

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ДИФФУЗИОННОГО СОКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

**Хомичак Л.М.**

**Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
Петриченко И.Б, Виговский В.Ю., Калиниченко А.Н., Резниченко Ю.Н.  
Национальный университет пищевых технологий**

*Анализируются основные технологические факторы, которые влияют на эффективность проведения известково-карбонатной очистки диффузионного сока и приводятся пути ее повышения*

*Основываясь на последних достижениях в области технологии известково-карбонатной очистки диффузионного сока, есть возможность значительно повысить эффективность этого процесса и снизить расход извести.*

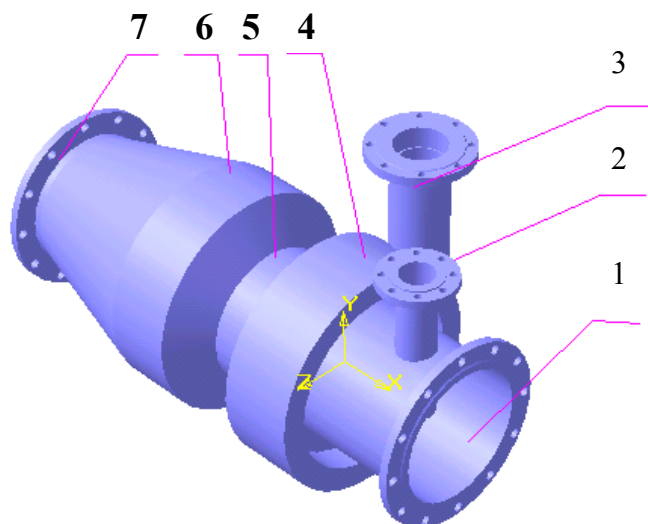
Известно, что повышение чистоты очищенного сока на 1 % способствует увеличению выхода сахара на 0,3% к м.с. Основным показателем, определяющим эффективность очистки, является высокое технологическое качество сахарной свеклы, а значит и чистота диффузного сока. Отсюда и соответствующий нормам расход извести, высокий выход сахара, его качество и себестоимость. Поэтому во время переработки свеклы, значительное внимание уделяется высокой степени отмывания ее от песка и глины, удалению легких примесей.

В отличие от классической схемы очистки, известна схема с отделением осадка преддефекованного сока, при применении которой сводится к минимуму пептизация скоагулированных нес сахаров и, как следствие, повышается скорость фильтрования сока I сатурации, общий эффект очистки с одновременным снижением расхода извести. Но эффективность такого способа очевидна при условиях очистки диффузионного сока низкой чистоты (84% и меньше). С увеличением чистоты диффузионного сока и при условиях правильного проведения преддефекации, повышение чистоты очищенного сока с применением способа отделения осадка преддефекованного сока незначительный. Учитывая значительные капитальные затраты на установление дополнительного

оборудования, сложности при разделении преддефекованного осадка от сока и увеличение продолжительности технологического процесса минимум на 30 минут, его экономическая целесообразность спорная.

Во время очистки диффузионного сока под действием тепловой и химической энергий, происходит разрушение комплексов и асоциатов нес сахаров и освобождается сахара. Но, как показали исследования [1], такое разрушение возможно и за счет применения эффектов пароконденсационной кавитации. Образованные при этом промежуточные частички реакционно способны. Поэтому, если в момент их образования в систему ввести определенное количество реагента, который содержит ионы  $\text{Ca}^{2+}$ , (например суспензию сока II сатурации), происходит их взаимодействие, что способствует подготовке частичек веществ коллоидной дисперсности к коагуляции (сенсбилизация). Благодаря этому на преддефекации образуется осадок, стойкий к пептизирующему действию высокой щелочности и температуры в условиях основной дефекации. В результате снижается содержание солей кальция в очищенном соке, улучшается фильтрационная способность сатурационного осадка и, как следствие, уменьшается расход извести на очистку на 0,15...0,20 % СаО к м.с.

На основании этого нами разработан способ одновременной обработки диффузного сока до преддефекации паром (вторичным паром 2-го или 3-го корпусов ВУ в количестве 0,7...0,9 % к м.с.) и суспензией сока II сатурации с расходом извести на вторую дефекацию не меньше 0,25 % СаО к м. с. [2]. Для реализации такого способа разработано специальное устройство, конструкция которого предусматривает тонкое диспергирование пара и равномерное распределение его вместе с суспензией в соке. Устройство устанавливается на трубопроводе



**Рис. 1. Пароконденсационное кавитационное устройство:**

1 - патрубок подведения диффузионного сока; 2 - патрубок подведения сгущенной суспензии сока II сатурации; 3 - патрубок подведения пара; 4 - коллектор пара; 5 - камера смешивания; 6 - реакционная камера; 7 - патрубок отвода обработанного сока.

диффузного сока после мезгололушек. Дополнительное разбавление сока за счет конденсации пара полностью компенсируется уменьшением расхода известкового молока ( $0,2\% \text{ CaO} = 1,0\% \text{ H}_2\text{O}$  к м. с.). Такой способ внедрён на 7 украинских и на 4 российских сахарных заводах (с/з).

Одним из важнейших участков схемы очистки диффузионного сока является преддефекация (ПД), для которой главным критерием эффективности проведения процесса считается степень коагуляции и осаждения ВМС. Но определяющим фактором правильного ведения процесса ПД, следует считать формирование стойкой к пептизации в условиях основной дефекации структуры осадка и получение хороших фильтрационно-седиментационных свойств осадка сока I сатурации.

Для укрупнения частичек осадка сока ПД применяется рециркуляция (возврат) нефильтрованного сока I сатурации или его суспензии и сгущенной суспензии сока II сатурации. Твердые частички возвратов становятся центрами коагуляции нес сахаров. Относительно величины рН зоны ввода возвратов нет единого мнения. Одни авторы считают, что при переработке свеклы низкого

технологического качества, возвраты следует направлять в зону с рН 8...9, а при очистке сока из кондиционной свеклы суспензию сока II сатурации направлять в диффузионный сок. Согласно данным УкрНИИСП, в зависимости от чистоты диффузионного сока, значение рН для ввода возвратов может изменяться от 8 до 10,2.

Так как с возвратами вводятся центры коагуляции, то их необходимо вводить до осаждения несугаров, причем должно быть достигнуто равномерное смешивание возвратов с диффузионным соком. Для этого следует использовать суспензию сока II сатурации, а чтобы содержимое общей извести в соке ПД составляло 0,7...1,1% СаО (по м/о), разность компенсировать возвратом нефильтрованного сока I сатурации или его суспензии в зону с рН 9,2...9,8. В таком случае осадок сока I сатурации попадает в зону с низким рН и за счёт пересатурации уменьшится степень его гидратации, что в итоге резко повысит фильтрационные свойства сатурационного осадка. Известно, что каждые 15 % к м.с. возвратов нефильтрованного сока I сатурации определяют дополнительный расход извести на очистку не менее 0,1 % СаО к м.с., что составляет **0,46 %** известкового молока, в котором **0,36% воды**. Реально, на каждые **10% возвратов**, для завода производительностью 3000 т, на верстат, в сутки дополнительно с известковым молоком вводится 7,2 т воды.

Альтернатива такому положению - проведение процесса преддефекации в режиме ступенчатой прогрессивной дефекозаурации с наличием внешней рециркуляции. Т.е. в качестве возвратов использовать только суспензию сока II сатурации в количестве 5...8% к массе свеклы, а для доведения общей щелочности сока ПД до 0,7% СаО применять контур внешней рециркуляции. Внедрение этой схемы будет способствовать уменьшению расхода извести на очистку на 0,5% СаО к массе свеклы, снижению расхода известнякового камня на 1,0%, уменьшению количества воды поступающей на верстат на 54 т. за счет уменьшения количества сока на ОД. Предварительные исследования показали, что проведение ПД по такому принципу, за счет большей степени удаления

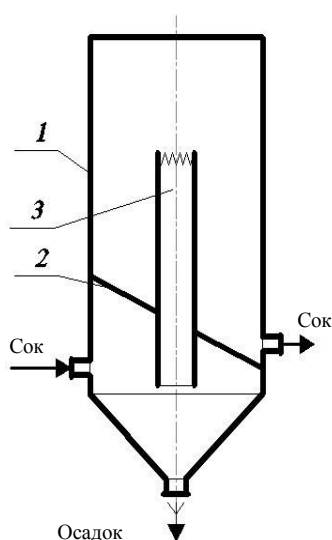
азотистых веществ и уменьшению пептизации образованного осадка в условиях основной дефекации, приводит к дополнительному повышению эффекта очистки на дефекосатурации.

Не следует увеличивать расход извести на II сатурацию с целью получения большего количества суспензии, возвращаемой на ПД и уменьшением, за счет этого, возврата нефильтрованного сока I сатурации. Это приведет к резкому ухудшению адсорбционной очистки в условиях I сатурации за счет уменьшения расхода извести на основную дефекацию. В результате, часть извести будет образовывать адсорбционную поверхность только в условиях II сатурации, где эффект адсорбции на порядок меньше. Расход извести на II дефекосатурацию не должен превышать 0,4% СаО к м.с.

Для эффективного проведения процесса основной дефекации (ОД) в настоящее время применяются секционированные аппараты холодной и горячей ступеней с исключением механического перемешивающего устройства в аппарате горячей ОД.

“Холодную “ ступень ОД предлагается проводить в аппаратах секционного типа с перемешивающим устройством, но не с целью выдерживания заданной продолжительности пребывания сока в аппарате, а с целью стабилизации расхода сока на дальнейшие этапы очистки. Разработка и модернизация аппаратного оформления позволяет проводить процесс в оптимальном режиме. Дефекация в аппаратах данного типа реализована на Парафиевском, им. Цюрупы, Ждановском (Украина) и Любимовском (Россия) сахарных заводах. Оптимальная эксплуатация предложенных аппаратов предусматривает установку перед ними статического смесителя сока предварительной дефекации и известкового молока, основным перемешивающим элементом которого являются насадки типа КРИМЗ. Использование смесителя обеспечивает равномерную обработку сока известковым молоком и оперативный контроль расхода известкового молока на основную дефекацию. Смеситель установлен на всех выше упомянутых заводах.

Разработанный нами аппарат горячей дефекации способствует проведению процесса в оптимальном режиме, плавному регулированию продолжительности пребывания сока в зависимости от качества диффузионного сока и необходимой производительности завода. Конструкция дефекатора (рис.2) предусматривает разделение вертикального цилиндрического корпуса 1 наклонной перегородкой 2 на две секции, которые соединены трубой 3. В дефекаторе нет подвижных элементов (мешалки), что позволяет свести к минимуму механическое разрушение агрегатов преддефекационного осадка.



**Рис. 2. Схема аппарата горячей дефекации**

Такие аппараты горячей ступени основной дефекации успешно эксплуатируются на сахарных заводах им. Цюрупы, Наркевицком (Украина) и Чернянском, Волоконовском (Россия) и др. с/з.

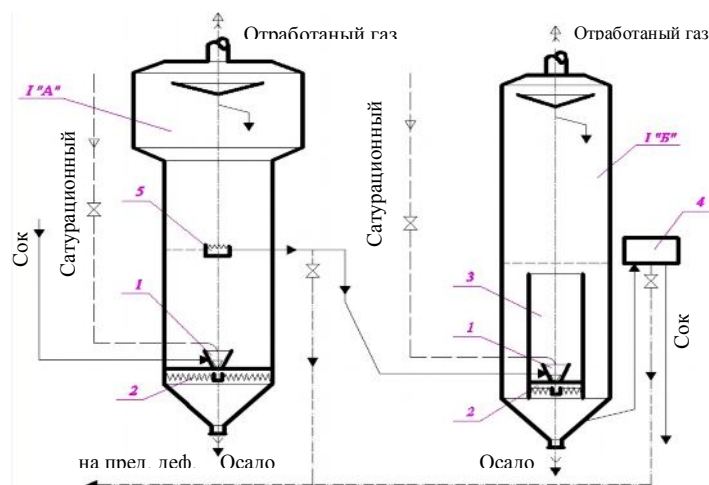
Важное место в технологическом процессе занимает I сатурация (карбонизация). От правильности ее проведения зависит общий эффект адсорбционной очистки сока, скорость фильтрования сока и расход камня на производство [5]. Эффективность проведения I сатурации в значительной степени зависит от её аппаратного оформления.

В работе [6] сформулированы два основных принципа проведения процесса I сатурации:

1- наличие зон высокой щёлочности, обеспечивающих качество сока;

2-многоразовая внутренняя циркуляция, обеспечивающая хорошие седиментационно-фильтрационные свойства осадка. Теоретическими исследованиями и практической работой сахарных заводов установлено, что наиболее эффективным способом является проведение двухступенчатого процесса I сатурации в отдельных аппаратах с выполнением первой ступени (I А) в прямоточном режиме, а второй (I Б) - в прямоточно-рециркуляционном режиме (пример Золотухинского, Чернянского, Беловского (Россия), Саливонковского, Иванычевского, Ждановского (Украина) и др. с/з).

Конструкция I А сатуратора (рис.3) предусматривает подвод сока в нижнюю



**Рис. 3. Схема проведения двухступенчатой I сатурации**

часть аппарата через карбонизатор-распределитель 1 и отбор его сверху через сборной короб 5. Такой режим сатурации обеспечивает плавное снижение щёлочности по высоте аппарата и способствует образованию мелкодисперсного осадка с высокой адсорбционной способностью. В обвязке аппарата особое внимание уделено возможности перехода пены из I А котла, в случае ее образования, в котел I Б, где, вследствие понижения щёлочности, она гасится. Сатурационный газ подводится в нижнюю часть аппарата через лучевой барботёр 2. Для I А котла характерно сильное загорание барботёров [7], поэтому предлагается вариант исполнения барботёров с механической очисткой газораспределительных устройств (Наркевичский и др. с/з (Украина)).

Конструкция I Б сатуратора (рис. 3) представляет собой корпус, внутри которого установлена циркуляционная труба 3, в нижней части которой размещён лучевой барботёр 2 с коллектором. К центру барботера подведён трубопровод подачи сатурационного газа. На коллекторе установлен карбонизатор-разпределитель 1, к которому подведён трубопровод подачи сока. Карбонизатор-распределитель позволяет не только равномерно распределить сок по сечению циркуляционной трубы, но и образовать зону повышенной щёлочности, в которой образуется высокодисперсный осадок карбоната кальция, что является важным фактором улучшения адсорбционной очистки сока. Присутствие карбонизатора-распределителя обеспечивает эффект, так называемой, “маятниковой” сатурации, которая значительно улучшает фильтрационные свойства осадка за счёт кратковременной локальной пересатурации.

Практика показала, что такая модернизация повышает общий эффект очистки сока на 1,4...1,8 %, сатурационный сок стабильно имеет высокие фильтрационные ( $F_k=1,5...2,6$ ) и седиментационные свойства ( $S_2= 5...6$  см/мин), степень использования диоксида углерода достигает 75% и значительно упрощается управление процессом. Данную модернизацию можно провести, используя существующий на заводе сатуратор (Саливонкивский, Гнидавский, Заплаский, Шепетовский (Украина), Чернянский, Золотухинский (Россия) и др. с/з), или, при необходимости, установить новый по разработанным нами чертежам (Беловский (Россия) с/з).

При наращивании производительности завода, альтернативой замене сатуратора на новый, большей производительности, может быть установка ещё одного сатуратора. Проведение двухступенчатого процесса I сатурации, позволит значительно уменьшить затраты на монтажные работы, уменьшить расход сатурационного газа на I сатурацию на 10...13%, повысить качество обрабатываемых соков. (Ждановский, Ярьсковский, Парафиевский (Украина), Чернянский, Беловский (Россия) и др. с/з).



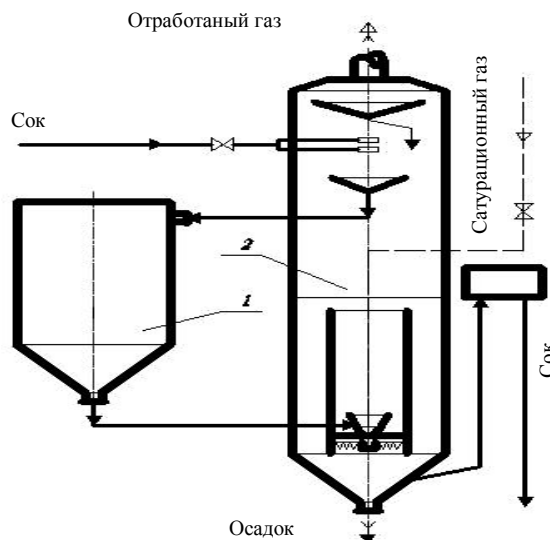
Также нами практикуется проведение I сатурации в одном котле [8] с модернизацией установленных на заводах сатураторов аналогично котлу I Б при двухступенчатой схеме, или с установкой нового сатуратора, требуемой производительности (Гнидавский (Украина), Слуцкий (Беларусь), Ржевский (Россия) и др. с/з).

Поддерживание высокой конечной щелочности на I сатурации имеет важное значение не только для повышения общего эффекта очистки сока, но и для предотвращения “загорания” выпарной установки (ВУ), особенно III-го корпуса. При использовании известнякового камня с высоким содержанием магния, особенно важно поддерживать высокой конечную щелочность на I сатурации (рН не ниже 11,0). Это способствует максимальному осаждению Mg на сатурации, а не на ВУ.

Цель II дефекосатурации - завершение разложения РВ, дополнительная адсорбционная очистка сока и снижение в нем растворимых солей кальция. Для повышения эффективности II дефекосатурации нами разработан новый способ её проведения [9], согласно которому фильтрованный сок I сатурации, смешанный с известковым молоком в количестве 0,25...0,35% СаО к м.с. и подогретый до 93...95<sup>0</sup>С, подается не в дефекатор перед II сатурацией (рис.4), а на форсунки, расположенные в верхней части аппарата II сатурации. За счет контакта высокощелочного сока с отработанным сатурационным газом происходит частичная карбонизация гидроксида кальция (приблизительно 18...22 %). После чего, с помощью специального устройства, частично карбонизованный сок собирается в верхней части аппарата и самотёком подается в верхнюю (или нижнюю) часть дефекатора. При необходимости туда подается еще 0,1% СаО и обеспечивается продолжительность II дефекации не менее 3 минут для максимально возможного разложения РВ и амидов. Из дефекатора сок подается через карбонизатор в нижнюю часть аппарата II сатурации, оборудованного внутренней циркуляционной трубой и лучевым барботером, где обрабатывается свежим сатурационным газом до оптимальной щелочности. Таким образом

фактически процесс II сатурации проводится в две стадии. Это способствует повышению степени использования  $\text{CO}_2$  до 82...85 % , увеличению чистоты сока II сатурации на 0,2...0,3%, а также снижению цветности очищенного сока на 8...12%. Последнее достигается тем, что образованные на дефекации перед II сатурацией продукты разложения РВ и амидов, адсорбируются на присутствующих в растворе высокоактивных частичках  $\text{CaCO}_3$ , образованных при распыливании сока в верхней части аппарата II сатурации (первая стадия карбонизации). Благодаря высокой степени дисперсности предварительно образованного карбоната кальция и его активации гидроксидом кальция в дефекаторе перед II сатурацией, увеличивается электрокинетический потенциал частичек осадка, что способствует активной адсорбции новообразовавшихся в процессе дефекации меланоидинов , солей кальция и их “экранированию” образованным карбонатом кальция на второй стадии карбонизации.

**Рис. 4. Схема проведения II дефекосатурации**



Данная схема позволяет работать и по классическому варианту, но при этом эффект адсорбционной очистки сока на порядок ниже, ввиду более низкой суммарной щёлочности в аппарате II сатурации. Данный способ внедрён на Саливонковском, Кобелякском, Корделёвском, им. Цюрупы, Бабино-Томоховском (Украина) Ржевском (Россия) и др. с/з.

Если говорить о технологических аспектах отделения сатурационных осадков, то на эффективную работу любого фильтрационного оборудования, влияют три основных фактора: физико-химические свойства структуры фильтрационного осадка, “загорание” фильтрующей ткани и разность давлений. Основная составляющая осадков, которые откладываются на ткани фильтров I и II карбонизаций, это частички  $\text{CaCO}_3$ . Из-за сложного состава несугаров, в заводских соках, карбонат кальция образует пересыщенные растворы, из которых он выкристаллизовывается на фильтровальных тканях. Самым эффективным способом снятия такого пересыщения является правильное проведение ПД, организация рециркуляционных контуров в сатураторах и применение отстойников-дозревателей сока II сатурации.

Установка отстойников-дозревателей сока II сатурации позволяет экономить затраты на фильтровальную ткань, уменьшает на 18...25% содержание остаточных солей кальция. Кроме того, без дополнительной автоматизации можно организовать стабильный поток суспензии сока II сатурации на предварительную дефекацию, что будет способствовать эффективному проведению процесса ПД и снижению расхода

известки на очистку. Для технического оформления процесса нами разработаны конструкции отстойников-дозревателей сока II сатурации, которые успешно эксплуатируются на с/з Украины.

Сегодня некоторые заводы внедряют прогрессивные способы фильтрования сока II сатурации и отказываются от фильтрования сиропа, или же проводят последнее на устройствах, с размерами отверстий фильтрующей перегородки 45...55 мкм. Но необходимо помнить, что такой способ, возможен лишь при условии, когда остаточное содержание солей кальция в очищенном соке не превышает 0,025% СаО по массе сока. В противном случае, во время сгущения сока, выпадают соли кальция и значительно повышается зольность сахара.

Эффективность известково-карбонатной очистки диффузионного сока в значительной мере зависит от качества известкового молока. Основными показателями качества известкового молока является его активность, плотность и отсутствие взвешенных примесей (“песка”).

Плотность обратно пропорциональна количеству воды, вводимой с известковым молоком в технологический процесс, активность определяет скорость и полноту прохождения химических реакций на станции дефекосатурации, а количество взвешенных примесей влияет на точность дозирования известкового молока, долговечность работы технологического оборудования и насосного парка.

Практика работы свидетельствует, что классическая схема очистки известкового молока от взвешенных примесей (песка) с использованием песколовушки Русселя-Дорошенко и гидроциклонов не обеспечивает эффективное отделение песка вследствие того, что нижний сход песка циклонов направлен обратно в песколовушку Русселя-Дорошенко и приводит к повторной рециркуляции песка в *известковом отделении*. Для уменьшения «песка» в известковом молоке целесообразно установить шнек-промыватель. Конструкция шнека предусматривает промывку песка нижнего схода с циклонов водой, которая затем подаётся на гашение известки. Разбавляя нижний сход песка с гидроциклонов водой, обеспечивается возможность разделения взвешенных примесей путём

седиментации, которая в плотном известковом молоке происходить не может. Направляемый на гашение извести промой повышает активность известкового молока благодаря тому, что он насыщен гидроксидом кальция до момента гашения извести. Таким образом, количество остаточных взвешенных примесей в очищенном известковом молоке уменьшается в 3...4 раза. Применение такого молока позволяет также в несколько раз уменьшить количество «продувок» аппаратов на станции дефекосатурации и снизить потери сахара с выделяемой твёрдой фазой после «продувок». Способ внедрён на Шепетовском, Первухинском, Ждановском (Украина) и Чернянском, Ржевском (Россия) сахзаводах.

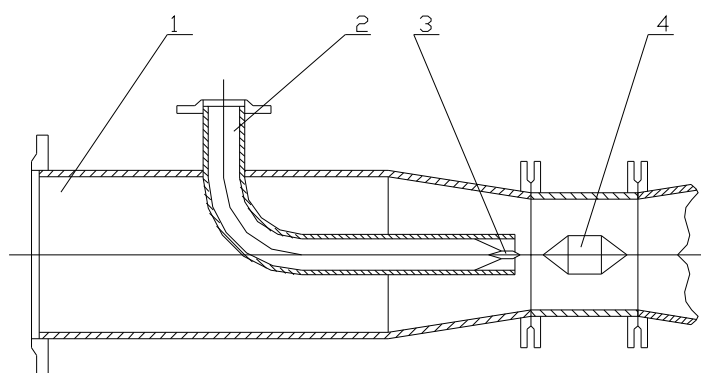
Большая продолжительность пребывания известкового молока в резервуарах-дозревателях отрицательно влияет на его активность вследствие образования

агрегатов частичек  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и воды (гекса-аква-комплексы).

Нами разработан способ

пароконденсационно-кавитационного повышения активности известкового молока [10], который предусматривает

обработку последнего ретурным паром в количестве 0,12...0,15 %



**Рис. 5. Схема ПК кавитационного устройства для активации известкового молока**

1 – трубопровод известкового молока, 2 – патрубок подвода пара, 3 – сопло, 4 – вставка-распределитель

к м.с. в специально разработанном устройстве (Рис.5). В результате коллапса паровых пузырьков в водно-известковой суспензии образуются кумулятивные струйки, которые разрушают агрегаты  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  известкового молока, а при контакте диспергированных частичек с пузырьками, которые конденсируются, происходит дополнительное их растворение вследствие теплоты, что выделяется при этом. В результате образуется пересыщенная водно-известковая суспензия, в которой увеличивается содержание растворимых ионов  $\text{Ca}^{2+}$  [10]. Кроме того, в известковом молоке всегда присутствуют частички негашенного  $\text{CaO}$ , экранированные частичками  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При их контакте с

кумулятивной струйкой они разрушаются, что приводит к освобождению СаО и увеличению активности известкового молока.

Результаты многолетней эксплуатации такого устройства на Валуйском и Ржевском сахарных заводах (Россия) показали, что активность известкового молока повысилась на первом заводе на 5 % (начальная - 87 %) и на втором - на 14 % (начальная - 78 %). Установка кавитационного устройства способствовала уменьшению расхода извести на 0,1...0,3% СаО к м.с. , что для завода, мощностью 3000 т свеклы в сутки, привело к экономии 6...18 т известкового камня в сутки. Аппарат простой в изготовлении и надежный в эксплуатации, устанавливается непосредственно на трубопроводе подачи известкового молока перед дозаторами. Аналогичные устройства внедрены на Дубенском, Шепетовском, Ярьсквском (Украина), Золотухинском (Россия) и др. с/з.

Как показывает практика, все этапы известково-карбонатной очистки диффузионного сока, не доведены до совершенства. Нуждаются в дальнейших исследованиях способы проведения преддефекации с целью ограничения или отказа от возвратов, и способы усовершенствования процесса основной дефекации с целью получения более термостойких соков с удалением аммиака до выпарной станции. Наш коллектив готов к предоставлению консультативной помощи, разработки технической документации, шеф-монтажа по модернизации сокоочистительного отделения, Практика работы перечисленных выше сахзаводов – яркое тому подтверждение.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Очищення дифузійного соку із застосуванням одночасної термічної, хімічної та гідродинамічної дії /Бобрівник Л.Д., Немирович П.М., Хомічак Л.М., Жеплінська М.М.// Харчова і переробна пром-ть. – 1995. - №5(191). – с.10-11.

2. Хомічак Л.М. Підвищення ефективності вапняно-вуглекислотного очищення дифузійного соку із застосуванням термічної пароконденсаційної кавітації //Наукові праці УДУХТ, К.,УДУХТ, 1999, № 5.– с.104-105.

3. Логвін В.М. Петриченко І.Б., Резніченко Ю.М. Спосіб проведення попереднього вапнування дифузійного соку/ Деклараційний патент України № 64410.- А МПК 6С 13D3/02. - Опубл. 16.02.2004 - Бюл. № 2.

4. Прогресивна вапнокарбонізація як один із методів підвищення ефективності очищення дифузійного соку / Логвін В.М., Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Резніченко Ю.М. // Цукор України, 2008, № 2 – с. 21 – 23.

5. Хомічак Л.М. Технологические аспекты энергосбережения в производ-стве сахара из свеклы// Сахар – 2006. - № 5 – с. 42 – 45.

6. Двоступенева І сатурація /Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М.//Цукор України, 2004, № 1-2. С. 21-22.

7. Петриченко И.Б. Повышение эффективности I сатурации с помощью массообменных элементов и пульсационных воздействий: Автореферат канд. дис. – К., 1988. – 24 с.

8. Підвищення ефективності роботи сатураторів бурякоцукрового виробництва / Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М., Белостоцький Л.Г. //Цукор України, №2 (26), 2002,- с. 20 – 22.

9. Новий напрямок в роботі II сатурації / Хомічак Л.М., Виговський В.Ю., Петриченко І.Б., Олійник С.О., Белостоцький Л.Г., Жеплінська М.М., Самчук О.Г., Пишняк П.В. //Цукор України, №3 (27), 2002. – с. 17-20.

10. Хомічак Л.М. Дослідження впливу ефектів пароконденсаційної кавітації на активацію вапняного молока //Наукові праці НУХТ, К.:НУХТ, №11, 2002. с.69-71.