономов, технологов АПК; учре-

дитель – Союз сахаропроизводителей России, главный редактор – О.А. Рябцева. Нововведением стали редакционные и переводные статьи по налогам на сахар, а также посвященные борьбе с демонизацией сахара в мире, донесение до читателей непредвзятой научной информации об этом жизненно необходимом продукте. В журнале стали публиковаться обширные материалы из большого числа источников по мировому рынку сахара, жома и мелассы; увеличилось количество статей, относящихся к селекции, семеноводству и агротехнологиям возделывания сахарной свёклы. Расширилась линейка рекламных модулей и инструментов. Обновлённый формат журнала стал привлекательным для большего числа рекламодателей. В полиграфическом отношении очень популярными среди рекламодателей стали стерео-варио обложка, нижние и верхние колонтитулы.

Основная тематика журнала в последние годы представлена следующими рубриками: рынок сахара: состояние и прогнозы; технология высоких урожаев; сахарное производство; научные исследования; экономика и управление; новости; сахар и здоровье; страхование; зарубежный опыт и некоторые другие. Освещается работа предприятий, занявших призовые места по результатам Конкурсов на лучший сахарный завод и лучшее свеклосеющее хозяйство. В качестве новостей вниманию читателей предлагается информация из Минсельхоза России, других государственных структур, а также из регионов.

Поддерживая учёных и разработчиков инновационных технологий, журнал является одним из немногих изданий, продолжающим сегодня публиковать научные статьи бесплатно.

Журнал «Сахар» входит в перечень ВАК по четырём рубрикам: «Сахарное производство», «Технология высоких урожаев», «На-

учные исследования» и «Экономика и управление». В состав его редакционного совета входят академики РАН, доктора и кандидаты технических, химических и экономических наук. Из «старожилов» в редакционном совете сегодня трудятся И.В. Апасов, В.А. Голыбин, М.И. Егорова, Ю.И. Молотилин, Р.С. Решетова, С.Н. Серёгин, А.А. Славянский, В.И. Тужилкин, П.А. Чекмарёв. В 2017 г. редакционный совет был значительно обновлён, в него вошли академики РАН С.Д. Каракотов, И.Г. Ушачёв, Р.У. Хабриев.

Как бы стремительно ни неслось время, за прошедшие 216 лет российского сахароварения принципы получения сахара не изменились: свёклу надо мыть, измельчать, очищать сок, выпаривать его и варить кристалл. За эти годы научная и техническая мысль ушли настолько далеко, что современный сахарный завод разительно отличается от заводов даже середины прошлого века. До начала 90-х гг. прошлого века кроме журнала «Сахарная промышленность» периодически выпускалась информация по различным аспектам отечественной сахарной промышленности, в частности, в трудах научно-исследовательских институтов сахарной и пищевой промышленности, в обзорах Гипросахпрома. На сегодняшний день информационное поле разнообразной тематики по отрасли предельно сжато, а в статьях иностранных «сахарных» журналов в перечне использованной литературы практически нет ссылок на русскоязычные источники информации и исследования. Реферирование многочисленных иностранных журналов по сахарной промышленности, выпускаемых на немецком, английском, французском, испанском, итальянском, польском, чешском и других языках, как это было до начала 90-х гг. прошлого века, является недоступной роскошью.

К сожалению, с 1990-х гг. в нашей стране в целом принципиально изменилась схема финансирования научных исследований, в том числе в сахарной промышленности. Это негативно отражается на внедрении новой мембранной технологии физико-химического разделения сахаросодержащего сырья, разработанной учёными и инженерами из сферы ядерной энергетики. Мембранные технологии позволили бы сделать процесс производства сахара безотходным.

В журнале пока недостаточно представлены публикации научных исследований РНИИСПа, труды краснодарских учёных. Информация такого рода, регулярно публикуемая на страницах издания в более полном объёме, дала бы возможность владельцам и руководителям сахарных заводов способствовать внедрению новых перспективных разработок отечественных учёных, не пренебрегая интересными рационализаторскими предложениями с мест.

Сегодня Россия, как и СССР до 1941 г., вернула себе место одной из ведущих держав в мире по объёмам производства свекловичного сахара, но это и предопределяет необходимость дальнейшего решения новых научных и практических задач.

Некоторая смена приоритетов в направленности журнала, будем надеяться, повысит информационную насыщенность материалами о новых исследованиях и разработках свеклосахарного комплекса как в нашей стране и Евразийском союзе, так и за рубежом.

В предшествующих поколениях сахарников было много специалистов, посвятивших свою жизнь служению российской свеклосахарной отрасли. Их вклад в развитие сахарной промышленности и обеспечение России сахаром, достигнутом в 2017 году, не оценим. Многие базовые энциклопедии, учебники, справочники, которые

ми пользуются современные специалисты во всём мире, написаны корифеями советской науки ещё в 50-е гг. прошлого века. Мы с благодарностью вспоминаем всех, кто дал нам возможность совершенствоваться в профессии. Очень хочется, чтобы память о работе, научных изысканиях прошлых и сегодняшнего поколений сахаротехников осталась доброй и нужной.

Желаю журналу «Сахар» и в дальнейшем быть полезным и интересным творческим изданием!

Список литературы

1. *Азрилевич, М.Я.* Свеклосахарному производству России в 2012 г. – 210 лет! / М.Я. Азрилевич [и др.] // Сахар. – 2012. – № 2. – С. 43–53.
2. *Черногуз, А.К.* Информационное обеспечение сахарной промышленности России / А.К. Черногуз, Р.Ц. Мишук // Сахар. – 2013. – № 2. – С. 46–50.
3. *Большакова, Г.М.* Сохранить связь времён и преемственность поколений / Г.М. Большакова // Сахар. – 2003. – № 3. – С. 10–13.
4. Журнал «Сахар»: от «Бюллетеня Сахаротреста» до наших дней // Сахар. – 2013. – № 2. – С. 51.





ГРЕБЕНКОВСКИЙTM
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

ПОСТАВКА В КРАТЧАЙШИЕ СРОКИ

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
РЕШЕНИЯ ДЛЯ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

КРИСТАЛЛИЗАТОР ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ТИП ТКВ С ПЕРЕМЕЩАЮЩИМИСЯ ОХЛАЖДАЮЩИМИ СЕКЦИЯМИ



Экономически эффективный и оптимальный процесс кристаллизации сахара.

Хорошая теплопередача между утфелем и охлаждающей средой благодаря равномерному передвижению утфеля относительно всех охлаждающих секций.

Высокая удельная поверхность охлаждения.

Отсутствует проблема выпадения вторичного кристалла и комкования.

Исключено образование зон переохлаждения и чрезмерное возрастание коэффициента перенасыщения.

Самоочищающиеся охлаждающие секции = минимальные затраты на техническое обслуживание.

В качестве привода перемещающихся по вертикали охлаждающих секций – гидроцилиндры.

Благодаря вертикальному исполнению занимает мало производственной площади, возможна установка на открытой площадке (отсутствуют затраты на строительство дополнительных сооружений).

Стабильность технологического процесса, а соответственно и высокий выход качественного конечного продукта благодаря полностью автоматической системе управления.

Надежность и длительный срок эксплуатации.



«ТЕХИНСЕРВИС»

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МОНТАЖ, НАЛАДКУ
И АВТОМАТИЗАЦИЮ ВСЕХ ТИПОРАЗМЕРОВ
КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ
ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКА



ТехинсервисTM

www.techinservice.com.ua

УКРАИНА

04114, г. Киев, переулок Макеевский, 1
тел./факс: (+38 044) 468-93-11, 464-17-13
e-mail: net@techinservice.com.ua

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

г. Москва, ул. Марксистская, 1
тел.: (+7 495) 937-7980, факс: 937-79-81
e-mail: info@techinservice.ru

Современный инжиниринг в производстве сахара



Комплексная реконструкция сахарных заводов

