

Профессор Н.Г. Кульнева, аспирант М.В. Журавлев,
соискатель О.Г. Пихунова, студент К.А. Пармонова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технология броидильных и сахаристых
производств тел. (473) 255-07-51

Обоснование схемы с отделением осадка несахаров до основной очистки в свеклосахарном производстве

На основе исследования структуры дефекационно-карбонизированных осадков обоснована целесообразность отделения осадка несахаров перед основной дефекацией, определены оптимальные параметры процесса.

Based on studies of the structure of defecation-carbonated precipitation proved the feasibility of separating a liquid non-sugars before the main defecation, the optimal process parameters are identified.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, отделение преддефекованного осадка, дисперсность суспензий, глубокая карбонизация.

Большую роль в технологической схеме очистки диффузионного сока свеклосахарного производства играет предварительная дефекация, целью которой является осаждение несахаров и формирование структуры осадка с необходимыми свойствами.

Особенно возрастает значение предварительной дефекации и других способов обработки диффузионного сока при отделении осадка несахаров до основной дефекации. Отделение осадка после предварительной дефекации в связи с его неустойчивостью в условиях высокой щелочности и температуры основной дефекации является одним из актуальных направлений повышения эффективности очистки диффузионного сока известью и карбонатом кальция.

Предлагаемая схема отличается от типовой схемы тем, что после проведения преддефекации для улучшения фильтрационно-седиментационных свойств осадка проводится предварительная сатурация сока и его отделение. Отделение осадка преддефекованного сока даёт возможность использовать карбонат кальция для адсорбционной очистки сока лишь от тех несахаров, которые не осаждаются на преддефекации. Удаление преддефекационно-карбонизированного осадка позволяет экономить известь на стадии основной дефекации (до 0,5 % CaO к массе сока) и дефекации перед II сатурацией при её исключении.

Задачами исследования были: изучение структуры осадков при различных способах начального этапа очистки диффузионного сока, определение оптимального количества возвращаемой суспензии сока I сатурации и рационального расхода извести на основной дефекации.

Для выбора оптимального способа предварительной обработки диффузионного сока проводили теплую преддефекацию при температуре 50-55 °С в течение 15 мин с добавлением различного количества нефильтрованного сока I сатурации (50 и 100 %). В полученный сок вводили известковое молоко до pH 11,2 и далее обрабатывали по различным схемам. Типовая схема 1 ограничивалась проведением прогрессивной предварительной дефекации с введением возврата и известкового молока. Схема 2 с частичной карбонизацией предусматривала обработку преддефекованного сока диоксидом углерода до pH 10,5. По схеме 3 с глубокой карбонизацией преддефекованный сок сатурировали до pH 8,0-9,0, добавляли 0,3 % оксида кальция и карбонизировали до pH 11,0. Полученный по схемам 2 и 3 сок фильтровали.

Преддефекованный сок по типовой схеме и фильтраты по схемам 2 и 3 подвергали тепло-горячей основной дефекации добавлением 2 % оксида кальция, I сатурации, фильтрованию, дефекации перед II сатурацией, II сатурации и отделению осадка.

Анализу подвергали преддефекованный сок после предварительной обработки и очищенный сок. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Качественные показатели очищенного сока, полученного при различных способах предварительной обработки

Показатель	Способ предварительной обработки		
	Типовая схема	Способ с глубокой карбонизацией	Способ с частичной карбонизацией
Чистота, %	87,1	88,9	88,5
Цветность, ед.опт.пл.	108,1	78,3	86,9
Массовая доля белков, мг/см ³	3,1	1,9	2,6
Массовая доля солей кальция, % CaO	0,025	0,017	0,02

Примечание: Чистота диффузионного сока 79,8 %

Экспериментально установлено, что при переработке долго хранившейся свеклы с низкой чистотой диффузионного сока предварительная обработка преддефекованного сока обеспечивает повышение эффективности удаления различных групп несахаров и увеличение чистоты очищенного сока [1].

Процессы, протекающие в условиях извлекско-углекислотной очистки диффузионного сока, отражаются на структуре осадков. Установлено, что седиментационные и фильтрационные свойства сока I сатурации в значительной степени зависят от качества перерабатываемой свеклы, т. е. качественного и количественного состава высокополимеров и других несахаров диффузионного сока, способа преддефекации и, в меньшей степени, от способа сатурации.

Предложен механизм образования агрегатов, состоящих из частиц коагулята высокополимеров и частиц CaCO_3 , связанных через ионы Ca^{2+} , позволяющий объяснить структуру преддефекованного и сатурационного осадков, их седиментационные и фильтрационные свойства.

При выяснении структуры агрегатов преддефекованного осадка исходили из того, что коагулят белков и пектиновых веществ с известью имеет отрицательный заряд. Размер частиц этого коагулята зависит от количества и способа добавления извести, pH и температуры, т.е. способа преддефекации.

Отрицательный заряд частиц коагулята диффузионного сока обусловлен наличием карбоксильных групп в молекулах белков и пектиновых веществ. Указанные выше высокополимеры дают с кальцием, как известно, плохо растворимые соединения. Объединение их в агрегаты можно объяснить образованием связи между карбоксильными группами отдельных частиц коагулята через ион Ca^{2+} . Предполагая такой механизм образования агрегатов, установили, что фильтрационные свойства осадка, состоящего из таких агрегатов, тем лучше, чем больше крупных частиц коагулята, соединенных в агрегат.

Образующиеся при сатурировании частицы CaCO_3 имеют положительный заряд и за счет электростатических сил будут взаимодействовать с отрицательно заряженными частицами преддефекованного осадка, образуя более крупные агрегаты. Такое взаимодействие связано с вытеснением гидратной воды с поверхности частицы CaCO_3 , т.е. происходит дегидратация, вследствие чего повышается гидрофобность.

При этом некоторая доля дегидратированных частиц CaCO_3 находится главным образом внутри агрегатов и способствует увеличению их жесткости и повышению относительной плотности, а тем самым улучшению седиментационных и фильтрационных свойств осадка. Подтверждением именно такой структуры агрегатов осадка сока I сатурации является отрицательная величина их электрокинетического потенциала. Если предположить, что при сатурации не происходит образования агрегатов, а только наблюдается наращивание кристаллов карбоната кальция на готовых центрах, как это иногда считают, то при многократном возврате сатурационного осадка получились бы частицы различных размеров, что привело бы к резкому ухудшению фильтрования.

Таким образом, предполагаемый механизм образования агрегатов на преддефекации и сатурации позволяет объяснить влияние различных факторов на структуру осадка, его седиментационные и фильтрационные свойства, наметить пути их улучшения.

Определяли дисперсность преддефекованных соков, обработанных по 2 схемам: с частичной карбонизацией преддефекованного сока до pH 10,5 и с глубокой карбонизацией (пересатурацией) преддефекованного сока до pH 8,5, добавлением 0,3 % CaO и карбонизацией до pH 11,0. Результаты исследования показаны на рисунках 1-2, в таблицах 2-3.

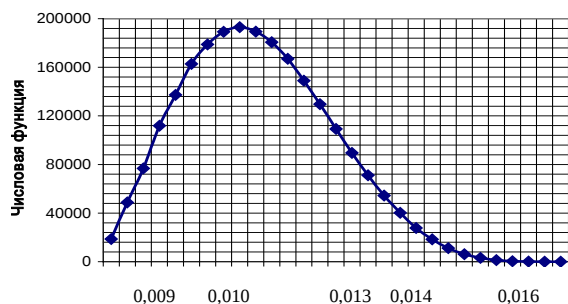


Рисунок 1 - Дисперсность преддефекованного сока по схеме с частичной карбонизацией сока после преддефекации

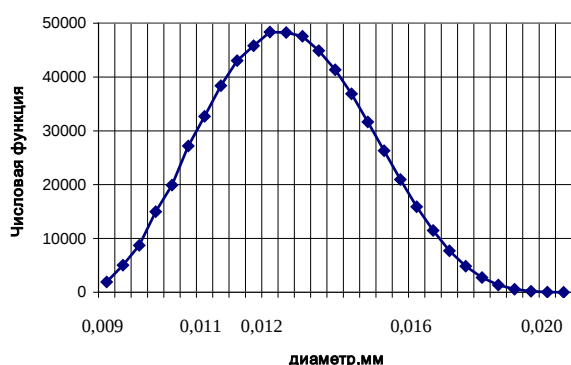


Рисунок 2 - Дисперсность преддефекованного сока по схеме с глубокой карбонизацией сока после преддефекации

Экспериментально установлено, что суммарное количество частиц больше в соке, обработанном по схеме с частичной карбонизацией, но диаметр частиц больше в соке, полученном по схеме с глубокой пересатурацией.

Т а б л и ц а 2

Фильтрационно-седиментационные показатели преддефекованного сока в зависимости от способа обработки

Показатель	Способ начальной обработки сока	
	С глубокой пересатурацией преддефекованного сока	С частичной карбонизацией преддефекованного сока
Фильтрационный коэффициент, $\text{см}^3/\text{с}$	3,2	7,9
Скорость седиментации S_5 , $\text{см}/\text{мин}$	1,1	0,6
Высота слоя осадка h_{25} , см^3	1,5	3

Более высокие фильтрационно-седиментационные и качественные показатели преддефекованного сока достигаются в способе с глубокой карбонизацией сока после преддефекации.

Т а б л и ц а 3

Качественные показатели преддефекованного сока после отделения осадка

Показатель	Способ предварительной обработки диффузионного сока	
	С глубокой пересатурацией преддефекованного сока	С частичной карбонизацией преддефекованного сока
Цветность, единиц оптической плотности	90,5	89,7
Массовая доля солей кальция, % CaO	0,027	0,049

При проведении предварительной дефекации использовали 100 % сока I сатурации к массе диффузионного сока. Результаты оценки дисперсности суспензий и качественных характеристик преддефекованного сока представлены на рисунках 3-4 и в таблице 4.

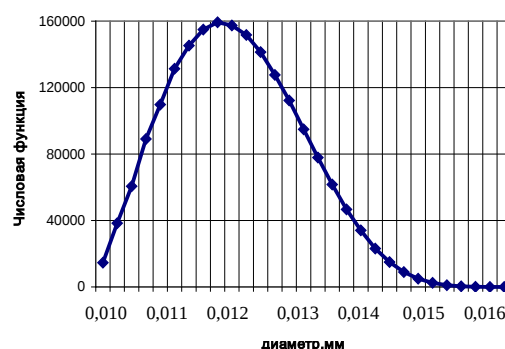


Рисунок 3 - Дисперсность преддефекосатурированного сока по способу с глубокой карбонизацией

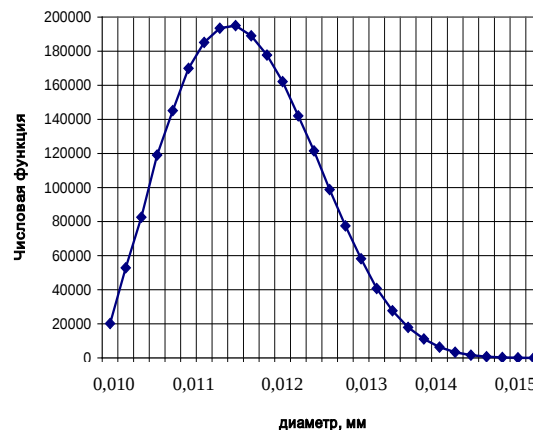


Рисунок 4 - Дисперсность преддефекованного сока, полученного по схеме с частичной карбонизацией

При использовании 100 % суспензии сока I сатурации выявлена такая же закономерность в дисперсности суспензий, что и при возврате 50 % нефильтрованного сока I сатурации.

Т а б л и ц а 4

Фильтрационные и седиментационные показатели преддефектованного сока

Показатель	Способ предварительной обработки диффузионного сока	
	С глубокой пересатурацией преддефектованного сока	с частичной карбонизацией преддефектованного сока
Фильтрационный коэффициент, $\text{см}^3/\text{с}$	6	20
Скорость седиментации S_5 , $\text{см}/\text{мин}$	1,5	0,9
Высота слоя осадка h_{25} , %	12,5	20

Установлено, что количество суспензии карбоната кальция, возвращаемой на предварительную дефекацию в качестве центров коагуляции высокомолекулярных несахаров, оказывает влияние на структуру осадка: при введении 50 % возврата повышается однородность осадка при способе с пересатурацией. Добавление 100 % суспензии карбоната кальция способствует формированию более однородного и крупного осадка, слабо гидратированного, с хорошими фильтрационными свойствами.

При рассмотрении вопросов, связанных с седиментационными и фильтрационными свойствами осадков сахарного производства, необходимо учитывать структуру и размер частиц осадка (рисунки 5-6).

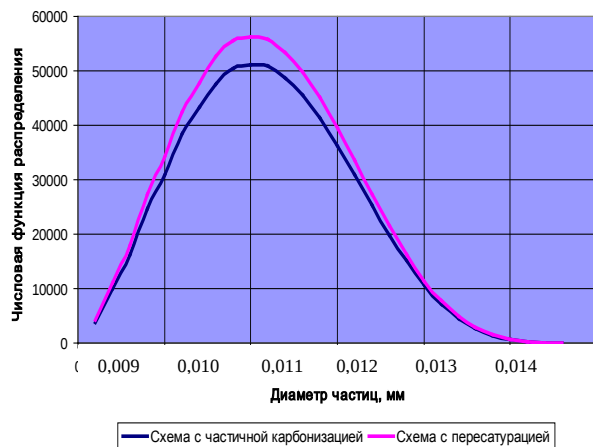


Рисунок 5 – Дисперсность осадка при введении 50 % суспензии на предварительную дефекацию

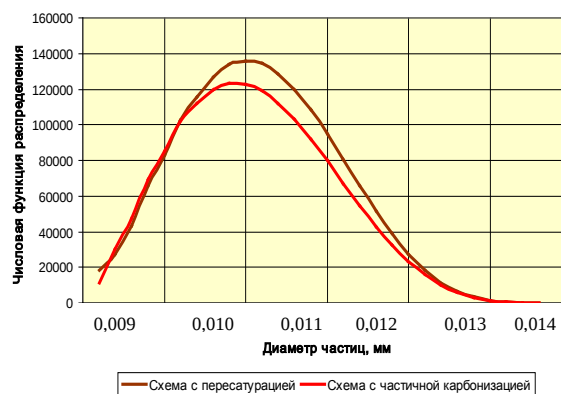


Рисунок 6 – Дисперсность осадка при введении 100 % суспензии на предварительную дефекацию

Общий эффект очистки диффузионного сока складывается из двух составляющих: осаждения несахаров при действии извести и адсорбции их на поверхности образовавшегося осадка карбоната кальция. Эти процессы напрямую связаны с одной из важнейших технологических характеристик дефекосатурационных осадков – дисперсностью.

Количественно дисперсность выражается тремя величинами: числом частиц, удельным числом частиц и удельной поверхностью. Чем однороднее суспензия по размеру частиц, тем меньше степень полидисперсности и лучше фильтрационно-седиментационные свойства осадка CaCO_3 ; чем меньше размер частиц, тем больше удельная поверхность и, следовательно, адсорбционные показатели (таблица 5).

Т а б л и ц а 5

Сравнительная оценка фильтрационных и седиментационных свойств сока I сатурации

Показатель	Способ обработки диффузионного сока	
	С пересатурацией преддефектованного сока	Типовой
Фильтрационный коэффициент, $\text{см}^3/\text{с}$	1,5	10,5
Скорость седиментации S_5 , $\text{см}/\text{мин}$	4,4	3,6

При проведении глубокой карбонизации улучшается структура преддефектованного осадка и осадка сока I сатурации, что обеспечивает более высокую скорость осаждения частиц. При этом уменьшается масса фильтрационного осадка и потери сахарозы в нем.

Проведение глубокой карбонизации преддефекованного сока повышает эффективность осаждения коллоидных и кристаллоидных соединений диффузионного сока, обеспечивает более полную дегидратацию осадка. За счет удаления несахаров, осажденных на начальном этапе очистки диффузионного сока, повышается качество преддефекованного и очищенного сока [2] (таблица 6).

Т а б л и ц а 6

Сравнительная оценка типового и предлагаемого способов при различном расходе оксида кальция на основную дефекацию

Показатели соков	Типовой способ	Способ с глубокой карбонизацией	
	2,5 % CaO	1,5 % CaO	2,0 % CaO
Сок после предварительной обработки			
Цветность, ед. опт. пл.	134,6	66,6	
Массовая доля белков, мг/см ³	0,27	0,15	
Массовая доля солей кальция, % CaO	0,252	0,168	
Очищенный сок			
Чистота, %	91,0	92,1	92,2
Цветность, ед. опт. пл.	66,7	42,3	41,3

При реализации предлагаемого способа, в отличие от типовой схемы, повышаются фильтрационно-седиментационные свойства преддефекованного сока и сока I сатурации, цветность сока снижается на 40-50 %, массовая доля солей кальция - на 20-25 %, чистота очищенного сока повышается на 1,0-1,2 %, эффект очистки на дефекосатурации увеличивается на 5-6 %, расход оксида кальция на очистку сока снижается на 0,5 - 1,0 % [3].

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что при очистке диффузионного сока по схеме с отделением преддефекосатурационного осадка эффективнее проводить глубокое пересатурирование преддефекованного сока с последующим подщелачиванием и карбонизацией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кульнева, Н.Г. Целесообразность отделения осадка несахаров перед основной дефекацией [Текст] / Н.Г. Кульнева, Г.А. Буклей, М.В. Журавлев и др. // Материалы I Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности», Краснодар. - 2012. - С. 786-788.

2 Кульнева, Н.Г. Повышение эффективности очистки диффузионного сока в свекло-сахарном производстве [Текст] / Н.Г. Кульнева, Г.А. Буклей, М.В. Журавлев. - Международный научно-исследовательский журнал. - 2013. - Ч.1. - № 4(11). - С. 99-101.

3 Кульнева, Н.Г. Разработка ресурсосберегающей технологии для сахарного производства [Текст] / Н.Г. Кульнева, М.В. Журавлев, Г.А. Буклей // Материалы международной научно-технической конференции «Адаптация технологических процессов к пищевым машинным технологиям», Воронеж. - 2012. - Ч. 3. - С. 139-141.

REFERENCES

1 Kulneva, N.G. Feasibility of dividing the cake in front of the main non-sugars defecation [Text] / N.G. Kulneva, G.A. Buckley, M.V. Zhuravlev et al // Materials of the I International Scientific-Practical Conference "Innovative technologies in food processing industry", Krasnodar. - 2012. - P. 786-788.

2 Kulneva, N.G. Improving the efficiency of juice purification in beet-sugar production [Text] / N.G. Kulneva, G.A. Buckley, M.V. Zhuravlev // The international research journal. - 2013. - V. 1. - № 4 (11). - P. 99-101.

3 Kulneva, N.G. Development resursosaving technologies for sugar production [Text] / N.G. Kulneva, G.A. Buckley, M.V. Zhuravlev // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Adaptation processes in food mature technology", Voronezh. - 2012. - V. 3. - P.139-141.