

УДК 664.1.038

Доцент Ю.И. Зелепукин, аспирант С.Ю. Зелепукин,
профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых
производств. тел. (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru
директор А.А. Ткачев
(ООО «Перелешинский сахарный комбинат»)
тел. (47344) 4-64-00

Associate Professor Iu.I. Zelepukin, graduate S.Iu. Zelepukin,
professor V.A. Golybin, associate Professor V.A. Fedoruk
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation technol-
ogy and sugar industries. phone (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru
director A.A. Tkachev
(LLC «Pereleshin Sugar Refinery») phone. (47344) 4-64-00

Повышение качества сахара-песка за счет интенсификации сульфитации полупродуктов сахарного производства

Improving the quality of sugar at the expense of intensification sulphitation intermediates of sugar production

Реферат. Применяемое для проведения сульфитации оборудование должно обеспечивать высокую степень утилизации сернистого ангидрида, что должно позволить снизить затраты на производство сахара за счет снижения расхода серы и улучшить экологическую обстановку в районе размещения сахарного завода. Применяемые в настоящее время в качестве типового оборудования жидкостно-струйные сульфитаторы типа А2-ПСК и А2-ПСМ обладают недостатками, основными из которых являются: неудовлетворительная работа при изменении расхода обрабатываемого раствора и выброс в атмосферу не утилизируемых продуктов от сжигания серы. Модернизированный жидкостно-струйный сульфитатор с целью повышения производительности без значительных затрат, даже при изменении расхода обрабатываемой жидкости. Положительный результат при работе такого сульфитатора достигается за счет того, что камера смешивания снабжена устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в ней кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами. Сульфитатор представляет собой цилиндрический корпус, снабженный сепаратором для разделения сульфитированной жидкости и отработанного газа. К сепаратору с помощью фланцевого соединения прикреплена камера смешивания исходной жидкости и сульфитационного газа, снабженная патрубком подачи сернистого газа, размещенным внутри нее диском, имеющим пять отверстий для образования высокоскоростных струй жидкости и устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в камере кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами. Форма пальцев позволяет создать поток жидкости через отверстия диска, протекающий с высокой скоростью и поддерживать постоянное избыточное давление жидкости перед диском в камере смешивания. При изменении количества жидкости, подаваемой на сульфитацию, кольцо с конусообразными пальцами перемещается, и пальцы изменяют проходное сечение отверстий, поддерживая давление производственного сахарного раствора перед диском постоянным. Это способствует улучшению контакта жидкости с газом. Разработанное устройство позволяет повысить эффективность физико-химической очистки жидких полупродуктов сахарного производства.

Summary. Applicable for sulfitation equipment should provide a high degree of utilization of sulfur dioxide, which should allow to reduce the cost of production of sugar by reducing fuel sulfur and improve the ecological situation in the placement of a sugar factory. Currently used as standard equipment the liquid-jet sulfitor type A2-PSK and A2-PSM have disadvantages, the main ones are: unsatisfactory performance when the flow solution to be treated and released into the atmosphere from the combustion products nutritionally sulfur. Modernized standard liquid spray sulfitor to improve performance without significant cost, even if the treated liquid flow. A positive result with this work sulfitor achieved due to the fact that the mixing chamber is provided with a device for controlling the flow cross section of holes disc formed as it moves in the ring attached thereto with tapered fingers. Sulfitor is a cylindrical body provided with a sulfited separator for separating liquid and flue gas. By using a separator attached flange connection mixing chamber sulfitation source liquid and a gas supply pipe provided with sulfur dioxide placed inside a disk having five openings for forming jets of high dynamic fluid flow control device and a disk hole section formed in a chamber in the movable ring attached to it, tapered fingers. The form allows the fingers to create a flow of fluid through the disc hole, flowing at high speed and maintain a constant positive pressure to drive the liquid in the mixing chamber. When changing the amount of fluid supplied to the sulfitation ring having tapered fingers moves the fingers and alter the orifice holes, maintaining the pressure of the sugar solution prior to manufacturing the disk constant. This improves the contact of the liquid with the gas. The designed device can improve the efficiency of physical and chemical treatment of liquid intermediates of sugar production.

Ключевые слова: сахарная промышленность, сульфитация, очистка диффузионного сока.

Keywords: sugar industry, sulfitation, cleaning diffusion juice.

© Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю.,
Голыбин В.А., Федорук В.А., Ткачев А.А., 2014

Традиционная технологическая схема выработки из свеклы товарного сахара-песка на российских свеклосахарных заводах предусматривает проведение сульфитации фильтрованного сока II сатурации, сиропа с клеровкой и питательной воды для диффузионного процесса. Целесообразность применения сульфитации, как элемента очистки продуктов сахарного производства, подтверждается многочисленными исследованиями [1-5]. Основная цель сульфитации заключается в обесцвечивании продуктов сахарного производства путем восстановления красящих веществ в бесцветные соединения, а также ингибировании их образования при высокотемпературном сгущении очищенного сока. При сульфитации происходит снижение щелочности и вязкости сиропа за счет замены K_2CO_3 на K_2SO_3 .

В работах И.Ф. Бугаенко [2] отмечается, что сульфитация сока позволяет снизить потери сахарозы при выпаривании очищенного сока от ее термического разложения на 0,05-0,08 %. При отсутствии сульфитации сиропа с клеровкой потери сахарозы в вакуум-аппаратах за счет термического разложения могут возрастать на 0,03-0,05 % к массе перерабатываемой свеклы.

Сульфитация сиропа проводится до pH 7,8-8,2. Таким образом, при недостаточной глубине сульфитирования сока II сатурации и сиропа суммарные неучтенные потери сахарозы на выпарной станции и в продуктовом отделении могут достигать 0,09-0,10 % к массе свеклы. Кроме этого, от соблюдения оптимальных значений pH в процессе сульфитации во многом зависит и качество готовой продукции.

Сульфитацию необходимо осуществлять для сока, полученного из свеклы с положительной натуральной щелочностью [3].

Ее следует проводить только после достижения оптимальной щелочности сока II сатурации, при которой из сока удаляется максимальное количество солей кальция. После фильтрования сок II сатурации сульфитируют до pH около 8,5.

Сульфитацию можно проводить сернистым газом и с применением химических соединений. Наибольшее обесцвечивание соков достигается при их обработке сернистым газом. При низком значении pH (7-8) обесцвечивающее действие SO_2 проявляется в большей степени, чем $NaHSO_3$. Сульфит натрия действует еще слабее, так как эта соль не снижает pH, как сернистая кислота. Особенно энергично действуют первые порции SO_2 (до 0,03-0,05 % на 100 частей сухих веществ), при дальнейшем ее

увеличении эффект обесцвечивания снижается. При использовании даже самых малых количеств диоксида серы в соке остается некоторое количество несвязанного SO_2 . Очевидно, для того чтобы шла реакция восстановления красящих веществ, необходим определенный восстановительный потенциал. Для получения заметного эффекта обесцвечивания в очищаемом соке после сульфитации должно содержаться 0,003-0,004 % избыточного SO_2 .

Рекомендуется проводить сульфитирование фильтрованного сока II сатурации так, чтобы во всех последующих концентрированных полупродуктах (сиропах, оттеках) присутствовали свободные сульфиты в количестве не менее 0,001 % к их массе, обязательное определение которых предусмотрено технологическим регламентом [6].

Сульфитация приводит к осветлению жидких полупродуктов. Так, например, цветность обрабатываемых соков уменьшается на 15-25 %, а сиропа – на 5-8 %, при этом наблюдается снижение pH обрабатываемых растворов на 0,5-0,8. Если значение pH после сульфитационной установки остается практически без изменения, что иногда наблюдается при эксплуатации низкоэффективных установок, то эффект осветления сахарных растворов уменьшается примерно в 2 раза. Это объясняется тем, что красящие вещества продуктов сахарного производства обладают индикаторными свойствами: с понижением значения pH уменьшается и интенсивность окрашивания раствора, однако индикаторный переход обратим, что обусловлено внутримолекулярным превращением вещества [1].

В производственных условиях при высокой натуральной щелочности и оптимальной щелочности сока II сатурации могут наблюдаться затруднения при уваривании утфелей. Часть сахарозы оказывается связанной остаточной щелочностью и находится в виде сахаратов, поэтому приходится для образования кристаллов сахарозы и для их роста доводить сироп до более высокой концентрации, что вызывает повышение вязкости и снижает скорость кристаллизации сахарозы. Продолжительность процесса уваривания утфеля при этом заметно увеличивается, что замедляет работу всего завода. Такие затруднения могут наблюдаться даже при переработке свеклы стандартного технологического качества, которая имеет высокую натуральную щелочность 0,03-0,04 % CaO. Снижение щелочности сока II сатурации путем пересатурирования нежелательно, так как приводит к повышен-

ному содержанию солей кальция в очищенном соке. Полученный при пересатурации бикарбонат калия при выпаривании сока разлагается с образованием карбоната калия, что приводит к повышению щелочности полупродукта.

Снижение щелочности и вследствие этого уменьшение вязкости при уваривании утфелей является столь же важной задачей сульфитации, как и обесцвечивание сока.

Механизм сульфитации заключается в следующем: сернистая кислота заменяет полностью или частично углекислоту. При этом образуется CaSO_3 вместо CaCO_3 , который выпадал бы при обработке сока II сатурации углекислотой. Частично сернистая кислота превращается в серную и возможно выпадение осадка CaSO_4 . В сахарных растворах растворимость солей CaCO_3 , CaSO_3 и CaSO_4 меньше, чем в чистых растворах и уменьшается с повышением концентрации сахарозы.

В настоящее время подкисление экстрагента для диффузионного процесса в производственных условиях осуществляется путем обработки питательной воды сернистым газом. Добавлять в воду серную кислоту нецелесообразно, т.к. для этого необходимо на промплощадке завода создать специальный участок по работе с концентрированными кислотами, использовать дорогостоящие кислотостойкие насосы, запорную арматуру и трубопроводы, тщательно соблюдать правила безопасной работы с агрессивными химическими соединениями, кроме того, повышается вероятность активной коррозии внутренних поверхностей диффузионного аппарата.

Таким образом, при обработке продуктов сахарного производства сернистым газом, образуется сернистая кислота, которая по сравнению с серной кислотой, частично обесцвечивает красящие вещества сока, что препятствует дальнейшему нарастанию цветности на последующих участках основного производства, особенно при повышенных температурах, снижает вязкость получаемых соков и сиропов. Это способствует сокращению времени уваривания утфелей и, как следствие, снижению неучтенных потерь сахарозы от термохимического разложения, приводит к интенсивному подавлению жизнедеятельности микроорганизмов (стерилизация среды), так как сернистая кислота — эффективный антисептик.

Ухудшение работы сульфитаторов или временное прекращение сульфитации приводит к заметному увеличению цветности концентрированных сахаросодержащих продуктов на верстате завода и снижению качества то-

варного сахара-песка. Особенно это заметно при переработке свеклы пониженного качества с высоким содержанием редуцирующих веществ и аминсоединений.

Применяемое для проведения сульфитации оборудование должно обеспечивать высокую степень утилизации сернистого ангидрида, что должно уменьшить затраты на производство сахара за счет снижения расхода серы и улучшить экологическую обстановку в районе размещения сахарного завода. Типовые жидкостно-струйные сульфитаторы типа А2-ПСК и А2-ПСМ обладают недостатками, основными из которых являются: неудовлетворительная работа при изменении расхода обрабатываемого раствора и выброс в атмосферу не утилизируемых продуктов от сжигания серы.

С учетом существенного влияния работы станции сульфитации полупродуктов сахарного производства на их качественные показатели нами предложена техническая модернизация типовых сульфитаторов с целью повышения производительности без значительных затрат, обеспечивающая высокие степени утилизации диоксида серы при изменении расхода обрабатываемой жидкости [7].

Положительный результат при работе такого сульфитатора достигается за счет того, что камера смешивания снабжена устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в ней кольца с прикрепленными к нему конусообразными пальцами (рисунок 1).

На рисунке 1 схематично изображен общий вид сульфитатора сбоку, диск с отверстиями и устройство регулирования проходного сечения последних.

Сульфитатор представляет собой цилиндрический корпус 1, снабженный сепаратором 2 для разделения сульфитированной жидкости и отработанного газа. К сепаратору с помощью фланцевого соединения прикреплена камера 3 смешивания исходной жидкости и сульфитационного газа, снабженная патрубком 4 подачи сернистого газа, размещенным внутри нее диском 5, имеющим пять отверстий 6 для образования высокودинамичных струй жидкости и устройством регулирования проходного сечения отверстий диска, выполненным в виде перемещаемого в камере кольца 7 с прикрепленными к нему конусообразными пальцами 8. Форма пальцев позволяет создать поток жидкости через отверстия диска, протекающий с высокой скоростью и поддерживать постоянное избыточное давление жидкости перед диском в камере смешивания.

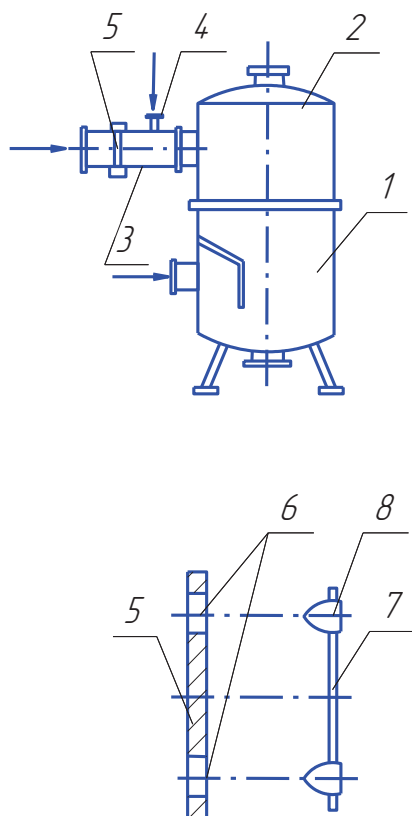


Рисунок 1. Аппарат для сульфитации жидкости

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бугаенко И.Ф., Тужилкин В.И. Общая технология отрасли. Научные основы технологии сахара. Часть 1. ГИОРД, 2007. 512 с.
- 2 Бугаенко И.Ф. Анализ потерь сахара в сахарном производстве и пути их снижения. Курск, 1994. 127 с.
- 3 Молодницкая Е.Н., Мищук Р.Ц., Штангеев В.О. Эффективность сульфитации полупродуктов сахарного производства // Сахар. 2010. № 11. С. 44-46.
- 4 Нагорная В. А. Оптимальные условия проведения очистки соков в свеклосахарном производстве. Киев, 1981. 71 с.
- 5 Сапронов А. Р. Технология сахарного производства. М.: Колос, 1998. 495 с.
- 6 Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства, п. 12, 18.
- 7 Патент № 2282663, RU, C2 7 C 13 D 3/10 Сульфитатор / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Филатов Н.С. № 2004129231/13; Заявл. 2004129231; Оpubл. 27.08.2006, Бюлл. № 24.

При изменении количества жидкости, подаваемой на сульфитацию, кольцо 7 с конусообразными пальцами 8 перемещается, и пальцы изменяют проходное сечение отверстий 6, поддерживая давление производственного сахарного раствора перед диском постоянным. Это способствует улучшению контакта жидкости с газом.

Разработанное устройство позволяет повысить эффективность процесса сульфитации жидких полупродуктов сахарного производства. Это является обязательным условием минимизации накопления несахаров при проведении завершающих операций в кристаллизационном отделении, что положительно скажется на качестве готовой продукции – сахаре-песке.

REFERENCES

- 1 Bugaenko I.F., Tuzhilkin V.I. Obshchaya tekhnologiya otrasli. Nauchnye osnovy tekhnologii sakhara. Chast' I [General technology industry. Scientific bases of technology of sugar. Part 1]. Moscow, GIORД, 2007. 512 p. (In Russ.).
- 2 Bugaenko I.F. Analiz poter' sakhara v sakharnom proizvodstve i puti ikh snizheniia [Analysis of loss of sugar in sugar production and ways to reduce them]. Kursk, 1994. 127 p. (In Russ.).
- 3 Molodnitskaia E.N., Mishchuk R.Ts., Shtangeev V.O. Efficiency sulphitation intermediates of sugar production. *Sakhar*. [Sugar], 2010, no. 11, pp. 44-46. (In Russ.).
- 4 Nagornaia V.A. Optimal'nye usloviia provadaniia ochistki sokov v sveklosakharnom proizvodstve [Optimal conditions for purification of juice in sugar beet production]. Kiev, 1981. 71 p. (In Russ.).
- 5 Sapronov A.R. Tekhnologiya sakharnogo proizvodstva [Technology of sugar production]. Moscow, Kolos, 1998. 495 p. (In Russ.).
- 6 Instruktсия po khimiko-tekhnicheskomu kontroliu i uchetu sakhsrnogo proizvodstva [Instructions for chemical-technical control and accounting of sugar production]. § 12, 18. (In Russ.).
- 7 Golybin V.A., Zelepukin Iu.I., Filatov N.S. Sul'fitator [Sulfitator]. Patent RF, no. 2282663, 2006. (In Russ.).