УДК 664.1.03
doi.org/10.24411/2413-5518-2020-10901

Виды возвратов на предварительную дефекацию, их влияние на формирование осадка несахаров и эффективность очистки диффузионного сока

Р.С. РЕШЕТОВА, *д-р техн. наук (e-mail: reshetova.raisa@mail.ru)*, **О.Ю. БГАНЦЕВА**, *канд. техн. наук*,
М.А. ГАМАНЧЕНКО, *канд. техн. наук*
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Введение

Возможность облегчения фильтрации сока I сатурации при обработке диффузионного сока малым количеством извести первоначально была выявлена путём заводских наблюдений как иногда проявляющееся следствие стерилизации мерников диффузионного сока известковым молоком [1]. Обоснованная лабораторными исследованиями, такая обработка вошла во все схемы ИУО диффузионного сока в качестве самостоятельного этапа, предшествующего дефекации избытком извести и поэтому получившего название «предварительная дефекация» или «преддефекация».

Рациональные условия проведения преддефекации достаточно подробно описаны в учебной и технической литературе [1, 2]. Ниже охарактеризованы лишь основные положения.

Формирование фильтрационно-седиментационных свойств осадка

Преддефекация известью. Интенсивные исследования 1930-х гг. показали, что оптимальный расход извести на проведение преддефекации составляет 0,25–0,30 % CaO в зависимости от качества очищаемого сока. Максимум осаждения достигается при pH 10,8–11,2. Если дозировка недостаточная или превышающая, наблюдается неполнота осаждения, проявляющаяся в малой прозрачности отстоя и, следовательно, в недостаточной полноте осаждения несахаров. При плавном нарастании щёлочности формируется крупнозернистая структура осадка. Целесообразность плавного нарастания щёлочности на преддефекации для формирования крупнозернистого осадка определяется также специфическим поведением белка. Как амфотерное высокомолекулярное соединение белок в условиях нейтральной среды находится в свёрнутом состоянии, при котором положительные и отрицательные заряды взаимно нейтрализуют друг друга. Этот клубок при плавном нарастании щёлочности, т. е. медленном росте концентрации ионов гидроксила, начинает разворачиваться в линейную цепочку, достигая максимума при pH 8–9. Именно при этих значениях pH отрицательный заряд белковых молекул достигает максимума.

Все формирующие отрицательный заряд группы белков становятся доступными для взаимодействия с ионами кальция, что и происходит при последующем нарастании концентрации последних. Однако при развёрнутой линейной структуре белка двухзарядный ион кальция не может нейтрализовать более одного заряда – расстояние между отрицательными зарядами в молекуле белка куда больше, чем размеры иона кальция. Поэтому второй заряд иона кальция нейтрализуется отрицательным зарядом других молекул. Вряд ли это ионы низкомолекулярных кислот – они не могут удерживаться лишь одним зарядом. Скорее всего это тоже высокомолекулярные соединения – либо другая молекула белка, либо насыщенная карбоксильными группами молекула пектина. Связываясь друг с другом разными звеньями высокомолекулярных цепочек, они образуют достаточно рыхлый, но неразделимый белково-пектиновый комплекс, который и определяет фильтрационно-седиментационные свойства осадка.

Формирование структуры осадка заканчивается при достижении оптимального значения pH 10,8–11,2. Однако этот осадок совершенно не пригоден для его отделения осаждением и (или) фильтрацией. При данных значениях pH диссоциации подвергаются не только карбоксильные группы, но и оксигруппы пектинов, что является источником гидратации всех (не только поверхностных) ионизированных оксигрупп. Поэтому частицы осадка занимают несоразмерный с их массой объём, способный к сжатию. Так, объём сгущённой суспензии сока чисто известковой преддефекации достигает 40–50 % объёма сока. Осадок совершенно не поддаётся фильтрации под давлением, как это и свойственно сжимаемым осадкам.

Способность к фильтрации проявляется лишь после того, как преддефекованный сок, пройдя основную дефекацию, будет подвергнут I сатурации. Появляющийся на сатурации осадок карбоната кальция в количестве, более

чем вдвое превышающем абсолютную массу преддефекационного осадка, играет роль фильтрующего наполнителя. Однако совершенно очевидно, что на сатурации происходит ужесточение каркаса частиц осадка ВМС при одновременной их дегидратации.

Что касается осадка малорастворимых кальциевых солей многоосновных органических кислот, то нет никаких признаков того, что эти соли входят в состав высокомолекулярной белково-пектиновой части осадка. Можно полагать, что осадок этих солей формируется самостоятельно, образуя в условиях прогрессивной преддефекации более крупные кристаллы.

Чисто известковая прогрессивная преддефекация значительно облегчает отделение осадка сока I сатурации на фильтрах под давлением. Это обеспечило ей достаточно широкое распространение на сахарных заводах ещё в предвоенные годы, когда фильтр-прессы были, по существу, единственным видом оборудования для отделения осадка.

Преддефекация возвратом сока I сатурации. Восстановление и развитие разрушенной в ходе войны сахарной промышленности в условиях острого дефицита рабочей силы шло на новой технической основе. Фильтр-прессы с их тяжелейшими условиями ручного обслуживания заменялись на непрерывно действующие вакуум-фильтры, не требующие постоянного обслуживания. Однако вакуум-фильтры – громоздкое оборудование с малой поверхностью фильтрации (до 40 м^2), а движущая сила фильтрации не превышает половины атмосферного давления. Для отфильтровывания всей твёрдой фазы необходимо было предварительно сгустить эту фазу в малом объёме жидкой фазы. Сделать это можно либо в фильтрах-сгустителях, работающих под большим давлением, либо в гравитационных отстойниках. Последние более предпочтительны, так как не требуют ни постоянного обслуживания, ни затрат на фильтрующий холст, к тому же это непрерывно действующее оборудование. Но для их использования необходимо, чтобы сок обладал достаточно высокой скоростью осаждения своего осадка. Таким образом, перед преддефекацией ставилась ещё одна задача: сформировать структуру частиц осадка, обеспечивающую скорость осаждения, измеряемую сантиметрами в минуту. Чисто известковая прогрессивная преддефекация обеспечивала скорость осаждения, измеряемую лишь миллиметрами.

Решение было найдено в проведении преддефекации возвратом сока I сатурации. Необходимая для этого щёлочность обеспечивалась либо двухступенчатой I сатурацией с повышенной щёлочностью на первой ступени, откуда осуществляется возврат [3], либо добавлением в возвращаемый сок извести или дефекованного сока. К сожалению, наиболее широкое распространение получил возврат сока I сатурации, подщелоченного дефекованным, как наиболее простой в осуществлении. Тем не менее возврат соков или суспензий из последующих этапов очистки выполняет одну из основных задач преддефекации – обеспечивает скорость осаждения, необходимую для использования гравитационных отстойников с целью получения сгущённой суспензии осадка сока I сатурации.

Смысл ускоряющего воздействия возврата на осаждение достаточно ясен. Плотность частиц карбоната кальция составляет 2,7, тогда как плотность кальциевых соединений ВМС вряд ли превышает величину порядка 1,3–1,4. И если новообразующийся осадок ВМС так или иначе взаимодействует с частицами карбоната кальция возврата, обусловливая их совместное осаждение, то движущая сила процесса – разность плотностей осаждающихся частиц и жидкой фазы возрастает в несколько раз. Однако механизм взаимодействия частиц карбоната и осаждающихся несахаров ещё не вполне расшифрован.

Традиционным является толкование этого взаимодействия как следствие положительного заряда частиц карбоната кальция, благодаря чему отрицательно заряженные ВМС сначала группируются, а затем и выпадают в осадок вокруг этой частицы. Поскольку максимальный отрицательный заряд ВМС лежит в области pH 8–9, то рекомендуют (и осуществляют) возврат именно в зону с этими значениями pH и предусматривают возможность осуществления pH-паузы в этой зоне.

Возврат на преддефекацию 80–150 % сока I сатурации был включён в типовую схему очистки в 1950 г., причём увеличение объёмов аппаратуры на станции очистки не предусматривалось. Проведение основной дефекации в условиях возвратов ещё более усложняло процесс удаления несахаров из диффузионного сока.

При переработке некачественной, частично подпорченной свёклы проявляется столь же некачественное отстаивание сока I сатурации с размытой границей и мутным отстоем. Седиментационно-фильтрационные свойства осадка тоже существенно ухудшаются. В этом случае наиболее целесообразно введение флокулянтов, которые способны не только ускорить отстаивание, но и улучшить качество отстоя. Одно непременное условие – добавление флокулянтов в сок должно производиться непосредственно перед отстойниками, не допуская разрушающего воздействия рабочего колеса насоса на очень слабо связанные конгломераты осадка.

Возврат сгущённой суспензии осадка. Как можно понять из изложенного, единственным компонентом сока I сатурации, действительно повышающим скорость осаждения осадка преддефекованного и соответственно

сатурационного сока, является содержащийся в нём осадок карбоната кальция. При этом не имеет принципиального значения, что этот осадок в соке не является чистым, а покрыт слоем белков и пектинов, удерживаемых на поверхности частиц осадка в силу противоположности зарядов.

По данным ВНИИСПа [4], при расходе извести на очистку более 82 % к массе несахаров диффузионного сока осадок I сатурации заряжен положительно, а при расходе менее 80 % – отрицательно. Разумеется, при измерении у большой массы частиц речь может идти лишь о превалировании того или иного заряда. Это значит, что общий отрицательный заряд частиц не исключает наличия свободной положительно заряженной поверхности и наоборот. Поскольку возврат сока I сатурации улучшает осаждение несахаров независимо от количества извести, затраченной на очистку, то непосредственное взаимодействие между положительно заряженной поверхностью частиц карбоната и отрицательно заряженными молекулами ВМС не является превалирующим, а дополняется контактами через кальциевые мостики. Вместе с тем все остальные компоненты возвращаемого сока играют существенную отрицательную роль не только на преддефекации, но и на всей станции ИУО.

Жидкая фаза возврата увеличивает верстат станции очистки, что особенно отражается на эффективности основной дефекации и I сатурации. Уже это обстоятельство говорит о целесообразности перехода на возврат сгущённой суспензии осадка вместо сока. Но это не должно быть суспензией осадка сока I сатурации.

Наличие в этой суспензии осадка ВМС не очень сильно отражается на формировании седиментационных свойств осадка, но и не улучшает их. Но систематическое попадание осадка ВМС в условия высокой щёлочности основной дефекации приводит к их деструкции, что ухудшает качество очищенного сока и потому нежелателен в качестве компонента возвращаемой суспензии. Кроме того, возврат суспензии осадка I сатурации увеличивает нагрузку на отстойники, увеличивая их нагрузку по суспензии. Поэтому наиболее рациональным следует считать возврат суспензии сока II сатурации, осадок которого по существу является почти чистым карбонатом кальция. Разумеется, в этом случае II сатурацию следует проводить с добавкой извести. В действующей поныне типовой схеме очистки предусмотрена вторая дефекация перед II сатурацией с расходом извести 0,4 –0,5 % CaO. Этого достаточно для образования нужного для преддефекации количества карбоната кальция.

Авторы [5] попытались выразить математически влияние величины возвратов на качество обработки соков на дефекации и I сатурации. Они обозначили кратность возврата по отношению к соку, поступающему на дефекацию и принятому за единицу, через n. Тогда количество сока, поступающего в преддефекатор, составляет $1 + n$, а время пребывания в нём снизится до $\tau/(1 + n)$, где τ – время пребывания сока при работе без возвратов.

В расчёте приняты возвраты в отношении к диффузионному соку 1 : 1,5; 1 : 1; 1 : 0,8; 1 : 0,2; 1 : 0,1 и продолжительность основной дефекации 10 мин. Авторы считают, что в первом обороте на возврат идёт сок, уже прошедший однократную дефекацию, после дефекации это будет смесь соков одно- и двукратной дефекации. С каждым следующим оборотом кратность обработки будет возрастать, но в каждом из них останется постоянной доля сока, прошедшего лишь однократную дефекацию. Эта доля составляет величину $1/(1 + n)$ для свежего сока, количество которого принято за 1, но такая же доля приходится и на каждого из компонентов общего дефекованного сока. Эту долю обозначили через $a = 1/(1 + n)$.

Результаты их расчётов представлены в табл. 1.

Данные таблицы наглядно свидетельствуют о пользе количественного снижения возвратов и перехода на возврат суспензии осадка. Если возврат не превышает 10 %, то продолжительность основной дефекации поднимается до 9 минут, что при горячей дефекации можно считать вполне достаточным для достижения нужной термоустойчивости. Между тем 10 % – это не предел. При подаче извести на II сатурацию 0,5 % CaO содержание осадка карбоната кальция составит 1 %, а в 10 % сока это составит лишь 100 г/л, в то время как вполне реально достижение содержания 200 г/л. Тогда количество суспензии для возврата на преддефекацию составит лишь 5 % и схема очистки превратится практически в прямоточную.

Следует однозначно отметить, что возвращаемая на преддефекацию суспензия не должна быть суспензией осадка сока I сатурации – воздействие на осадок ВМС высокой щёлочности основной дефекации почти 10 минут первой и около 20 минут повторной кратности может подвергнуть этот осадок значительной деструкции и заметно снизить качество очищенного сока. Практика работы некоторых заводов это подтверждает.

Для проверки вышесказанного нами в заводской лаборатории на производственных соках было исследовано влияние возвратов на качество очищенного сока. За основу были приняты вышеприведённые математические расчёты.

Диффузионный сок, полученный в производственных условиях с чистотой 88,7 %, разделяли на 5 частей для проведения очистки с разными видами возврата на преддефекацию. С целью получения объективных результатов использовали диффузионный сок, сок и суспензию I сатурации, суспензию II сатурации, взятые в одно время.

Все порции диффузионного сока очищали по классической схеме: преддефекация → основная дефекация → I сатурация → отделение осадка → II сатурация → отделение осадка.

Первую порцию сока очищали без возвратов на преддефекацию. При очистке последующих порций возвращали на преддефекацию к массе диффузионного сока 100 % нефильтрованного сока I сатурации; 50 % нефильтрованного сока I сатурации; 30 % суспензии осадка сока I сатурации; 10 % суспензии сока II сатурации. Исследования полностью повторяли производственный процесс. Чистота очищенного сока без возвратов составила 92 %. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Полученные результаты наглядно показывают, что при возврате 100 % нефильтрованного сока I сатурации к массе диффузионного сока, поступающего на преддефекацию при первом обороте очищенного сока, чистота несколько повышается по сравнению с чистотой сока, очищенного без возвратов на преддефекацию. Это обусловлено добавлением в диффузионный сок уже практически очищенного сока после I сатурации. При втором и последующих оборотах нефильтрованного сока I сатурации на преддефекацию чистота очищенного сока снижается, а при десятом обороте составляет уже на 1,4 % меньше, чем при очистке без возвратов. Это можно объяснить тем, что при многократном возвращении нефильтрованного сока I сатурации он много раз подвергается воздействию высокой щёлочности и температуры, что способствует разложению сахарозы с образованием редуцирующих сахаров. Результаты анализов показывают, что с увеличением оборотов увеличивается и содержание редуцирующих сахаров в очищенном соке. Кроме этого, в диффузионный сок возвращаются неудалённые растворимые азотистые соединения, которых всё

***Таблица 1**. Основные показатели работы дефекации при разных значениях возврата сока I сатурации и суспензии осадка*

Наименование	*i*, кратность дефекационной обработки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Возврат 150 %; $n = 1{,}50$; $a = 1/(1 + 1{,}5) = 0{,}40$; $\tau' = 10/(1 + 1{,}5) = 0{,}4$										
Доля сока $i \cdot \tau'$, мин	0,400 4	0,240 8	0,144 12	0,086 16	0,052 20	0,031 24	0,019 28	0,011 32	0,007 |36	0,004 40
Возврат 100 %; $n = 1{,}0$; $a = 1/(1 + 1) = 0{,}50$; $\tau' = 10/(1 + 1) = 5$										
Доля сока $i \cdot \tau'$, мин	0,500 5	0,250 10	0,125 15	0,063 20	0,031 25	0,016 30	0,008 35	0,004 40	0,002 45	0,001 50
Возврат 80 %; $n = 0{,}8$; $a = 1/(1 + 0{,}8) = 0{,}556$; $\tau' = 10/(1 + 0{,}8) = 5{,}56$										
Доля сока $i \cdot \tau'$, мин	0,556 5,1	0,247 11,1	0,110 16,7	0,049 22,2	0,022 27,8	0,010 33,3	0,004 38,9	0,002 44,4	0,001 50,0	– –
Возврат 20 %; $n = 0{,}20$; $a = 1/(1 + 0{,}2) = 0{,}833$; $\tau' = 8{,}33$										
Доля сока $i \cdot \tau'$, мин	0,833 8,33	0,139 16,7	0,023 25,0	0,004 33,3	0,001 41,7	– –	– –	– –	– –	– –
Возврат 10 %; $n = 0{,}10$; $a = 1/(1 + 0{,}1) = 0{,}909$; $\tau' = 9{,}09$										
Доля сока $i \cdot \tau'$, мин	0,909 9,1	0,083 18,2	0,001 27,3	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –

***Таблица 2**. Влияние возвратов на преддефекацию на качество очищенного сока*

Наименование показателей	Количество оборотов возвращаемых продуктов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Возврат 100 % нефильтрованного сока I сатурации										
Чистота, %	92,8	92,7	92,5	92,2	91,8	91,4	91,2	91,1	90,8	90,6
РС, % по массе сока	0,023	0,023	0,025	0,026	0,026	0,027	0,029	0,030	0,030	0,031
Са-соли, % CaO по массе сока	0,035	0,035	0,037	0,039	0,042	0,044	0,045	0,051	0,055	0,059
Возврат 50 % нефильтрованного сока I сатурации										
Чистота, %	92,3	92,2	92,05	91,9	91,6	91,5	91,5	91,3	91,1	90,8
РС, % по массе сока	0,021	0,021	0,021	0,023	0,023	0,025	0,026	0,026	0,027	0,027
Са-соли, % CaO по массе сока	0,030	0,030	0,030	0,035	0,036	0,038	0,039	0,040	0,040	0,042
Возврат 30 % суспензии осадка I сатурации										
Чистота, %	92,1	92,1	92,0	92,0	91,9	91,7	91,65	91,6	91,55	91,4
РС, % по массе сока	0,020	0,020	0,020	0,020	0,021	0,021	0,021	0,023	0,023	0,024
Са-соли, % CaO по массе сока	0,028	0,029	0,029	0,031	0,033	0,033	0,035	0,036	0,038	0,038
Возврат 10 % суспензии осадка II сатурации										
Чистота, %	92,1	92,0	92,0	91,95	91,95	91,95	91,9	91,9	91,9	91,9
РС, % по массе сока	0,019	0,020	0,020	0,020	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
Са-соли, % CaO по массе сока	0,020	0,020	0,021	0,022	0,024	0,024	0,0242	0,0245	0,0245	0,0245

больше накапливается с увеличением оборотов в соке I сатурации.

С каждым оборотом сока I сатурации на преддефекацию увеличивается и содержание солей кальция в очищенном соке. Вероятнее всего, это происходит потому, что на основной дефекации и при механическом воздействии насосов частично разрушается осадок белково-пектинового комплекса, так как происходит его деструкция. Несомненно, осадок высокомолекулярных соединений нежелателен в качестве компонента возвращаемой суспензии, так как частички разрушенного белково-пектинового комплекса связываются на преддефекации с однозарядным гидроксикальцием ($CaOH^+$), образуя растворимые соли кальция.

При возврате 50 % нефильтрованного сока на преддефекацию качественные показатели очищенного повышаются, однако и в этом случае отрицательное многократное воздействие высокой температуры и щёлочности имеет своё последствие – это и чистота на 1,2 % ниже, чем при очистке без возвратов, и повышенное содержание редуцирующих сахаров и солей кальция. Более высокие показатели качества очищенного сока – при возврате суспензии осадка сока I сатурации. Однако в этом случае присутствует один отрицательный момент: возвращение в диффузионный сок уже осаждённых несахаров, которые при механическом воздействии лопастей насосов частично разрушаются и ухудшают качество преддефекованного и последующих соков. Не всегда этот возврат положительно влияет и на формирование седиментационно-фильтрационных свойств осадка преддефекованного сока, особенно если перерабатывается свёкла низкого технологического качества или подпорченная.

При возврате на преддефекацию суспензии осадка сока II сатурации получены более высокие показатели качества очищенного сока.

Однако возврат суспензии осадка сока II сатурации в исходном состоянии, как показывает опыт, оказывается малоэффективным. Дело в том, что при оптимальной щёлочности сока II сатурации pH 9,0–9,5 частицы осадка имеют чаще всего отрицательный заряд, и лишь в отсутствие натуральной щёлочности слабоположительный [6]. Поэтому условий для непосредственного разнозарядного контакта между частицами осадка и молекулами ВМС нет. А в зоне подачи суспензии либо в диффузионный сок (первая секция преддефекатора), либо в зону pH-паузы (pH 8–9) отсутствуют свободные ионы кальция, которые могли бы стать связующими мостиками: в диффузионном соке их просто нет, а при повышении щёлочности до значений pH 9–10 все ионы кальция затрачиваются на реакции осаждения малорастворимых солей кальция. Поэтому вполне обоснованно предложение активизировать суспензию, например известковым молоком, затрачиваемым на преддефекацию (Вуков). В этом случае положительный заряд частиц осадка безусловно максимален.

Однако возвращаются не просто частицы, а их суспензия с повышенной при активации щёлочностью. В этом случае возврат в зону с pH 8–9 теряет смысл, так как добавка щелочной суспензии повысит pH в этой зоне с соответствующим осаждением ВМС раньше, чем они сгруппируются вокруг частиц. Нечто подобное, но с худшим результатом происходит и при смешивании активированной суспензии непосредственно с диффузионным соком [7]. Активация суспензии всей известью, т. е. смешивание её непосредственно с молоком, подаваемым на преддефекацию, и последующее распределение по зонам также не даёт каких-либо преимуществ в сравнении с возвратом неактивированной суспензии [7].

Наилучшая активация суспензии осадка II сатурации, видимо, будет в том случае, если pH активированной суспензии не будет превышать 11, т. е. значения pH I сатурации. Это возможно, если активация проводится, например, преддефекованным соком [8]. Известковая щёлочность активизированной этим способом суспензии (её жидкой фазы) настолько мала, что не может сколь-нибудь существенно изменить pH в зоне подачи, а может быть сдвинута на одну-две зоны вперёд, и тогда концентрирование молекул ВМС вокруг частиц осадка суспензии и последующее их осаждение на частицах пройдёт полноценно.

Преимущество активации суспензии преддефекованным соком состоит в том, что, кроме опасности перещелачивания, ликвидируется также опасность чрезмерного разбавления, так как увеличение количества сока за счёт рециркуляции преддефекованного сока проявляется только на преддефекации, где это не имеет существенного значения, но не отражается на потоке сока последующих этапов. Необходимо, однако, следить, чтобы преддефекованный сок не перещелачивался, чем грешат многие технологи. Щёлочность не должна превышать 0,1 % CaO, либо, в крайнем случае, отвод сока на активацию суспензии производился не из последней, а из предшествующей секции преддефекатора.

Активация суспензии осадка сока II сатурации может проводиться и другим способом, а именно её карбонизацией сатурационным газом до значений pH ниже 8,0, желательно ближе к 7. Способ основан на том, что появляющийся при карбонизации сока осадком до значений pH ниже оптимальных для II сатурации растворимый бикарбонат кальция является источником двухзарядных ионов кальция, которые повышают положительный заряд частиц карбоната кальция тем больше, чем

***Таблица 3**. Зависимость расхода извести от возврата сока на преддефекацию*

Расход извести на ИУО без возвратов, % CaO	Расход извести на всё количество сока при разных количествах возврата, % CaO				% роста расхода извести Qв, по отношению к схеме без возвратов			
	100 % сока I сатурации	50 % сока I сатурации	30 % суспензии сока I сатурации	10 % суспензии сока II сатурации	100 % сока I сатурации	50 % сока I сатурации	30 % суспензии сока I сатурации	10 % суспензии сока II сатурации
1,0	1,12	1,06	1,035	1,02	12,0	6,0	3,5	2,0
1,5	1,72	1,62	1,56	1,52	14,6	8,0	4,0	2,1
2,0	2,39	2,19	2,10	2,06	19,5	9,5	5,0	3,0
2,5	3,27	3,10	3,02	2,59	30,0	23,9	20,8	3,6
3,0	4,10	3,85	3,73	3,12	36,7	28,3	24,3	4,0

глубже пересатурирование [6]. Активизированная глубоким пересатурированием (которое вернее назвать бикарбонизацией) суспензия может возвращаться как в зону pH-паузы, так и непосредственно на смешивание с диффузионным соком перед преддефекацией.

Лабораторные опыты очистки с активацией суспензии всем количеством извести, затрачиваемой на преддефекацию, и бикарбонизацией до pH 8,0; 7,7 и 7,5 показали явное преимущество активации бикарбонизацией по всем показателям седиментационно-фильтрационных свойств (скорости отстаивания, фильтрационному коэффициенту и объёму суспензии осадка) как преддефекованного, так и сока I сатурации, увеличивающееся с глубиной бикарбонизации. Обнаружено также повышение доброкачественности очищенного сока более чем на 1 [7].

Возвраты на преддефкацию увеличивают и расход извести на известково-углекислотную очистку. Расчёты, представленные в табл. 3, показывают, на сколько повышается расход извести при разных возвратах по отношению к очистке без возвратов. Как видим, любой возврат ведёт за собой увеличение расхода извести тем большее, чем больше возврат, чтобы удержать эффект адсорбционной очистки таким же, как в прямоточной схеме без возвратов. Этот рост приводит к увеличению расхода известнякового камня и угля на его обжиг.

Заключение

Предварительная обработка диффузионного сока имеет своей целью достижение максимальной полноты осаждения несахаров в виде малорастворимых соединений и солей кальция и формирование структуры осадка, обеспечивающей отделение осадка (после сатурации) с использованием вакуум-фильтрационных установок.

Проведение прогрессивной преддефекации с возвратом активированной суспензии осадка сока II сатурации следует считать достаточно совершенным с точки зрения обеспечения высоких скоростей осаждения и фильтрации, чистоты очищенного сока, минимального расхода извести на очистку.

Список литературы

1. *Силин, П.М.* Технология сахара / П.М. Силин. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 624 с.

2. *Сапронов А.Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М. : Колос,1998. – 495 с.

3. *Япаскурт, В.В.* Новое в технологии производства сахара / В.В. Япаскурт // Сахарная промышленность. – 1961. – № 4. – С. 13–19.

4. *Захаров, К.П.* К вопросам теории и практики известково-углекислотной очистки диффузионного сока / К.П. Захаров, В.З. Семененко, Р.Г. Жижина // Лёгкая и пищевая промышленность. – М., 1983. – С. 28–37.

5. *Решетова, Р.С.* Возврат сока I сатурации и расход извести на очистку / Р.С. Решетова // Сахарная промышленность. – 1998. – № 2. – С. 10–12.

6. *Хомичак, Л.М.* Электрохимические характеристики осадка карбоната кальция при сатурировании / Л.М. Хомичак, Р.С. Решетова, М.И. Даишев // Изв. вузов. – Пищевая технология. – 1985. – № 1. – С. 31–33.

7. *Даишев, М.И.* Активация осадка карбоната кальция при возврате на преддефекацию / М.И. Даишев [и др.] // Сахарная промышленность. – 1994. – № 4. – С. 17–18.

8. *Решетова, Р.С.* Активирование суспензии осадка сока II сатурации преддефекованным соком / Р.С. Решетова, Н.М. Даишева, М.А. Гаманченко // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 1. – С. 88–89.

Аннотация. В статье приведён анализ влияния способов проведения предварительной дефекации на качество очищенного сока и формирование седиментационно-фильтрационных свойств осадков несахаров. Подробно рассмотрены разные виды возвратов на предварительную дефекацию: нефильтрованный сок I сатурации, суспензия осадка сока I сатурации, суспензия осадка сока II сатурации. Обосновано положительное и отрицательное влияние каждого из возвратов на эффективность известково-углекислотной очистки диффузионного сока. Приведены расчёты и результаты исследований, подтверждающие объективность сделанных выводов. Даны рекомендации по повышению эффективности предварительной дефекации.

Ключевые слова: диффузионный сок, предварительная дефекация, дефекация, известковое молоко, высокомолекулярные вещёства, сатурация, суспензия осадка несахаров, возвраты на преддефекацию, активация осадка, чистота сока, редуцирующие сахара, соли кальция.

Summary. The article analyzes the influence of methods of preliminary defecation on the quality of purified juice and the formation of sedimentation and filtration properties of non-sugar sediments. Various types of returns for preliminary defecation are considered in detail: unfiltered juice of I saturation, suspension of juice sediment of I saturation, suspension of juice sediment of II saturation. The positive and negative influence of each of the returns on the efficiency of lime-carbon dioxide purification of diffusion juice is substantiated. Calculations and research results are presented, confirming the objectivity of the conclusions. Recommendations are given to improve the efficiency of preliminary defecation.

Keywords: diffusion juice, preliminary defecation, defecation, milk of lime, high-molecular substances, saturation, suspension of non-sugar sediment, returns to pre-deflation, sediment activation, juice purity, reducing sugars, calcium salts.