

теплопередачи увеличивается на 54—60 % и значительно (в 5—6 раз) снижается скорость накипеобразования. Относительная длина суперкаверн колеблется при этом в пределах  $t_k = l_k/d_k \approx 0,5-10$ .

Гидродинамическая кавитация только начинает внедряться в технологию, а простота, эффективность и универсальность СК-аппаратов открывают широкие возможности для интенсификации существующих и создания новых технологических процессов и позволяют предположить, что область их применения в ближайшее время значительно расширится.

#### Список использованной литературы

1. Немчин А. Ф. Опыт применения суперкавитирующих аппаратов в сахарной промышленности.— М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1986.— Серия 23.— Вып. 1.— С. 1—32.
2. Гидродинамические методы интенсификации процессов очистки диффузионного сока / А. Ф. Немчин, Ю. В. Аникеев, Р. Г. Жижина и др.— М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1984.— Серия 23.— Вып. 8.— С. 1—27.
3. Барабанов П. М., Немчин А. Ф., Новоселецкий В. Д. Промывание осадков на барабанном вакуум-фильтре с применением струйно-кавитационных распылителей // Сахарная промышленность.— 1986.— № 11.— С. 25—28.
4. Немчин А. Ф., Новоселецкий В. Д., Завадовская Э. Г. Перспективы кавитационной мойки свеклы / Сб.: Вопросы повышения эффективности сахарного производства.— Киев: ВНИИСП.— 1984.— С. 78—79.
5. Федоткин И. М., Немчин А. Ф. Использование кавитации в технологических процессах.— Киев: Внчш школа, 1984.— 68 с.
6. Пульсаторы / Под ред. С. М. Карначевой.— М.: Атомиздат, 1980.— 144 с.
7. Ивченко В. М. Элементы кавитационной технологии. / Сб.: Гидродинамика больших скоростей.— Красноярск: КрПИ, 1982.— С. 3—19.
8. Ивченко В. М. Гидродинамика многофазных жидкостей — кавитация.— Красноярск: КрПИ, 1980.— 81 с.
9. Немчин А. Ф., Немчина И. Е., Федоткин И. М. Математическая модель суперкавитационного смесителя / Сб.: Математическое моделирование и системный анализ технологических процессов.— Киев: Наукова думка, 1981.— С. 133—139.
10. Немчина И. Е. Гидродинамические характеристики суперкавитирующих статических смесителей / Сб.: Гидродинамика больших скоростей.— Красноярск: КрПИ, 1986.— С. 39—42.
11. Гузевский Л. Г. Влияние стенок на плоские и осесимметричные кавитационные течения / Сб.: Пристенные течения со свободными поверхностями.— Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1980.— С. 5—17.
12. Немчин А. Ф., Мачинский А. С. О кавитационном испарении и дегазации жидких сред / Сб.: Гидродинамика больших скоростей.— Красноярск: КрПИ, 1986.— С. 50—57.

УДК 664.126.1.038.3

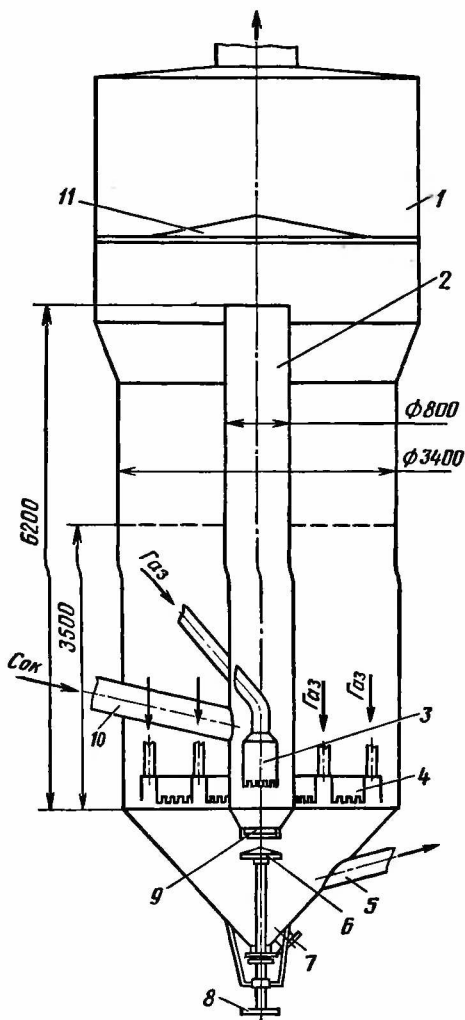
## ОПЫТ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ И ВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА I САТУРАЦИИ

Л. Г. БЕЛОСТОЦКИЙ, К. Д. СКОРИК  
ВНИИСП  
Л. И. ПАНКИН  
ПТП «Сахпромэнергоналадка»

В настоящее время на большинстве сахарных заводов в качестве типового аппарата I сатурации применяется противоточный решетчатый безбарботерный сатуратор с тангенциальным подводом газа. Он прост по конструкции, надежен в работе, позволяет получать сок с удовлетворяющими производством седиментационно-фильтрационными свойствами осадка. Однако многолетний опыт эксплуатации типовых аппаратов показал, что при наличии эффекта суммарной щелочности и низком ее значении в аппарате недостаточно полно используется адсорбционная емкость карбоната кальция, нельзя повысить эффект очистки сока и коэффициент утилизации диоксида углерода из сатурационного газа. Особенно эти недостатки выявились с ухудшением технологического качества свеклы механизированной уборки и увеличением мощности сахарных заводов (объема аппаратов). Практически увеличение объема сатураторов достигается главным образом за счет применения аппаратов с большим диаметром, поскольку высота слоя ограничивается напором газового компрессора. Все это приводит к снижению выхода сахара и его качества, а также к повышению расхода известняка и топлива для его обжига. В результате растет объем застойных зон и неравномерность распределения газа по сечению аппарата.

За последние годы предложено много различных вариантов аппаратурного оформления и способов ведения процесса I сатурации: секционирование, распределение сока с помощью форсунок или вращающихся дисков, новые конструкции газораспределительных устройств, воздействие пульсаций и вибраций, применение массообменных насадок различного профиля, сатурирование под давлением и др. С целью устранения отмеченных выше недостатков типового сатуратора предложена конструкция двухсекционного аппарата, испытанного на Слуцком и Лиепайском сахарных заводах. Особенностью данного технического решения является возможность модернизации типового аппарата в двухсекционный. Разработка конструкторской документации и модернизация типового аппарата по предложенному варианту выполнена ПТП «Сахпромэнергоналадка».

Двухсекционный сатуратор, как и типовый, имеет цилиндрический, расширенный



Двухсекционный сатуратор

в верхней части корпус 1 с коническим дном (см. рисунок). Соковое пространство разделено цилиндрической вставкой 2 на две секции: внутреннюю и наружную, каждая из которых снабжена барботерами 3 и 4. В нижней части внутренней секции имеется отверстие 9, закрываемое клапаном 6. Клапан 6 может перемещаться по вертикали с помощью штурвала 8, закрывая или открывая отверстие 9. В надсоковом пространстве расположен отражательный зонт 11. Аппарат имеет патрубки подвода и отвода сока 10 и 5, а также окончательного спуска 7.

Принцип работы двухсекционного сатуратора следующий<sup>1</sup>. Сок основной дефекации по патрубку 10 поступает в нижнюю часть внутренней секции, обрабатывается в проточке с газом и поднимается вверх. Частично отсатурированный сок со щелоч-

ностью 0,3—0,5 % СаО переливается в наружную секцию, где в противотоке с газом сатурруется до оптимальных значений рН и щелочности, а затем по патрубок 5 отводится из сатуратора. При закрытом клапане 6 во внутренней секции аппарата обеспечивается эффективная сорбция несахаров и диоксида углерода, так как образование более 50 % массы адсорбента — карбоната кальция — происходит при высоком значении рН и щелочности. Так, рН сока во внутренней секции снижается от начальной величины для дефекованного сока до 11,4—11,8.

Несмотря на большую высоту внутренней секции, гидростатическое давление соковой смеси в ней при работе аппарата ниже, чем в наружной. Поэтому при открытом отверстии 9 отсатурированный сок поступает во внутреннюю секцию, где смешивается с дефекованным соком и повторно обрабатывается сатурационным газом. Такая циркуляция сока внутри аппарата с одновременным протеканием реакции образования карбоната кальция способствует улучшению седиментационных и фильтровальных показателей осадка. Кроме того, при рециркуляции сока подачи газа во внутреннюю секцию не разрушаются агломераты осадка, как в случае использования внешнего контура рециркуляции с центробежным насосом. В данном варианте аппаратурного оформления процесса осадок образуется в более «мягком» гидродинамическом режиме. Объем циркулирующего сока регулируется в широких пределах клапаном 6. Благодаря внутренней циркуляции сока получены хорошо отстаивающиеся и фильтрующиеся осадки при переработке свеклы различного качества без возврата большого количества сока I сатурации на предварительную дефекацию, что обычно отрицательно сказывается на качестве очищенного сока.

При работе аппарата с открытым отверстием 9 общая продувка осуществляется через патрубок 7. Когда же сатуратор работает с закрытым отверстием 9, то сначала открывают клапан 6, песок из внутренней секции переходит сначала в наружную секцию, а затем выводится из аппарата через патрубок 7. Таким образом, при продувке внутренней секции исключается выход недосатурированного сока из аппарата.

На Слуцком сахарном заводе смонтирован и испытан двухсекционный сатуратор, а на Липайском сахарном заводе после модернизации схемы очистки в 1980 г. эксплуатируются два двухсекционных аппарата.

Данные испытаний двухсекционного и типового сатураторов приведены ниже.

Результаты испытаний показали, что двухсекционный сатуратор обеспечивает более высокие технологические показатели по сравнению с типовым.

<sup>1</sup> Панкин Л. И., Скорик К. Д. Сатуратор для свеклосахарного сока.— А. с. 931741 (СССР).— Оpubл. 30.05.82.— Бюлл., № 20.

	Двухсекционный	Типовой
Доброкачественность диффузионного сока, %	86,3	86,3
Сок I сатурации		
$F_k$ , с/см <sup>2</sup>	3,2	3,4
скорость осаждения, см/мин	3,4	3,3
Кoeffициент использования CO <sub>2</sub> , %	70,8	57,6
Сок II сатурации		
доброкачественность, %	90,2	89,4
эффект очистки, %	31,8	25,9
цветность, ед. оптической плотности	4,2	5,3
соли кальция, % CaO	0,364	0,546

Благодаря тому, что во внутренней секции, занимающей лишь  $\frac{1}{6}$  часть полезного объема, удается нейтрализовать более половины щелочности дефектованного сока, можно существенно уменьшить сечение сатуратора. Например, на Слуцком заводе вместо типового сатуратора диаметром 3,4 м использовали переоборудованный по двухсекционному типу аппарат диаметром 2,5 м. Особенно целесообразна модернизация сатуратора, если его производительность выше мощности завода. Это обусловлено тем, что при увеличении длительности сатурации значительно ухудшается качество очищенного сока. Экономический эффект от модернизации типового сатуратора по типу двухсекционного составляет 47 тыс. руб. для завода мощностью 3 тыс. т переработки свеклы в сутки.

На основании опыта работы двухсекционного сатуратора в промышленных условиях установлено, что аппарат обеспечивает более высокие технологические показатели очистки сока по сравнению с типовым. Модернизация типового сатуратора в двухсекционный достаточно проста, позволяет существенно повысить его производительность и наиболее эффективна, если его объем превышает нормативный.

УДК 664.1.004.12:532.7

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗЛОЖЕНИЕ И СКОРОСТЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ САХАРОЗЫ

З. И. БЕРЕГОВАЯ, Ю. Д. КОТ

Изучение свойств насыщенных и пересыщенных свеклосахарных растворов с Дб 60—100 % позволило уточнить значения температур минимальной вязкости этих растворов и установить смещение минимума вязкости с понижением доброкачественности в область пониженных температур.

Это даёт возможность понизить температуру уваривания утфелей II и III ступеней кристаллизации на 10—15 °С [1].

Взаимозависимость температур минимальной вязкости и максимальной скорости кристаллизации исследована ранее. Установлено, что температура максимальной скорости кристаллизации в растворах равной доброкачественности и пересыщения несколько выше температуры минимальной вязкости, однако с понижением доброкачественности она также смещается в область пониженных температур. Одновременно с этим результаты исследований скорости кристаллизации растворов доброкачественностью 60, 80, 100 % в зависимости от пересыщения и температуры позволили прийти к выводу о существовании точек максимальной скорости кристаллизации.

Из этого следует, что цикл уваривания утфеля в интервале температур минимальной вязкости и максимальной скорости кристаллизации не должен превышать цикл уваривания при высоких температурах. Вместе с тем увеличение полезной разницы температур в условиях низкотемпературного режима дает возможность сохранить достаточно высокий уровень испарительной способности поверхности теплообмена вакуум-аппарата.

Установлено, что при работе вакуум-аппаратов при низких температурах [1] уменьшается разложение сахарозы и инвертного сахара, а также снижается нарастание цветности межкристалльных растворов.

Исследованиями [2] определено, что снижение цветности растворов способствует улучшению их кристаллизационной способности. В связи с этим представляет интерес установить влияние уменьшения нарастания цветности растворов в результате снижения распада инвертного сахара в условиях низкотемпературного режима на кристаллизационную способность межкристалльного раствора.

Качество исследуемых растворов оценивали по изменению скорости кристаллизации растворов, предварительно нагреваемых при температуре 80—65 °С с интервалом 5 °С. При этом учитывали изменение коэффициентов насыщения растворов в результате накопления в них продуктов распада инвертного сахара и увеличения оптической плотности.

Растворы доброкачественностью 77,8 и 66,4 %, близкие к состоянию насыщения, термостатировали при указанных выше температурах. Для этого в металлические стаканы мешалки термостата помещали по 100 г раствора, выдерживали в течение 20 мин для установления температуры термостатирования и вводили в них по 30 г сахара с размером кристаллов 0,25—0,35 мм, предварительно подогретого до той же температуры. Растворы термостатировали по 12 ч с учетом того, что по пред-