

**Динамика удаления
высокомолекулярных соединений
на I сатурации**

**И. Б. ПЕТРИЧЕНКО, Г. А. СИМАХИНА, Л. П. РЕВА (КТИПП)
К. Д. СКОРИК, Л. Г. БЕЛОСТОЦКИЙ,
Н. Ю. КОВАЛЕВА
(ВНИИСП)**

В результате совместных исследований КТИПП и ВНИИСП разработали и предложили промышленности способ интенсификации процесса I сатурации с помощью массообменных элементов и пульсационных воздействий («Сахарная промышленность», 1980, № 9, с. 26—30). Испытания данного способа в экспериментальном производстве Яготинского сахарного завода имени Ильича показали его преимущества перед традиционным процессом, осуществляемом в типовом сатураторе по коэффициенту использования CO_2 и качественным показателям очищенного сока. В то же время при быстрой (3 – 4 мин) сатурации некоторые фильтрационные показатели ухудшились, что вызвано присутствием в соке высокомолекулярных соединений (ВМС) [Л. С. Ивашина, В. М. Харин, 1973; E. N. Kelley, F. K. Mac, M. G. S. Chua, 1973]. В результате этого скорость образования зародышей CaCO_3 преобладает над скоростью их роста и карбонат кальция осаждается в виде мелкого осадка с неравномерным гранулометрическим составом. Более мелкие частицы перекрывают каналы в фильтрационном слое, что затрудняет работу фильтров сока I сатурации. При разработке способов интенсификации сатурации следует учитывать, что на начальном этапе обработки дефекованного сока в секционных аппаратах имеется большая разность концентраций диоксида углерода в сатурационном газе и гидроксида кальция в дефекованном соке, которая обеспечивает высокую скорость и эффективность процессов сорбции (К. Д. Скорик и др., 1987). Поэтому затраты дополнительной энергии для интенсификации массообмена, например, за счет пульсации потока целесообразны не на первом этапе, а на конечных стадиях обработки сока.

В связи с этим представляет интерес изучение влияния пульсационных воздействий на конечных стадиях сатурации на удаление отдельных групп нес сахаров в процессе сатурирования, особенно высокомолекулярных соединений.

Высокомолекулярные соединения оказывают отрицательные воздействия на процессы свеклосахарного производства. Анализ этой группы нес сахаров показал, что их составляют главным образом белковые и пектиновые вещества (А. В. Думанский, С. Е. Харин, 1950; З. Конова, В. Тибенский, 1959), поэтому в ходе исследований им и уделяли особое внимание. Значительное количество их выпадает в осадок на преддефекации, однако низкомолекулярная часть этих соединений катионами кальция осаждается недостаточно полно и с дефекованным соком поступает на сатурацию. Установлено («Сахарная промышленность», 1985, № 3, с. 24 - 27), что при очистке сока из свеклы низкого качества доброкачественностью ниже 80 %, содержащего 40 - 50 % продуктов

деструкции белков к их общей массе, в соке I сатурации остается более половины их. Присутствие в соке этих белковых веществ ухудшает седиментационно-фильтрационные свойства сатурационного осадка и приводит к снижению качественных показателей очищенного сока, в результате чего потери сахара в мелассе увеличиваются.

На рисунке 1 приведена технологическая схема включения пульсационного сатуратора в схему очистки сахарного завода.

Работает установка пульсационного сатуратора следующим образом. Дефектованный сок насосом 1 подается в сборник-дозатор 2, который обеспечивает постоянный расход сока в сатуратор. В первой секции 3 сатуратора сок обрабатывают сатурационным газом до щелочности 0,7 - 0,6 % СаО и подают во вторую секцию 5 сатуратора (пульсационная колонна), где сатируют до оптимальных значений рН и щелочности. Для лучшего контакта сока и газа в нижней части секции 3 установлен один перфорированный диск, а секции 5 — пять. Работа пульсационного сатуратора оперативно контролируется промышленными датчиками рН-метров 4 и 6, установленными после первой и второй секций сатуратора, а также титрованием проб для определения щелочности. Расход дефектованного сока контролировали индукционным расходомером, газа — газовыми счетчиками типа РГ-40. Работа пневматической системы наложения пульсации описана ранее («Сахарная промышленность», 1980, № 9, с. 26—30).

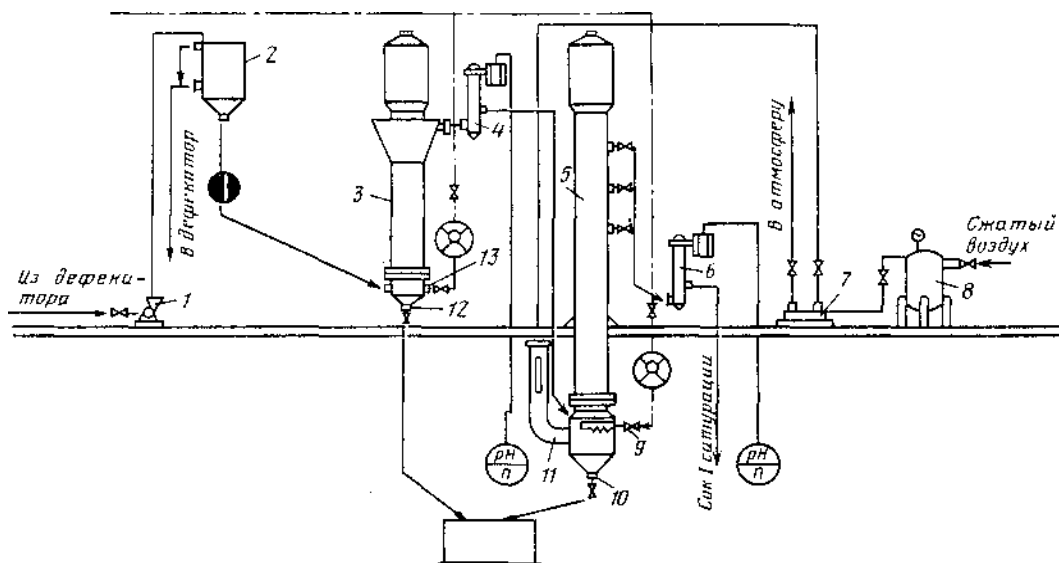


Рис. 1. Технологическая схема включения пульсационного сатуратора:
 1 — насос; 2 — сборник- дозатор; 3 — первая секция сатуратора; 4 — проточный датчик рН-метров; 5 — вторая секция сатуратора; 6 — проточный датчик рН-метров; 7 — пульсатор; 8 — ресивер; 9 — патрубок для подвода сатурационного газа; 10—патрубок продувки и окончательного спуска сока; 11—пульсационная камера; 12 — патрубок продувки и окончательного спуска сока; 13 — патрубок для подвода сатурационного газа

Изменения качественных показателей, полученных при сатурации сока по данной схеме, представлены на рисунке 2.

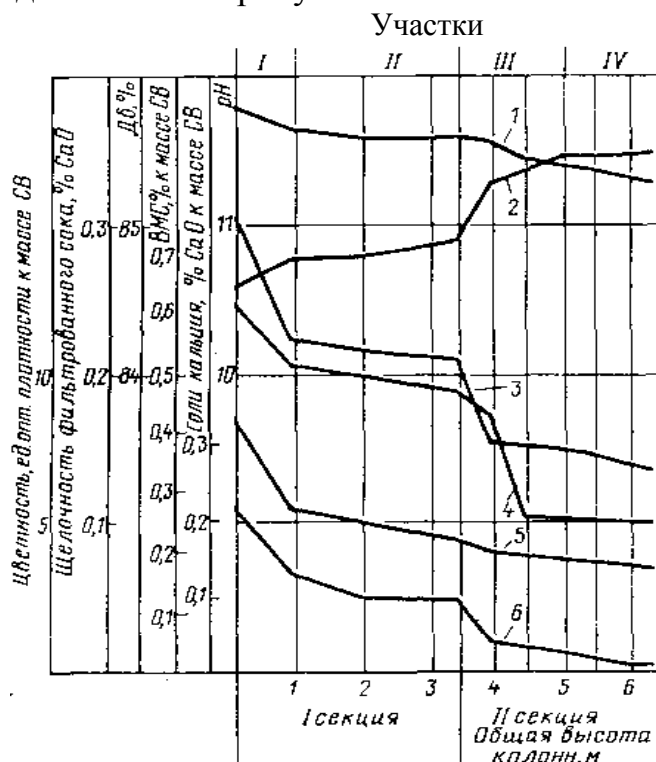


Рис. 2. Изменение в процессе сатурации технологических показателей сока: 1 — pH; 2 — Дб; 3 — щелочность фильтрованного сока; 4 — содержание ВМС; 5 — цветность; 6 — содержание солей кальция

Из кривой 4 видно, что в процессе сатурации достигается уменьшение количества высокомолекулярных соединений с 0,63 до 0,25 % к массе СВ. Причем характер изменения данной кривой свидетельствует о том, что в процессе сатурации интенсивность удаления ВМС различна. Она наиболее значительна в начальный период сатурации (участки I и II) — содержание ВМС снижается на 20—25 % и на этапе сатурации, соответствующем наложению пульсационных воздействий (участки III и IV), где удаляется 35—40 % общей массы ВМС.

Резкое уменьшение количества ВМС на начальном этапе сатурации можно объяснить высокой щелочностью среды. По мнению М. И. Даишева (1972 г.), первый результат взаимодействия ионов Ca^{2+} и СО в растворе — микрочастицы осадка коллоидной степени дисперсности (мицеллы $CaCO_3$), которые и являются собственно высокоэффективным адсорбентом с максимальной площадью поверхности. Адсорбционная способность этих мицелл определяется в основном поверхностными свойствами, типичными для лиофильных коллоидов, а именно поверхностным положительным зарядом частиц, обусловленным ионами кальция, а в слой противоионов, нейтрализующий этот заряд, входят примеси кислотного характера, содержащиеся в сатурируемом соке. К концу этого периода (участок I) щелочность резко снижается (кривая 3) и на последующем этапе (участок II) сатурации количество ВМС уменьшается незначительно.

Как уже отмечалось, наиболее интенсивное осаждение высокомолекулярных соединений наблюдается в процессе сатурации с наложением пульсационных воздействий (участок 111 кривой 4). Влияние пульсаций можно объяснить следующим. Для агрегации и коагуляции, например, белковых макромолекул необходим некоторый избыток внутренней энергии, так называемой энергии активации. Очевидно, при обычных условиях сатурации (участок 11 кривой 4) только небольшая часть макромолекул белково-пектинового комплекса обладает этим необходимым избытком внутренней энергии, что и делает возможной их коагуляцию. При наложении пульсаций в этот процесс включается значительная масса макромолекул сатурируемого сока за счет полученной извне дополнительной энергии. Число возможных эффективных столкновений молекул ВМС увеличивается, что вызывает резкое повышение степени коагуляции.

ВМС обычно ориентируются по ходу движения газожидкостного потока (И. А. Александров, 1975). Поэтому можно предположить, что при наложении пульсаций усиливается колебательное движение отдельных групп макромолекул, в результате чего связи между ними ослабляются. Существенное значение приобретает взаимодействие между группами, принадлежащими к разным молекулам ВМС. Противоположно заряженные, а также неполярные группы равных макромолекул могут соединяться между собой, образуя агрегаты. Степень дисперсности молекул в растворе изменяется, вследствие чего происходит их коагуляция.

На последнем этапе сатурации (участок IV) дополнительного осаждения ВМС практически не происходит. Это, очевидно, связано с тем, что влияние пульсаций на коагуляцию уже незначительно вследствие затухания.

Характер изменения цветности (кривая 5) и содержания солей кальция (кривая 6) идентичен полученному для секционных сатураторов. Доброкачественность сока (кривая 2) тоже резко повышается на участке, соответствующем наложению пульсационного воздействия.

На основании изложенных результатов можно сделать вывод, что способ проведения процесса I сатурации с помощью пульсационных воздействий на конечной стадии процесса достаточно эффективен по удалению нес сахаров и коагуляции ВМС.

За счет наложения пульсации можно достичь большего эффекта коагуляции белково-пектинового комплекса, чем адсорбцией их микрочастицами осадка карбоната кальция в зоне высокой щелочности на начальном этапе сатурации.

В свою очередь, более полное осаждение высокомолекулярных соединений за счет пульсационных воздействий обеспечило улучшение седиментационно-фильтрационных свойств осадков: скорость отстаивания составила 2,5 см/мин, фильтрационный коэффициент – 3,3 с/см².