

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

С. А. БРЕНМАН

Разработка путей снижения количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве

№ 361. Технология сахаристых веществ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев — 1969

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

Киевский технологический институт пищевой
промышленности

На правах рукописи

С. А. Бренман

**РАЗРАБОТКА ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРОДУКТОВЫХ
УТФЕЛЕЙ В САХАРОРАФИНАДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

№ 361. Технология сахаристых веществ

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Киев - 1969

Киевский технологический институт пищевой промышленности направляет Вам автореферат диссертации С.А.Бренмана "Разработка путей снижения количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве".

Отзыв на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной печатью учреждения, просим направлять в Ученый Совет института.

Ученый секретарь Совета, доцент М.М.ХРИСТЕНКО

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте сахарной промышленности (ВНИИСП), Краснодарском политехническом институте и на Бердичевском сахарорафинадном заводе.

Научные руководители: доктор технических наук,
профессор И.Ф.ЗЕЛИКМАН,
кандидат технических наук М.И.ДАИШЕВ

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук, профессор А.А.ГЕРАСИМЕНКО
2. Кандидат технических наук, доцент И.А.ПРИХОДЬКО

Ведущее предприятие - Бердичевский сахарорафинадный завод.

Автореферат разослан "_____" _____ 19 ____ г.

Защита диссертации состоится "_____" _____ 19 ____ г.
на заседании Ученого Совета Киевского технологического института пищевой промышленности, г.Киев, 17, Владимирская, 68, ауд. 311.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

ВВЕДЕНИЕ

В Программе КПСС, принятой XXII съездом Коммунистической партии, отмечается: "... Постоянное совершенствование технологии всех отраслей и видов производства - непременное условие их развития".

Пятилетним планом развития народного хозяйства СССР на 1966-1970 годы перед сахарной промышленностью поставлена задача увеличения выработки сахара-песка из свеклы до 9,8-10,0 млн. т, а сахара-рафинада до 2,6 млн. т.

Одним из решающих средств увеличения производительности действующих предприятий, улучшения техно-экономических результатов их работы является оптимизация технологических процессов на основе новейших достижений науки и техники, направленных на сокращение потерь сахара в производстве.

Значительный вклад в разработку технологических схем рафинирования внесли М.К.Васильев, М.И.Нахманович, И.Ф.Зеликман, И.О.Шнайдман, С.З.Иванов, С.Ф. Жигалов и др.

На сахарорафинадных заводах СССР в качестве типовых применяются технологические схемы с двумя рафинадными и 0-рафинадным утфелем. Количество продуктовых утфелей, которое является основным технологическим показателем работы заводов и оказывает существенное влияние на потери сахара, расход топлива и др., при работе по этим схемам составляет в среднем по

промышленности около 30% к весу сахара-рафинада. Поэтому уменьшение количества продуктовых утфелей имеет существенное значение для сахарорафинадного производства.

Известно, что основным источником неопределенных химических потерь сахарозы в рафинадном производстве является продуктовое отделение. Поэтому уменьшение количества увариваемых продуктовых утфелей приводит к значительному снижению потерь сахара в производстве, и как следствие-уменьшению количества перешедших в рафинадную мелассу несахаров и, соответственно, потерь сахара в ней. Кроме того, уменьшение накопления цветных веществ в продуктах производства даст возможность разгрузить станцию обесцвечивания и использовать ее для других целей.

Поэтому разработка путей снижения количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве представляет производственный и теоретический интерес.

Целью настоящей работы являлось изучение возможностей разработки уточненной технологической схемы сахарорафинадного производства, обеспечивающей увеличение выхода сахара рафинадного достоинства при наименьшем количестве продуктовых утфелей.

Эта задача включает решение следующих вопросов:

1. Исследование возможности передвижения верстата сахарозы к головным циклом кристаллизации путем направления дополнительно обесцвеченных растворов продуктовых сахаров на высшую ступень кристаллизации.

2. Выявление технологического эффекта от обесцвечивания растворов продуктовых сахаров различными марками активных гранулированных углей и анионитов.

3. Интенсификация процесса докристаллизации путем обдувания утфелей горячим воздухом в кристаллизаторах с целью увеличения выхода кристаллического сахара.

4. Разработка уточненной технологической схемы сахарорафинадного производства и определение экономической эффективности от ее внедрения.

Диссертация состоит из пяти глав, изложенных на 184 стр. машинописного текста, содержит 66 таблиц и 42 рисунка. Список использованной литературы включает 169 источников, из которых 141 на русском языке и 28 на иностранных языках.

Первая глава содержит литературный обзор, представляющий собой краткую систематизацию теоретических представлений о технологических схемах сахарорафинадного производства, применении активных углей и ионитов в сахарной промышленности и вопросов, связанных с теорией и практикой кристаллизации сахарозы.

Экспериментальная часть работы изложена во второй и третьей главах. Четвертая глава посвящена разработке уточненной технологической схемы сахарорафинадного производства.

В пятой главе работы даны расчет экономической эффективности от внедрения предлагаемых мероприятий, общие выводы по работе и рекомендации промышленности.

ОТНОШЕНИЕ РАСТВОРОВ ПРОДУКТОВЫХ САХАРОВ И ОТТЕКОВ К АДСОРБЦИИ И НАГРЕВАНИЮ

Исследованиям вопроса обесцвечивания продуктов сахарорафинного производства и роли цветных веществ в процессе рафинирования сахара посвящены работы И.Е.Душского, М.И.Нахменовича, К.К.Любичкого, П.В.Силина, С.З.Иванова, А.Р.Сапронова, К.Д.Журы, М.И.Барабанова, М.Б.Ярмолинского, Г.А.Чикина и др.

Вещества, обладающие большей поверхностной активностью, более интенсивно поглощаются адсорбентами и эти же вещества в процессе роста кристаллов из сахарных растворов более активно конденсируются в кристаллизационном слое. И.Ф.Зеликман высказал предположение, что цветные вещества, оставшиеся в межкристаллических оттеках, менее активны, чем вещества, содержащиеся в растворах сахарных песков. Нами экспериментально доказаны эти предположения на сахарах и оттеках из одного и того же продуктового утцеля, а также имеющих примерно одинаковую цветность и которые направляются по технологической схеме на один и тот же продукт.

Исследования проводили в статических и динамических условиях. В качестве адсорбента использовали активный гранулированный уголь АГС-3 и анионит АВ-16Г. Обесцвечивающую способность определяли по СТУ-12.10.228-64.

Цветность сиропов определяли с помощью колориметра КСМ и

цветомера АІ-ЕЦ2-С, редуцирующие вещества - по способу Мюллера, рН среды - рН - метром ЛП-6 и ЛПУ-І. Природу цветных веществ определяли по методике А.Р.Сапронова с применением кварцевого спектрофотометра СФ-4А.

В качестве исходных служили утфели І и ІІ продуктов, которые были подвергнуты фуговке и пробеливанию на лабораторной центрифуге. Затем были определены цветности сахаров и межкристальных оттеков, полученных из этих утфелей, которые составили соответственно для утфеля І продукта 1,6 и 48,0 ед.Шт., а для утфеля ІІ продукта 2,5 и 98,0 ед. Шт.. Затем добавлением бесцветного рафинированного сахара-песка к межкристальным оттекам цветности их были доведены до цветностей соответствующих продуктовых сахаров.

Таблица І

Продукт	Цв.начальная, ед. Шт.	Цв.конечная, ед. Шт.	Эффект обесцвечивания, %
Сахар І продукта	1,6	0,56	65,0
Межкристальный оттек І продукта, разбавленный рафинированным сахаром-песком	1,6	0,95	40,6
Сахар ІІ продукта	2,5	1,10	55,0
Межкристальный оттек ІІ продукта, разбавленный рафинированным сахаром-песком	2,5	1,63	34,8

Результаты обесцвечивания продуктов, приведенные в табл. І, подтверждают предположение о том, что несахара, входящие в состав кристаллов, лучше адсорбируются на поверхности адсорбентов, чем несахара оттеков.

Аналогичные результаты были получены и при обесцвечивании сахара І продукта и 2-го оттека І-го рафинада, а также сахара ІІ продукта и І-го оттека І-го рафинада, имеющих, примерно, одинаковую цветность и направляемых по схеме с 0-м рафинадным утфелем на один и тот же продукт (табл.2).

Таблица 2

Наименование	Цв., ед. шт.	Эффект обесцвечи- вания, %
Сахар I продукта	1,58	64,9
2-й оттек I-го рафинада	1,65	50,9
Сахар II продукта	2,57	55,2
I-й оттек I-го рафинада	2,72	42,9

Поэтому при раздельном обесцвечивании сиропов, полученных из продуктовых сахаров и оттеков, примерно, одной и той же степени окрашенности, можно получить из продуктовых сахаров менее окрашенные сиропы, которые затем могут быть направлены на более высокую ступень кристаллизации.

Кроме того, несакхара кристаллического сахара отличаются от несакхаров оттеков не только своим отношением к адсорбции, они также более устойчивы при нагревании. Нами были подвергнуты нагреванию при 90°C растворы продуктовых сахаров и оттеков в течение 3-х часов.

Установлено, что увеличение цветности оттеков при нагревании в 2-3 раза выше, чем растворов продуктовых сахаров. Поэтому при направлении раствора продуктового сахара совместно с оттеком одинаковой степени окрашенности на высшую ступень кристаллизации, в результате нагревания на верстате завода, цветность смеси будет выше, чем цветность раствора кристаллического сахара.

При изучении состава цветных веществ этих продуктов по методике А.Р.Сапронова нами не обнаружено закономерности в избирательной адсорбции отдельных групп цветных веществ, однако, установлено, что активный гранулированный уголь и аниониты хуже сорбируют карамели.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ РАСТВОРОВ ПРОДУКТОВЫХ САХАРОВ

Целью дальнейших исследований было определение степени обесцвечивания растворов продуктовых сахаров адсорбентами, применяемыми в практике рафинирования.

В лабораторных условиях на колонках динамическим методом нами проведены опыты по обесцвечиванию растворов сахаров I, II и III продуктов сахарорафинадного производства костяным углем, активными гранулированными углями марок АГС-3, АГ-5 и САЛ, анионитами АВ-16Г, IRA-40I, IRA-402 и IRA-900.

Удельные нагрузки при обесцвечивании растворов сахаров I и II продуктов составили: активные гранулированные угли - $0,3 \text{ час}^{-1}$, аниониты - $1,3 \text{ час}^{-1}$ и костяной уголь - 5 л/мин.т. , а при обесцвечивании раствора сахара III продукта: активные гранулированные угли - $0,2 \text{ час}^{-1}$, аниониты - $0,87 \text{ час}^{-1}$, костяной уголь - $3,3 \text{ л/мин.т.}$

Цветность сахара I продукта - 1,55 ед. Шт., II продукта - 2,6 ед. Шт., сахара III продукта - 97 ед. Шт.

Для количественного сравнения адсорбционной емкости адсорбентов по отношению к цветным веществам цветность раствора выражали с помощью условной единицы Фуска, выражающейся в мг фусказиновой кислоты.

Результаты приведены в табл.3, из данных которой видно, что применение любого из адсорбентов обеспечивает получение раствора сахара I продукта цветностью, соответствующей продукту, поступающему на приготовление О-рафинадного сиропа, и раствора сахара II продукта - на приготовление О-го и I-го рафинированных сиропов.

Однако, цветности растворов сахара III продукта остались высокими, несмотря на то, что скорости прохождения их через адсорбент были уменьшены.

Следует отметить также, что наилучшей обесцвечивающей способностью как светлых, так и сильноокрашенных растворов обладает анионит АВ-16Г, а аниониты японского производства ме-

Таблица 3

Марка адсорбента	Сахар I продукта										Сахар II продукта										Сахар III продукта															
	Одсорблено г/г	Максимальная цветность конечного раствора	Средняя числовая эффективность адсорбента	Факт. одсорб. г/г	Адсорбировано г/г	Вещество, мг/г на цветных	Одсорблено г/г	Максимальная цветность конечного раствора	Средняя числовая эффективность адсорбента	Факт. одсорб. г/г	Адсорбировано г/г	Вещество, мг/г на цветных	Одсорблено г/г	Максимальная цветность конечного раствора	Средняя числовая эффективность адсорбента	Факт. одсорб. г/г	Адсорбировано г/г	Вещество, мг/г на цветных	Одсорблено г/г	Максимальная цветность конечного раствора	Средняя числовая эффективность адсорбента	Факт. одсорб. г/г	Адсорбировано г/г	Вещество, мг/г на цветных	Одсорблено г/г	Максимальная цветность конечного раствора	Средняя числовая эффективность адсорбента	Факт. одсорб. г/г	Адсорбировано г/г	Вещество, мг/г на цветных						
АГ-3	10080	0,81	57,1	87,4	10080	1,52	57,9	149,0	6720	90,6	38,6	2499,1	10080	0,81	57,1	87,4	10080	1,52	57,9	149,0	6720	90,6	38,6	2499,1	10080	0,81	57,1	87,4	10080	1,52	57,9	149,0	6720	90,6	38,6	2499,1
АГ-5	10080	0,72	63,1	99,3	10080	1,57	59,0	150,9	6720	77,9	39,7	2167,7	10080	0,72	63,1	99,3	10080	1,57	59,0	150,9	6720	77,9	39,7	2167,7	10080	0,72	63,1	99,3	10080	1,57	59,0	150,9	6720	77,9	39,7	2167,7
Костяной уголь	5040	1,14	59,4	44,8	5040	1,55	68,0	89,4	2880	72,3	35,1	517,4	5040	1,14	59,4	44,8	5040	1,55	68,0	89,4	2880	72,3	35,1	517,4	5040	1,14	59,4	44,8	5040	1,55	68,0	89,4	2880	72,3	35,1	517,4
САЛ	10080	0,30	96,1	151,0	10080	1,10	85,4	213,2	5760	81,5	52,8	2922,6	10080	0,30	96,1	151,0	10080	1,10	85,4	213,2	5760	81,5	52,8	2922,6	10080	0,30	96,1	151,0	10080	1,10	85,4	213,2	5760	81,5	52,8	2922,6
АВ-16Г	10080	0,21	98,0	151,0	10080	0,80	88,3	227,1	6720	67,0	66,8	4382,2	10080	0,21	98,0	151,0	10080	0,80	88,3	227,1	6720	67,0	66,8	4382,2	10080	0,21	98,0	151,0	10080	0,80	88,3	227,1	6720	67,0	66,8	4382,2
РА-401	5760	0,22	95,5	87,7	5760	1,50	79,0	114,4	2880	85,7	40,4	1138,4	5760	0,22	95,5	87,7	5760	1,50	79,0	114,4	2880	85,7	40,4	1138,4	5760	0,22	95,5	87,7	5760	1,50	79,0	114,4	2880	85,7	40,4	1138,4
РА-402	5760	0,18	96,2	87,4	5760	1,30	80,6	120,0	2880	85,9	43,9	1239,2	5760	0,18	96,2	87,4	5760	1,30	80,6	120,0	2880	85,9	43,9	1239,2	5760	0,18	96,2	87,4	5760	1,30	80,6	120,0	2880	85,9	43,9	1239,2
РА-900	5760	0,22	96,2	87,1	5760	1,50	81,8	118,2	2880	79,9	39,0	1101,8	5760	0,22	96,2	87,1	5760	1,50	81,8	118,2	2880	79,9	39,0	1101,8	5760	0,22	96,2	87,1	5760	1,50	81,8	118,2	2880	79,9	39,0	1101,8

нее приспособлены к адсорбции большого количества цветных веществ.

Была также проверена возможность обесцвечивания растворов продуктовых сахаров по комбинированной схеме обесцвечивания через уголь марки АГС-3 и анионит АВ-16Г. При этом удельные нагрузки были повышены и составили для угля - 0,4 час⁻¹ и анионита - 1,7 час⁻¹. Количество пропущенного раствора составило для сахаров I и II продуктов по 13440 мл., а для сахара III продукта - 7680 мл.

Результаты исследований представлены в табл.4.

Таблица 4

Наименование продуктов	Цветность: исходного: сиропа, ед.шт.	Обесцвечивание сиропа			
		Углем АГС-3		Анионитом АВ-16Г	
		Средне- динамиче- ская цвет- ность, ед. шт.	Средне- динамиче- ский эф- фект, %	Средне- динамиче- ская цвет- ность, ед. шт.	Средне- динамиче- ский эф- фект, %
Сахар I продукта	1,56	0,74	52,5	0,08	94,8
Сахар II продукта	2,71	1,26	53,5	0,37	86,3
Сахар III продукта	95,4	69,4	27,2	40,1	57,9

Как видно из данных табл.4, при комбинированной схеме обесцвечивания растворов сахаров I и II продуктов цветность их полностью соответствует цветности сиропа, направляемого на О-рафинадный сироп.

О преимуществах комбинированной схемы обесцвечивания можно судить также по данным, представленным в табл.5, где количество адсорбированных цветных веществ приведено при обесцвечивании одинакового количества (7,68л) раствора при раздельной и комбинированной работе адсорбентов.

Таблица 5

Обесцвечи- вание	Марка адсорбента	Адсорбировано цветных веществ, мг/г	
		Раствор сахара	Раствор сахара
		I продукта	II продукта
Раздельное	АГС-3	39	69
	АВ-16	59	96
	Всего	98	165
Комбинирован- ное	АГС-3	69	109
	АВ-16	51	84
	Всего	120	193

Однако и при комбинированной схеме обесцвечивания раство-
ра сахара III продукта цветность его остается высокой.

Поэтому была изучена возможность улучшения качества саха-
ра III продукта путем пробеливания его водой с последующим обес-
цвечиванием активным гранулированным углем АГС-3 (табл. 6).

Таблица 6

Се- рий- опы- тов	К-во во- ды в % к массе угля	Цветность сахара III продук- та, исход- ная, ед. шт.	Цветность сахара после про- беливания водой, ед. шт.	Эффект очисти- тели после бели- вания, %	Цветн. сахара после обра- ботки углем, ед. шт.	Эффект обес- цвечи- вания, %	Добро- качест- венность обесц- веного са- хара, %
1.	-	86,0	-	-	44,7	48,0	93,3
2	1,5	96,0	37,7	56,1	22,6	42,9	97,8
3	2,0	86,0	33,8	60,6	19,9	41,1	97,9
4	2,5	86,0	28,3	66,8	16,8	42,4	98,0
5	3,0	86,0	25,9	69,8	13,4	48,2	98,6

Из данных таблицы 6 видно, что при пробеливании сахара да-
же 1,5% воды и дальнейшем обесцвечивании раствора
цветность его снижается значительно, а доброкачественность
увеличивается, что дает основание сделать вывод о возможности

направления его на сироп I продукта.

Результаты проведенных исследований подтверждают, что одним из путей снижения количества продуктовых утфелей может быть использование адсорбентов и ионитов, каждого в отдельности или последовательно обоих, для очистки растворов продуктовых сахаров и уваривание их на более высокие продукты.

Производственные испытания, проведенные на Бердичевском сахарорафинадном заводе, дооборудованном линией обесцвечивания растворов сахаров I и II продуктов, подтвердили возможность направления дополнительно обесцвеченных продуктовых сахаров на более высокую ступень кристаллизации. Растворы сахара I продукта направляли на конечный сироп 0-го рафинада, а сахара II продукта на исходный сироп 0-го рафинада, или конечный сироп I-го рафинада в зависимости от его цветности. При этом доброкачественность сиропов 0-го и I-го рафинада была соответственно 99,7 и 99,6%.

Произведенные расчеты продуктов сахарорафинадного производства подтверждают целесообразность этих мероприятий. Направление дополнительно обесцвеченных продуктовых сахаров на высшую ступень кристаллизации позволило уменьшить количества продуктовых утфелей и снизить потери сахара в мелассе и производстве, уменьшить расход топлива на получение сахара-рафинада.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ РАФИНАДНОГО УТФЕЛЯ В КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ С ОБДУВКОЙ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХОМ

Вторым путем снижения количества продуктовых утфелей может быть обдувка утфеля, находящегося в кристаллизаторе, горячим воздухом ($75-80^{\circ}\text{C}$), сопровождающаяся испарением части воды, получением более пересыщенного некристалльного раствора и кристаллизацией дополнительного количества сахара.

Это наше предположение основывается на современной теории кристаллизации, разработанной П.М.Силиным на основе исследований И.А.Кухаренко, Б.Г.Савинова, И.И.Андреева и дополненной работами И.Н.Каранова, О.Д.Курыленко, Ю.М.Жвирблинского,

В.Д.Попова, П.В.Головина, А.А. Герасименко, Г. Классена, Р.Хонига и др.

Обдувка холодным воздухом утфеля последнего продукта свекло-сахарного производства в процессе кристаллизации предложена П.М.Силиным и испытана в производственных условиях А.Т.Кожушко.

Наша лабораторная установка состояла из кристаллизатора, вмонтированного в термостат. Подачу горячего и отвод отработанного воздуха осуществляли вентиляционной установкой с калорифером. Исследование проводили с искусственными утфелями - раствор сахаров, насыщенный при 80°C (78,7% СВ), и кристаллы сахара в соотношении 1:1 - при одинаковых условиях в отношении температуры, скорости перемешивания и пр.

Раствор термостатировали 30 мин. при 80°C, кристаллы выдерживали при такой же температуре, после чего вынали в кристаллизатор.

Средний линейный размер кристаллов определяли микрофотографированием и подсчетом по методике ВНИИСП.

Для подсчета поверхности кристаллизации использовали формулу И.А. Кухаренко - $f = 4,12 \sqrt[3]{V\rho^2}$. Среднюю поверхность кристаллизации определяли по формуле, предложенной нами:

$$F_{cp} = \frac{1}{2} F \left[1 + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{S}{P}\right)^2} \right],$$

где F - начальная поверхность кристаллизации;
 S - масса выкристаллизовавшегося сахара;
 P - масса кристаллов в начале кристаллизации.

Исследуя утфель под микроскопом и фотографируя его, устанавливали отсутствие кристаллической муки, что дало основание принимать количество кристаллов в ходе опыта практически постоянным и вычислить поверхность, исходя из общего веса в тот или иной период кристаллизации.

Количество испарившейся воды определяли путем периодического (через 15 мин.) взвешивания мешалки с утфелем: $W = G_0 - G_n$, где G_0, G_n, G_k - соответственно масса утфеля (нетто) исходная, при промежуточном взвешивании и к концу опыта.

Результаты взвешивания утфеля позволяли вычислять количество выкристаллизовавшегося сахара по формуле: $S = W \cdot H_{80} \cdot t$, где H_{80} - растворимость сахара в воде при 80°C (3,7 г/г).

Скорость кристаллизации определяли по формуле: $C = \frac{S}{F \cdot t} \cdot \frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$

Исследованиями установлено возможность интенсификации процесса кристаллизации рафинадных утфелей за счет обдувания горячим воздухом его поверхности в кристаллизаторах. При этом скорость кристаллизации утфеля увеличивается по сравнению со скоростью кристаллизации в обычных условиях (без обдувки воздухом) при одной и той же продолжительности процесса более чем в два раза, выход кристаллического сахара также увеличился вдвое, а процентное содержание кристаллов в утфеле может быть доведено до 90% (рис. I). Однако утфель с содержанием кристаллов выше

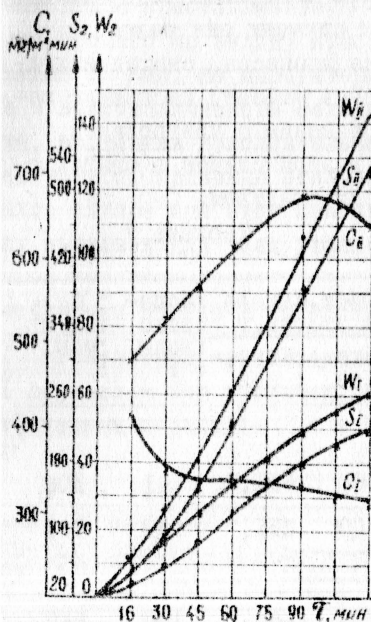


Рис. I. Изменение количества испаренной влаги, выкристаллизовавшегося сахара и скорости кристаллизации

I-контрольный; II-с обдувкой воздухом

70% отличается весьма большой вязкостью и не может быть подан на центрифуги. В связи с этим были проведены исследования с раскочкой утфеля насыщенным сахарным раствором. Каждые 15 мин. добавляли в кристаллизатор насыщенный при 80°C раствор, количество которого определяли по уравнению:

$$g = W(I + 3,7), \text{ г.}$$

где W - количество испарившейся влаги, г;

3,7 - растворимость сахарозы при 80°C.

Это дало возможность, увеличивая общее количество утфеля, поддерживать в нем содержание кристаллов на уровне, не препятствующем его фуговке.

Результаты опытов, проведенных с утфелем, начальное содержание кристаллов в котором составляло 50%, приведены в табл.7.

Как видно из данных табл.7, раскочка утфеля насыщенным сахарным раствором через 15 мин. (по мере испарения воды) не снижает скорость кристаллизации: в обоих случаях она равна 308 мг/м²·мин. Раскочка утфеля в начале процесса, снижая исходное содержание кристаллического сахара в утфеле, несколько замедляет скорость кристаллизации по сравнению с контрольной, однако, ее значение (560 мг/м²·мин) и в этом случае в опытах с обдувкой выше, чем в опытах без обдувки воздухом.

Таблица 7

Сери- и опы- тов	Условия опытов	К, % конеч- ное	Количество утфеля, г Исход- ное	Крист. сахара в утфеле, г Исход- ное	Испарено воды, г конеч- ное	С, мг/м ² мин.
---------------------------	-------------------	-----------------------	--	---	--------------------------------------	------------------------------

А. Без обдувки

1	Контрольный	68	1000	959	500	651,7	41	308
2	С раскочкой x^1	56	1000	1151	500	651,7	41	308

Б. С обдувкой

1	Контрольный	93	1500	1360	750	1268	140	640
2	С раскочкой x^2	63	1500	1890	750	1194	120	560

x^1 - каждые 15 мин.; x^2 - в начале процесса.

Экспериментально было также изучено влияние содержания кристаллов в утфеле (начальное его значение было 50,55,60% к массе утфеля) на скорость кристаллизации сахарозы. Установлено, что утфель при 50% кристаллов дал больший прирост массы. В два раза увеличивается также скорость кристаллизации и при обдувке утфеля горячим воздухом в течение 120 мин. при охлаждении массы от 80 до 70°C.

Дальнейшие исследования проводили в производственных условиях в кристаллизаторах емкости по 14 т с обдувкой и без обдувки поверхности утфеля горячим воздухом. Перемешивающее устройство - лопастное. Воздух подогревали до 80°C пропусканием его через пластинчатый калорифер, обдувку осуществляли вентилятором "Сирокко" 4". Из вакуум-кристаллизатора утфель разливали в два кристаллизатора - контрольный и опытный. Контролировали процесс по выходу кристаллического сахара, определяемому каждые 15 мин. на лабораторной центрифуге со взвешиванием оттека и кристаллического сахара. Так как фуговали без пробеливания, поставили дополнительные опыты с промывкой сахара на сыте центрифуги, применяя этиловый спирт, насыщенный сахарозой. Но выход сахара при этом изменялся незначительно, примерно в одних пределах для всех утфелей. Поэтому в последующих опытах выход кристаллического сахара определяли без учета поправки на вес пленки оттека и на влажность сахара.

Результаты производственных испытаний приведены в табл.8 (I вариант - без раскачек, II вариант - с раскачками утфеля 0-рафинадным сиропом).

Таблица 8

Серия:	Условия	:	К, %	:	F · 10 ³ , м ²	:	С/м ²	:	S
опы-	опытов	:		:		:	кг/м ²	:	кг
тов	:	:	Исход-:Конеч-	:	Исход-:Конеч-	:	мин.	:	
:	:	:	ное : ное	:	ное : ное	:		:	
:	:	:		:		:		:	
I вариант									
I	Контрольный		58,5 60,9		70,2 72,2		35,0		300
2	С обдувкой воз- духом		57,5 63,1		69,4 73,2		72,0		614

1 :	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8
II вариант													
I Контрольный	60,3		60,1	x	72,3		73,3		8,0		69,0		
2 С обдувкой воз- духом	59,4		60,9	x	71,2		72,7		35,2		304,0		

x К, % с учетом количества введенной раскочки.

В первом варианте опытов скорость кристаллизации при обдувке утфеля воздухом была в два раза больше, чем без нее.

Во втором варианте опытов скорость кристаллизации сахарозы также значительно выше в опытах с обдувкой утфеля воздухом. Следует, однако, отметить, что раскочки утфеля сиропом с СВ = 68,5% (коэффициент пересыщения при 80°C равен 0,6) существенно снижает значение скоростей кристаллизации и при неизменной длительности процесса приводит к уменьшению количества выкристаллизовавшегося сахара.

Технологические показатели рафинадного утфеля после дополнительной кристаллизации с обдувкой воздухом его поверхности не отличались от соответствующих показателей обычного способа кристаллизации — без обдувки воздухом.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ УТФЕЛЯ III ПРОДУКТА С ОБДУВКОЙ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХОМ

Аналогичные исследования были проведены по докристаллизации утфеля III продукта в лабораторных и заводских условиях.

Искусственный утфель готовили по методике П.М.Силина из оттека и желтого сахара утфеля III продукта в соотношении 6 : 4. Отбор оттека и желтого сахара проводили из заводского утфеля, небольшую часть которого фуговали сразу после спуска его в кристаллизатор. Продолжительность кристаллизации составляла 72 часа с понижением температуры утфеля до 40°C. Процесс контролировали по падению доброкачественности межкристального раствора и

содержанию кристаллического сахара. Определяли суммарную поверхность кристаллов, среднюю скорость кристаллизации и количество выкристаллизованного сахара. Полученные результаты показывают, что обдувка воздухом утфеля низкой доброкачественности приводит к значительному ускорению истощения межкристалльного раствора. Скорость кристаллизации и количество дополнительно выкристаллизованного за одно и то же время сахара возрастают почти вдвое, эффект истощения — более чем вдвое. Соответственно, более чем вдвое может быть сокращена длительность кристаллизации для достижения заданного истощения межкристалльного раствора (24 часа с обдувкой, вместо 72 час. без нее, при конечной Дб межкристалльного раствора примерно 70,5 ед.).

Одновременно с лабораторными проводили производственные испытания докристаллизации с охлаждением утфеля до 40°C в конце процесса. Обдувку утфеля III продукта осуществляли так же, как и для рафинадных утфелей. Исследования проводили параллельно: в одном кристаллизаторе — без обдувки воздухом (контроль), во втором кристаллизаторе — с обдувкой поверхности утфеля горячим воздухом. Это давало возможность вести процесс при близких технологических показателях утфеля и межкристалльного раствора. Контролировали также фракционный состав кристаллов утфеля при спуске и кристаллизации. Скорость кристаллизации сахара III продукта определяли по доброкачественности межкристалльного раствора, принимая, что концентрация несахаров на единицу воды в межкристалльном растворе в процессе кристаллизации не изменяется. В первом варианте исследований применяли раскочки утфеля водой по обычному технологическому режиму, то есть по мере потери им подвижности. Во втором варианте процесс вели с массивными раскочками по методу ВНИИСП — вводили всю водную раскочку сразу же после спуска утфеля в кристаллизатор. Количество воды для раскочки контрольного кристаллизатора составляло 1%, для кристаллизатора, обдуваемого горячим воздухом, — 3% к массе утфеля (применение большего количества раскочек уменьшало выход сахара). Результаты производственных испытаний приведены в табл. 9.

Таблица 9

Условия опы- тов	Эффект истощения	К, % к мас- се утфеля	F · 10, м ³	С, мг	S, кг
	межкри- стального раствора	Исход- ное	Конеч- ное	Исход- ное	Ко- неч- ное

I вариант

Без обдувки	6,0	31,8	43,4	139	171	2,50	1691
С обдувкой	10,2	31,0	50,6	136	185	3,85	2666

II вариант

Без обдувки	6,4	30,0	40,8	132	162	2,6	1659
С обдувкой	12,3	29,2	48,5	128	180	4,2	2815

Полученные данные подтвердили, что эффект истощения, выход кристаллического сахара, скорость кристаллизации и прирост массы кристаллов значительно выше при кристаллизации с обдувкой поверхности утфеля горячим воздухом как в I-ом, так и во II-ом вариантах.

На рис.2 показана динамика истощения межкристалльного раствора и рост содержания кристаллического сахара в процессе кристаллизации (лабораторные исследования - сплошные линии, II вариант производственных испытаний - штриховые).

Подтверждена полезность применения массированных водных раскачек утфеля III продукта в кристаллизаторах (II вариант), которые способствуют уменьшению вязкости межкристалльного раствора и утфеля. Кроме того, было установлено при этом улучшение показателей фуговки и качества желтого сахара. Анализ фракционного состава кристаллов показал, что применение водных раскачек способствует его улучшению в контрольных кристаллизаторах, размер кристалла вырос от 0,140 до 0,142 мм, а в кристаллизаторах с обильными водными раскачками и с обдувкой поверхности утфеля горячим воздухом от 0,130 до 0,160 мм. Сочетание водных раскачек с обдувкой поверхности утфеля горячим воздухом дает возможность одновременно улучшить (укрупнить) фракционный состав кристаллов и истощение межкристалльного раствора.

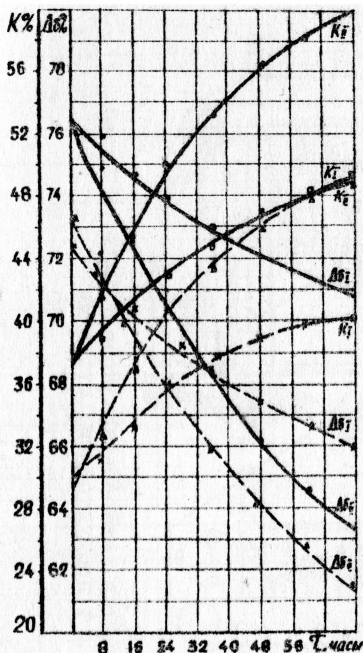


Рис. 2. Истощение межкристалльного раствора и рост содержания кристаллического сахара в процессе кристаллизации

I — контрольный;

П — с обдувкой воздухом

мероприятий для завода производительностью 400 т сахара-рафинада в сутки по неполным данным составит 30 тыс. руб. в год.

Применение обдувки поверхности утфеля воздухом позволило вдвое сократить время кристаллизации для достижения эффекта истощения до 66 ед. доброкачественности.

На основании проведенных лабораторных исследований и производственных испытаний рекомендуется технологическая схема сахарорафинадного завода с направлением дополнительно обесцвеченных растворов продуктовых сахаров на высшую ступень кристаллизации (рис. 3), а также обдувание утфелей горячим воздухом. Схема установки для обдувки утфеля горячим воздухом показана на рис. 4.

Экономическая эффективность от внедрения вышеуказанных

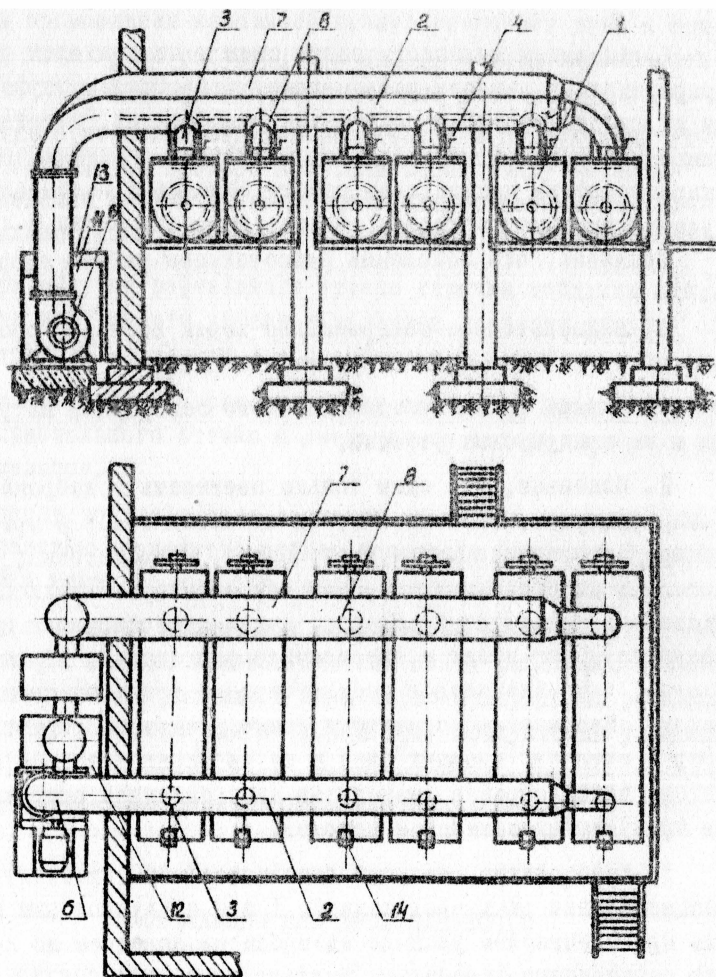


Рис. 4. Схема установки для обдувки утфеля горячим воздухом

1 - кристаллизатор; 2 - трубопровод; 3 - патрубки нагнет.; 4 - шибера; 5 - вентиляторы центроб.; 6 - трубопровод вытяжн.; 7 - патрубки вытяжн.; 8 - патрубки нагнет.; 9 - стальные листы; 10 - фильтр; 11 - калорифер; 12 - кондиционер.

ВЫВОДЫ

1. Анализом технологических схем и показателей работы сахарорафинадных заводов установлено, что основным путем улучшения их работы является разработка мероприятий, направленных на уменьшение количества продуктовых утфелей, являющихся основным технологическим показателем работы заводов и оказывающим существенное влияние на потери сахара, расход топлива и т.д.

Показано, что основными недостатками работы заводов являются:

- а) недостаточное совершенство точек возврата продуктовых сахаров к головным циклам кристаллизации;
- б) низкий выход кристаллического сахара как из рафинадных, так и из продуктовых утфелей.

2. Показано, что одни только цветность и доброкачественность, которые в настоящее время являются основой при направлении продуктов на совместную обработку, недостаточны; следует учитывать их происхождение, так как несахара, входящие в состав кристаллов продуктовых сахаров, лучше адсорбируются на активных гранулированных углях и обесцвечивающих смолах, чем несахара оттеков, что находится в соответствии с теоретическими предпосылками. Неодинаково относятся также растворы продуктовых сахаров и оттеков, имеющих одну и ту же окрашенность, к нагреванию. Поэтому целесообразна раздельная адсорбционная очистка растворов продуктовых сахаров и оттеков.

3. Установлено, что при дополнительном самостоятельном обесцвечивании растворов сахаров I и II продуктов они могут быть при одинаковом расходе адсорбентов доведены до кондиций 0-го рафинадного сиропа.

Сахар III продукта не может быть доведен до кондиций, позволяющих направить его на рафинадные сиропы без предварительного освобождения от низкокачественной пленки межкристалльного оттека.

4. Наилучшие результаты по обесцвечиванию продуктовых сахаров достигаются при комбинированной схеме очистки с после-

довательным применением активного гранулированного угля и анисонитов; при этом лучше используется адсорбционная способность угля и улучшаются условия работы анисонитов.

5. Обдувка горячим воздухом рафинадных и продуктовых утфелей интенсифицирует процесс кристаллизации ввиду дополнительного удаления из них влаги и способствует увеличению выхода кристаллического сахара.

6. При обдувке рафинадного утфеля горячим воздухом для поддержания подвижности утфеля в заданных пределах обдувку следует совмещать с раскачкой его насыщенным раствором.

7. При обдувке последнего утфеля снижается доброкачественность межкристалльного оттека и уменьшаются потери сахара в рафинадной мелассе.

8. Массированные водные раскачки в сочетании с обдувкой горячим воздухом последнего утфеля позволяют улучшить фракционный состав и качество желтого сахара последнего продукта.

9. На основании полученных результатов разработана и рекомендована уточненная технологическая схема рафинадного производства, позволяющая уменьшить количество продуктовых утфелей на 3,5% к весу рафинада или на 20% к весу продуктовых утфелей.

10. Теоретические расчеты продуктов и экономической эффективности подтверждают целесообразность предлагаемых ниже рекомендаций.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. На сахарорафинадных заводах, работающих по схеме с 0-м рафинадным утфелем, при переработке сахара-песка с цветностью до 1,2 ед. Шт. дополнительно обесцвеченные растворы сахаров I и II продуктов направлять на исходный сироп 0-го рафинада.

2. На сахарорафинадных заводах, работающих по схеме с 0-м рафинадным утфелем, при переработке сахара-песка с цветностью выше 1,2 ед. Шт. дополнительно обесцвеченный сахар I продукта

направлять на исходный сироп 0-го рафинада, а сахар II продукта - на сироп I-го рафинада.

3. На сахарорафинадных заводах, работающих по схеме с двумя рафинадными утфелями, дополнительно обезвеченные растворы сахаров I и II продуктов следует направлять на исходный сироп I-го рафинада.

4. Раскочку рафинадных утфелей следует проводить только насыщенными растворами той же доброкачественности.

5. Следует применять обдувку горячим воздухом рафинадных утфелей в сочетании с раскочкой насыщенными сиропами.

6. Следует применять обдувку утфели II продукта в сочетании с массивной водной раскочкой.

Основное содержание диссертации опубликовано
в статьях:

1. Применения гранулированных углей в сахарорафинадном производстве (в соавторстве с М.Б.Ирмолинским, И.Л. Зданович, Ф.П.Алексеевко), - "Сахарная промышленность", № 12, 1961.

2. Исследования по уменьшению количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве (в соавторстве с А.Л.Соколовой, И.Ф.Зеликманом). - "Сахарная промышленность" № 5, 1969.

3. Кристаллизация рафинадного утфели в мешалках с обдувкой воздухом (в соавторстве с А.Л.Соколовой, Ю.Д.Кот). - Известия Высших Учебных Заведений. "Пищевая технология", № 2, 1969.

4. Снижение количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве. Рекомендации по внедрению новой техники в сахарной промышленности (в соавторстве с Ю.Д.Кот, А.Л.Соколовой). ВНИИСП, 1969.

5. Некоторые замечания о значениях скорости кристаллизации в производственных и лабораторных условиях (в соавторстве с А.Л.Соколовой и Ю.Д.Кот). - "Сахарная промышленность", № 6, 1969.

6. Исследования по применению различных адсорбентов для уменьшения количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве. Ионный обмен и хроматографии, ВГУ, Воронеж, 1968.

7. Некоторые пути уменьшения количества продуктовых утфелей в сахарорафинадном производстве. Тезисы докладов конференции по итогам научно-исследовательских работ Краснодарского политехнического института, 1968.

Материалы работы обсуждены и одобрены на Ученом Совете ВНИИСП в 1968г., межвузовской научно-технической конференции по хроматографии, состоявшейся в Воронежском университете в 1968г., и на конференции по итогам научно-исследовательских работ Краснодарского политехнического института в 1968г.

Формат бумаги 60x90 1/16. Печатных листов 1,75. Заказ 1796

Тираж 200

Бесплатно

Ротапринт. ОММ ВНИИСПа. Киев-24. Энгельса-20.

