

Эффективность удаления несахаров на станции дефекосатурационной очистки в зависимости от химического состава перерабатываемой свеклы различных зон свеклосеяния

В.Н. Кухар, генеральный директор, ФИРМА «ТМА»

А.П. Чернявский, технический директор, ФИРМА «ТМА»

О.Н. Сластененко, заведующий отделом сокоочистки, ФИРМА «ТМА»

Л.Г. Рогач, заведующий отделом кристаллизации, ФИРМА «ТМА»

Л.И. Чернявская, заведующий отделом сырья, контроля и учета производства УкрНИИСП

П.Н. Рябчун, директор (2014 г.) ПАТ «Саливонковский сахарный завод»

Е.И. Мелехова, главный технолог (2014 г.) ПАТ «Саливонковский сахарный завод»

И.М. Рудяков, генеральный директор ОАО «Лебедянский сахарный завод»

А.Н. Бражникова, заведующий производством ОАО «Лебедянский сахарный завод»

Л.А. Черных, главный технолог ОАО «Лебедянский сахарный завод»

Представлены результаты определения критериев К. Вукова на станциях дефекосатурационной очистки диффузионного сока в зависимости от качества сырья разных зон свеклосеяния.

Качество белого сахара определяется показателями количества сахарозы в нем и неудаляемых примесей в процессе его получения из свеклы. Эффективность удаления несахаров, находящихся в диффузионном соке, зависит как от их состава и количества, так и от технологической схемы дефекосатурационной очистки и режима ее работы, т.е. от набора оборудования для проведения процессов осаждения и адсорбции, технологического режима станции, а также от возможности правильно организовать процессы фильтрования [6-8]. Фирма «ТМА» разработала концепцию технического перевооружения и весь перечень аппаратов для станции дефекосатурационной очистки на производительность 3,0; 5,0; 6,0; 7,0 и 10 тыс. тонн переработки свеклы в сутки. Такие станции в полном объеме (или первая ее очередь) внедрены на сахарных заводах Украины – Гайсинский (2007 год), Бабино-Томаховский (2011 г.), Первухинский, Лохвицкий (2012 г.), РФ – Валуйский (2008-2009 г.г.), Ленинградский (2011 г.), Новопокровский (2011 г.), Елецкий (2010 и 2012 г.г.), Хмелинецкий (2012 г.). В 2014 году фирмой «ТМА» было введено в промышленную эксплуатацию в полном объеме такие станции дефекосатурационной очистки еще на двух сахарных заводах: на Саливонковском – на производительность 7000 тонн переработки свеклы в сутки и Лебедянском (РФ) – на 6000 тонн переработки свеклы в сутки (фото 1-3). Оборудование для сахарных заводов было изготовлено преимущественно на Яготинском механическом заводе, строительные работы выполнены силами завода, мон-



тажные работы – бригады фирмы «ТМА». Работа станции полностью автоматизирована и управляется оператором с его рабочего места. При режимно-эксплуатационной наладке и сдаче в эксплуатацию схемы дефекосатурационной очистки диффузионного сока были выполнены, кроме общих технологических анализов, предусмотренных Инструкцией по контролю и учету сахарного производства и Инструкцией по ведению технологического процесса сахарного производства [2, 3, 7, 9], специальные опыты по определению критериев К. Вукова, рекомендованных им для оценки степени удаления несахаров [10]. Этим ученым на основании своих многолетних исследований, а также обработки результатов других исследователей, предложено несколько критериев и приведены их численные значения, которые характеризуют удаление несахаров в процессе очистки. Важнейшие из этих критериев: общий эффект очистки (Эф. оч.); индекс несахаров (I_{NS}), индекс щелочной золы ($I_{щел.золы}$), индекс

Таблица 1

Химико-технологические показатели свеклы зоны свеклосеяния Лебедянского и Саливонковского сахарных заводов

Показатели	Единица измерения	Данные состава свеклы заводов	
		Саливонковского	Лебедянского
Содержание			
- сахара	% к м. свеклы	15,41-17,65	18,05-19,81
- натрия	ммоль на 100 г свеклы	0,89- 1,75	0,3-0,63
- калия	ммоль на 100 г свеклы	2,56-3,32	2,81-4,26
- альфа-аминного азота	ммоль на 100 г свеклы	1,76-2,39	3,28-3,57
Щелочной коэффициент		1,52-3,01	1,31-1,38
МБ-фактор		22-35	28-32



кальциевых солей (I_{Ca}), коэффициенты правильно-сти проведения процесса очистки (K_c) [10, 7].

Градация (по К. Вукову) показателя **эффекта очистки** (в %) [10]:

- 20-25 - плохой;
- 25-30 - средний;
- 30-35 - хороший;
- 35-40 - очень хороший.

Индекс несахаров по К. Вукову: если I_{NS} около 1,7, то индекс несахаров очень хороший; около 1,8 – хороший; 1,9- средний; около 2 – плохой [10].

Индекс кальциевых солей: по мнению К. Вукова, если I_{Ca} свыше 0,2 – эффект по удалению ионов органических кислот низкий; 0,12-0,20 – средний; 0,08-0,12 – хороший; до 0,08 – очень хороший [10]. Л.П. Рева считает, что если I_{Ca} меньше 0,1, то очистка по удалению анионов кислот и солей кальция хорошая, если I_{Ca} больше 0,3 – то неудовлетворительная [7].

Индекс щелочной золы: Средняя величина показателя $I_{щел.золы}$ составляет 0,80–0,85; выше этого – плохой; ниже – хороший [10].

Коэффициент правильности проведения очистки: K_c до 0,1 – очистка хорошая; 0,3 – средняя; 0,6 – плохая [10, 7].

Некоторые специалисты считают, что критерий К. Вукова - коэффициент правильности очистки сока (K_c) имеет тот недостаток, что он не учитывает величину натуральной щелочности и содержание органических безазотистых кислот, содержащихся в диффузионном соке [7]. По нашему мнению, он пригоден для текущего контроля и сравнительных определений работы двух станций при переработке свежевыкопанной свеклы без длительного хранения, при условии нормально организованной работе диффузионной установки.

Предприятия, на которых проводились исследования, имеют разные станции подготовки свеклы к изрезыванию корнеплодов в стружку и разные станции фильтрования соков. На Саливонковском сахарном заводе моечное отделение не позволяет удалить в полном объеме примеси, поступающие со свеклой; фильтрование сока I кату-

Показатели качества диффузионного, очищенного соков и сиропа Саливонковского и Лебедянского сахарных заводов

сезон 2014 года

№ п/п	Анализируемые продукты и показатели их качества	Условное обозначение	Сахарные заводы			
			Саливонковский		Лебедянский	
			% к массе продукта	% к массе сахара продукта	% к массе продукта	% к массе сахара продукта
1	Диффузионный сок					
1.1	Содержание сухих веществ	СВ	13,5		17,31	
1.2	Содержание сахара	Сх	12,48		15,29	
1.3	Чистота	Ч	92,44		88,33	
1.4	Содержание золы кондуктометрической	$h_{\text{диф.сока}}$	0,28	2,244	0,361	2,361
1.5	Содержание инвертного сахара	i	0,083	0,665	0,165	1,079
1.6	Содержание а-аминного азота	а-N	0,017	0,136	0,0515	0,337
1.7	Содержание несахара	НСх	1,02	8,17	2,02	13,21
1.8	Отношение сахарозы к несахару	Сх/НСх	12,24		7,57	
2	Очищенный сок					
2.1	Содержание сухих веществ	СВ	12,6		17,12	
2.2	Содержание сахара	Сх	11,96		15,83	
2.3	Чистота	Ч	94,92		92,46	
2.4	Содержание несахара	НСх	0,64	5,35	1,29	8,15
2.5	Содержание солей Са	СаО	0,015	0,125	0,0197	0,124
2.6	Отношение сахарозы к несахару	Сх/НСх	18,69		12,28	
3	Сироп					
3.1	Содержание сухих веществ	СВ	65,2		70	
3.2	Содержание сахара	Сх	61,71		64,7	
3.3	Чистота	Ч	94,65		92,43	
3.4	Содержание несахара	НСх	3,49	5,65	5,3	8,19
3.5	Отношение сахарозы к несахару	Сх/НСх	17,68		12,21	
3.6	Содержание солей Са	СаО	0,11	0,178	0,078	0,120
3.7	Содержание золы кондуктометрической	$h_{\text{сир.}}$	1,26	2,04	1,48	2,29

рации осуществляется на фильтрах-сгустителях ФиЛС-100, обессахаривание осадка – на вакуум-фильтрах; сок II сатурации после сатурирования поступает в отстойник собственного изготовления, затем – на ФиЛС-100, после чего сок проходит еще станцию контрольного фильтрования на патронных фильтрах ППФ-80.

Лебедянский сахарный завод имеет станцию доочистки свеклы в составе набора оборудования для удаления легких и тяжелых примесей и современное моечное отделение, оснащенное двухвальновой мойкой Ш1-ПМД-6 кулачкового типа и струйной мойкой высокого давления, обеспечивающие максимально возможное удаление органических и минеральных примесей; фильтрование сока I сатурации осуществляется на свечных фильтрах ФСБУ-110, обессахаривание осадка производится на пресс-фильтрах XZG-120-1500, сок II сатурации также фильтруется на фильтрах ФСБУ-110.

Сахарная свекла урожая 2014 года зоны свеклосеяния Саливонковского сахарного завода

характеризовалась следующими показателями (табл.1):

Свекла имела средние показатели по сахаристости, которая изменялась от 15,41 до 17,65% к массе свеклы, щелочному коэффициенту, который имел в отдельных пробах пониженные значения (1,52 при нормативном значении не ниже 1,8), МБ-фактор колебался от 35 до 22, что свидетельствует о разной спелости сырья, поступающего в переработку.

Свекла зоны свеклосеяния Лебедянского сахарного завода также характеризовалась средними значениями показателей качества.

Следует отметить, что производственные лаборатории обоих заводов оснащены необходимыми высокоточными лабораторными приборами и имеют аналитиков, которые могут выполнить специальные анализы, которые необходимы для расчетов критериев К.Вукова [10]. Саливонковский сахарный завод оснащен автоматическим поляриметром системы Sukromat, автоматическим рефрактометром

Показатели критериев К. Вукова, рассчитанные по экспериментальным данным

Наименование критериев, предложенных К. Вуковым	Обозначения критериев	Показатели, полученные по производственным данным заводов	
		Саливонковского	Лебедянского
Эффект очистки, %	Эф.оч.	34,6	38,28
Индекс несахаров	I_{NS}	1,42	1,46
Индекс щелочной золы	$I_{щел.золы}$	0,766	0,878
Индекс кальциевых солей	I_{Ca}	0,298	0,135
Коэффициент правильности очистки сока	K_c	0,290	0,140

«Abbemat», имеет прибор для определения оптической плотности растворов – фотоэлектроколориметр КФК-3, кондуктометр с диапазоном измерения удельной электрической проводимости до 15 000 мкСм/см марки КЛЗ-1. Лаборатория Лебедянского сахарного завода оснащена автоматическим поляриметром системы АТАГО, автоматическим рефрактометром системы АТАГО, прибором для определения оптической плотности растворов - фотоэлектроколориметром КФК-3, кондуктометром с диапазоном измерения удельной электрической проводимости до 15 000 мкСм/см марки КЛЗ-1.

Чтобы исключить элементы случайностей, которые присущи при промышленной переработке свеклы, для расчета критериев К. Вукова, характеризующих схему очистки диффузионного сока в зависимости от вида и количества несахаров, находящихся в диффузионном соке и удаленных при очистке и фильтрации, были дополнительно проведены специальные опыты. Был отобран диффузионный сок из обеих диффузий. В диффузионном соке определили следующие показатели: содержание сухих веществ, сахарозы, редуцирующих веществ, кондуктометрической золы, а-аминного азота. Расчетом было определено время обработки соков при проведении отдельных процессов на станции дефеко saturационной очистки, фильтрации и на выпарной установке, после истечения которого отобрали пробы очищенного сока и сиропа. В очищенном соке определяли: содержание сухих веществ, сахарозы, редуцирующих веществ, солей кальция, чистоту; в сиропе - содержание сухих веществ, сахарозы, редуцирующих веществ, кондуктометрической золы, солей кальция. Определение основных технологических показателей производили в соответствии с Инструкцией по химико-техническому контролю и учету сахарного производства, 1983 г. (содержание сухих веществ – рефрактометрическим методом, сахарозы - поляриметрическим, несахаров, чистоты продуктов - расчетным, редуцирующих веществ – экспресс-методом с использованием 3,5-динитросалициловой кислоты [3], а-аминного азота – по методу Винингера и Кубадинова («синего числа») с использованием прибора КФК-3 и полученных нами регрессионных уравнений [3, 4, 5, 11]. Определение содержа-

ния кондуктометрической золы в продуктах переработки сахарной свеклы (диффузионном, очищенном соках и сиропе) производили по разработанным нами методикам, которые гармонизированы с методиками ICUMSA [12-13]. (Все новые методики, используемые при таком анализе, мы приводим в приложениях 1 и 2 к этой публикации). Примечательным является то, что в связи с увеличением количества анализов, главные технологи стали более широко использовать экспресс-методы, которые были разработаны еще во ВНИИСПе и вошли в Инструкцию по химико-техническому контролю и учету сахарного производства предыдущего издания в 1983 г.

Результаты определений химического состава диффузионных соков, очищенных соков и сиропов обоих заводов представлены в табл. 2, полученные величины были также выражены в % к массе сахара исследуемого раствора (диффузионного сока, очищенного сока и сиропа). В соответствии с рекомендациями К. Вукова, с помощью разработанной нами компьютерной программы были определены эффекты очистки (Эф. оч.), индексы несахаров (I_{NS}), индексы щелочной золы ($I_{щел.золы}$), индексы кальциевых солей (I_{Ca}), коэффициенты правильности проведения процесса очистки (K_c), которые представлены в приведенной таблице (табл. 3).

В условиях Саливонковского сахарного завода (табл. 3) получены следующие значения критериев К. Вукова:

Общий эффект очистки – 34,6%; по критериям – хороший;

Индекс несахаров - 1,42; по градации К. Вукова очистка характеризуется как хорошая и очень хорошая;

Индекс кальциевых солей - 0,198: по градации К. Вукова эффект по удалению кислот средний;

Индекс кондуктометрической золы - 0,766: по градации К. Вукова очистка характеризуется как хорошая.

Коэффициент правильности очистки сока - 0,29: по К. Вукову очистка по удалению солей кальция средняя.

В условиях Лебедянского сахарного завода

(табл.3), для перерабатываемой в этот период свеклы, для получаемого и очищаемого диффузионного сока на реконструированной станции дефекосатурационной очистки получены следующие значения критериев:

Общий эффект очистки – 38,28, по критериям – очистка очень хорошая;

Индекс несахаров - 1,46; по градации К. Вукова очистка характеризуется как хорошая и очень хорошая;

Индекс кальциевых солей - 0,135: по градации К. Вукова эффект по удалению кислот средний;

Индекс кондуктометрической золы - 0,878: по градации К. Вукова очистка характеризуется как хорошая.

Коэффициент правильности очистки сока - 0,14: по К.Вукову очистка по удалению солей кальция хорошая.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Заводские лаборатории производственного контроля при нормальном их оснащении современными приборами и реактивами дают возможность расширить диапазон контролируемых показателей, в частности, работу станций очистки диффузионного сока.

2. Критерии К. Вукова позволяют оперативно оценить работу станции дефекосатурационной очистки сока по удалению и выведению из верстака общих и отдельных групп несахаров и солей кальция в зависимости от качества перерабатываемого сырья.

3. Компьютерные технологии обработки результатов дают возможность технологической службе контроля расширять границы исследований сырья и продуктов переработки, чтобы она могла прогнозировать результаты работы своих станций очистки диффузионного сока и качество белого сахара.

4. С помощью компьютеризированной программы, при изменении химического состава сырья или условий работы диффузионной установки, можно оценить по вышеуказанным критериям, как будет работать схема очистки диффузионного сока и какое содержание солей кальция будет в сиропе.

5. Усовершенствованная система контроля технологического процесса переработки свеклы с использованием критериев К. Вукова позволит прогнозировать качество белого сахара.

Список использованных литературных источников

1. *Добжицкий Я.* Химический анализ в сахарном производстве М. : Агропромиздат. - 1985. – С. 170-188.

2. *Инструкция по ведению технологического процесса свеклосахарного производства // М. : Минпищепром. - 1985. - 372 с.*

3. *Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства // К. : ВНИИСП. - 1983. - 476 с.*

4. *Методические указания по оценке качества сахарной свеклы. К. : ВНИИСП. - 1981. - 131 с.*

5. *Методические указания по технологической оценке сахарной свеклы. К. : КТИПП; 1988; - 37 с.*

6. *Нагорна В.О.* Якість буряків. Оптимальні режими переробки буряків різної якості. К. : ІПК Мінагропрому України. - 1998. - 70 с.

7. *Рева Л.П.* Фізико-хімічні основи технологічних процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру. // Київ. - НУХТ. - 2012. - 372 с.

8. *Силин П.М., Силина Н.П.* Химический контроль свеклосахарного производства. – М : Пищевая промышленность.- 1977. - 236 с.

9. *Технологічний процес виробництва цукру із цукрових буряків.* Правила усталеної практики 15.83-37-106:2007 / К. : Мінагрополітики України. – 2007 - 420 с.

10. *Vukov K.* A cukorgyari letisztiraselmeleti kerdesei. // Cukoripar. - 1972. - n.4. - s.s.137-146; n.5. - s.s. 163-171.

11. *Чернявская Л.И., Пустоход А.П., Иволга Н.С.* Технохимконтроль сахара-песка и сахара - рафинада. - М. : Колос. - 1995. - 359 с.

12. *Чернявська Л.І.* Новий метод визначення вмісту кондуктометричної золы в цукрових буряках / Л.І. Чернявська, Ю.О. Зотова, П.М. Барабанов // Цукор України, №1-2, С. 39-52.

13. *Чернявская Л.И.* Технологические качества свежего и хранившегося сырья и особенности его переработки. Материалы международной научно-технической конференции. Киев, 2014, С. 101-102.

14. *Чернявська Л.І.* Ефективність видалення нецукрів залежно від хімічного складу перероблюваної сировини / Л.І. Чернявська, В.М. Кухар, О.П. Чернявський // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України. м. Київ. 25-27 березня 2015 року.

Приложение 1

Методика определения содержания кондуктометрической золы в продуктах свеклосахарного производства

При выполнении кондуктометрических измерений работают с одной партией свежеприготовленной охлажденной дистиллированной воды, удельная проводимость которой не выше 10 μ Сименс/см.

По нашим исследованиям продуктов свеклосахарного производства **рекомендуемая навеска для соков составляет 5 г, сиропа -1 г, мелассы - 0,25 г в 100 мл раствора.**

Приложение 1.1. Методика определения содержания кондуктометрической золы в диффузионном соке свеклосахарного производства

Исходные данные:

Результаты анализов.

Вода дистиллированная: УЭП = 4,2 мСм/см; t = 23°C

Диффузионный сок:

СВ сока = 15,8%; Сх = 13,84%; Ч = 87,6%.

Навеску 5 г сока переводят в мерную колбу на 100 мл дистиллированной водой и тщательно перемешивают, доводят до метки той же дистиллированной водой. Измеряют удельную электрическую проводимость (УЭП) и t раствора. УЭП раствора диффузионного сока = 350 мСм/см; t = 24°C.

Результаты расчета содержания золы кондуктометрической диффузионного сока.

1. Приводим значение УЭП воды (Св) дистиллированной к 20°C по формуле:

$$C_{20}^B = 4,2/[1+0,023(23-20)] = 4,2/1,063 = 3,93 \text{ мСм/см}$$

2. Приводим значение УЭП раствора диффузионного сока (Сд.с.) к 20°C по формуле:

$$C_{20}^C = 350/[1+0,023(24-20)] = 350/1,092 = 320,51 \text{ мСм/см}$$

3. Откорректированная электропроводность раствора сока составит:

$$C = C_{20}^C - C_{20}^B = 320,51 - 3,93 = 316,58 \text{ мСм/см}$$

4. Выполним расчет кондуктометрической золы в диффузионном соке:

$$\text{Зола}_{\text{кондук.}} = (16,2+0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f;$$

где D – концентрация сухих веществ в растворе, выраженная в г/100 мл.

В нашем случае D = (15,8*5)/100 = 0,79 г в 100 мл

Фактор разбавления f исследуемого раствора по сравнению с 5 г/100 мл рассчитывается следующим образом: f = 5/S. Где S-масса пробы для анализирования.

В нашем случае S=5 г, тогда f = 5/S = 5/5 = 1.

Подставляем все значения в формулу:

$$\text{Зола}_{\text{кондук.}} = (16,2+0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f = (16,2+0,36 \cdot 0,79) \cdot 10^{-4} \cdot 316,58 \cdot 1 = [(16,2+0,2844) \cdot 316,58 \cdot 1] / 10000 = 0,5219\% \text{ к массе сока}$$

Содержание золы кондуктометрической в пересчете на 100 г сахарозы диффузионного сока = (0,5219*100)/13,84 = 3,7709% к массе сахара диффузионного сока.

Приложение 1.2. Методика определения содержания кондуктометрической золы в соке I сатурации свеклосахарного производства

Исходные данные:

Результаты анализов.

Вода дистиллированная: УЭП = 4,2 мСм/см; t = 23°C

Сок I сатурации:

СВ сока = 14,8%; Сх = 13,35%; Ч = 90,2%.

Навеску 5 г сока переводят в мерную колбу на 100 мл дистиллированной водой и тщательно перемешивают, доводят до метки той же дистиллированной водой. Измеряют удельную электрическую проводимость (УЭП) и t раствора. УЭП раствора сока I сатурации = 250 мСм/см; t = 24°C.

Результаты расчета содержания золы кондуктометрической сока I сатурации.

1. Приводим значение УЭП воды (Св) дистиллированной к 20°C по формуле:

$$C_{20}^B = 4,2/[1+0,023(23-20)] = 4,2/1,063 = 3,93 \text{ мСм/см}$$

2. Приводим значение УЭП раствора сока I сатурации (СсI сат) к 20°C по формуле:

$$C_{20}^C = 250/[1+0,023(24-20)] = 250/1,092 = 228,94 \text{ мСм/см}$$

3. Откорректированная электропроводность раствора сока составит:

$$C = C_{20}^C - C_{20}^B = 228,94 - 3,93 = 225,01 \text{ мСм/см}$$

4. Выполним расчет содержания кондуктометрической золы в соке I сатурации:

$$\text{Зола}_{\text{кондук.}} = (16,2+0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f;$$

где D – концентрация сухих веществ в растворе, выраженная в г/100 мл.

В нашем случае D = (14,8*5)/100 = 0,74 г в 100 мл

Фактор разбавления f исследуемого раствора по сравнению с 5 г/100 мл рассчитывается следующим образом: $f = 5/S$, где S -масса пробы для анализа.

В нашем случае $S=5$ г, тогда $f = 5/5 = 1$.

Подставляем все значения в формулу Зола_{кондук.} $= (16,2 + 0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f =$

$(16,2 + 0,36 \cdot 0,74) \cdot 10^{-4} \cdot 225,01 \cdot 1 = [(16,2 + 0,2664) \cdot 225,01 \cdot 1] / 10000 = 0,3705\%$ к массе сока.

Содержание золы кондуктометрической в пересчете на 100 г сахарозы сока I сатурации = $(0,3705 \cdot 100) / 13,35 = 2,7753\%$ к массе сахара сока I сатурации

Приложение 1.3. Методика определения содержания кондуктометрической золы в соке II сатурации свеклосахарного производства

Исходные данные:

Результаты анализов.

Вода дистиллированная УЭП = 4,2 мСм/см; $t = 23^\circ\text{C}$

Сок II сатурации

СВ сока = 13,8%; $C_x = 12,56\%$; $Ч = 91,01\%$.

Навеску 5 г сока переводят в мерную колбу на 100 мл дистиллированной водой и тщательно перемешивают, доводя до метки той же дистиллированной водой. Измеряют удельную электрическую проводимость (УЭП) и t раствора. УЭП раствора сока II сатурации = 221 мСм/см; $t = 24^\circ\text{C}$.

Результаты расчета содержания золы кондуктометрической сока II сатурации.

1. Приводим значение УЭП воды (Св) дистиллированной к 20°C по формуле

$C_{20}^B = 4,2 / [1 + 0,023(23 - 20)] = 4,2 / 1,063 = 3,93$ мСм/см

2. Приводим значение УЭП раствора сока II сатурации (СсII сат) к 20°C по формуле

$C_{20}^C = 221 / [1 + 0,023(24 - 20)] = 221 / 1,092 = 202,38$ мСм/см

3. Откорректированная электропроводность раствора сока составит

$C = C_{20}^C - C_{20}^B = 202,38 - 3,93 = 198,45$ мСм/см

4. Выполним расчет содержания кондуктометрической золы в соке II сатурации

Зола кондук. = $(16,2 + 0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f$;

где D – концентрация сухих веществ в растворе, выраженная в г/100 мл.

В нашем случае $D = (13,8 \cdot 5) / 100 = 0,69$ г в 100 мл

Фактор разбавления f исследуемого раствора по сравнению с 5 г/100 мл рассчитывается следующим образом: $f = 5/S$. Где S -масса пробы для анализа.

В нашем случае $S = 5$ г, тогда $f = 5/5 = 1$.

Подставляем все значения в формулу Зола_{кондук.} $= (16,2 + 0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f =$

$(16,2 + 0,36 \cdot 0,69) \cdot 10^{-4} \cdot 198,45 \cdot 1 = [(16,2 + 0,2484) \cdot 198,45 \cdot 1] / 10000 = 0,3264\%$ к массе сока

Содержание золы кондуктометрической в пересчете на 100 г сахарозы сока II сатурации = $(0,3264 \cdot 100) / 12,56 = 2,5988 = 2,60\%$ к массе сахара сока II сатурации

Приложение 1.4. Методика определения содержания кондуктометрической золы в сиропе свеклосахарного производства

Исходные данные:

Результаты анализов.

Вода дистиллированная. УЭП = 4,2 мСм/см; $t = 23^\circ\text{C}$

Сироп

СВ сиропа = 64,8%; $C_x = 59,10\%$; $Ч = 91,2\%$.

Навеску 1 г сиропа переводят в мерную колбу на 100 мл дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Измеряют удельную электрическую проводимость (УЭП) и t раствора. УЭП раствора сиропа = 189 мСм/см; $t = 22^\circ\text{C}$.

Результаты расчета золы кондуктометрической сиропа.

1. Приводим значение УЭП воды (Св) дистиллированной к 20°C по формуле:

$C_{20}^B = 4,2 / [1 + 0,023(23 - 20)] = 4,2 / 1,063 = 3,93$ мСм/см

2. Приводим значение УЭП раствора сиропа (Ссиропа) к 20°C по формуле:

$C_{20}^C = 189 / [1 + 0,023(22 - 20)] = 189 / 1,046 = 180,688$ мСм/см

3. Откорректированная электропроводность раствора сиропа составит:

$C = C_{20}^C - C_{20}^B = 180,688 - 3,93 = 176,758$ мСм/см

4. Выполним расчет содержания кондуктометрической золы в сиропе:

$$\text{Зола кондук.} = (16,2+0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f;$$

где D – концентрация сухих веществ в растворе, выраженная в г/100 мл.

В нашем случае $D = (64,8 \cdot 5) / 100 = 3,24$ г в 100 мл

Фактор разбавления f исследуемого раствора по сравнению с 5 г/100 мл рассчитывается следующим образом: $f = 5/S$. Где S-масса пробы для анализирования.

В нашем случае $S = 1$ г, тогда $f = 5/1 = 5$.

Подставляем все значения в формулу Зола_{кондук.} $= (16,2+0,36D) \cdot 10^{-4} \cdot C \cdot f = (16,2+0,36 \cdot 3,24) \cdot 10^{-4} \cdot 176,758 \cdot 5 = [(16,2+1,1664) \cdot 176,758 \cdot 5] / 10000 = 1,5348$ % к массе сиропа.

Содержание золы кондуктометрической в пересчете на 100 г сахарозы сиропа $= (1,5348 \cdot 100) / 59,10 = 2,5969 = 2,60\%$ к массе сахара сиропа.

Приложение 2

Определение содержания α-аминного азота в диффузионном соке

Из раствора, приготовленного для поляриметрического определения содержания сахарозы в диффузионном соке (п.2.3.3 действующей Инструкции по химико-техническому контролю и учету сахарного производства: две нормальные навески сока переводят в колбу 100 мл... и далее по тексту), берут 10 см³ и переносят в стаканчик, куда добавляют 14 см³ «синего раствора», тщательно перемешивают и заливают в кювету длиной 5 см. В качестве эталона используют дистиллированную воду, готовят эталонный раствор следующим образом: 10 см³ дистиллированной воды смешивают с 14 см³ «синего раствора», тщательно перемешивают в стаканчике и заливают в кювету длиной 5 см. На фотоэлектроколориметре КФК-3 определяют оптическую плотность на длине волны 620 нм.

Концентрацию α-аминного азота определяют по формуле.

$$Y = 0,3894X - 0,0063, \tag{1}$$

где X - оптическая плотность;

Y - концентрация α-аминного азота, г/дм³.

Пересчет концентрации г/дм³ в % к массе сока производят по формуле:

$$\frac{(z / \text{дм}^3) \cdot 100}{520} = (z / \text{дм}^3) \cdot 0,192, \tag{2}$$

520 - навеска диффузионного сока в 1000 см³ раствора при приготовлении раствора для определения содержания сахарозы в соке поляриметрическим методом.

Примечание.

Если на приборе КФК-3 приходится работать с кюветой длиной 3 см, то полученный результат оптической плотности множат на коэффициент 1,67, а потом используют приведенную выше формулу.

Пример.

1. Оптическая плотность, обусловленная комплексом α-аминного азота с Cu⁺⁺, измеренная на приборе КФК-3 в кювете длиной 5 см составляет 0,170. По уравнению 1 находим содержание α-аминного азота в растворе в г/л 0,0599. Содержание α-аминного азота, % к массе сока, (уравнение 2) будет составлять 0,0599*0,192=0,012% к массе сока.

2. Если полученную величину необходимо выразить к массе сахара диффузионного сока, пересчет осуществляют по формуле (0,012*100)/C_{х.д.с.} Если C_{х.д.с.}=13,8% к м.сока, то α-аминный азот будет составлять (0,012*100)/13,8=0,087% к массе сахара диффузионного сока.

3. Оптическая плотность, обусловленная комплексом α-аминного азота с Cu⁺⁺, измеренная на приборе КФК-3 в кювете длиной 3 см составляет 0,138. Это значение множим на коэффициент 1,67 и получаем значение 0,230. По уравнению 1 находим содержание α-аминного азота, которое будет составлять 0,0833 г/л. К массе диффузионного сока содержание α-аминного азота определяют по формуле 0,0833*0,192=0,016% к массе сока.

4. Если, например, содержание сахара в диффузионном соке составляет 12,6% к массе сока, то содержание α-аминного азота будет составлять (0,016*100)/12,6=0,127% к массе сахара диффузионного сока.