

Уменьшение загрязнения окружающей среды от выбросов сатурационного газа в сахарной промышленности

Виталий Пономаренко, Цветан Димитров, Николай Пушанко

Environmental pollution reduction from saturatsionny bursts gas in sugar industry. The review of a status of the equipment for a saturation of sugar solutions from the point of view of influence it on environment is provided. The conclusion is drawn on its mismatch to the modern standards in environmental sphere. Construction of a section saturator with the first ejector step that will allow to reduce harmful effects of bursts is offered.

Keywords: saturation saturation device, carbon dioxide, ejector, utilization coefficient.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные способы очистки сахарного раствора от несахаров базируются на применении наиболее эффективных и дешевых реагентов: извести и сатурационного газа, которые получают при обжиге известняка. При таком способе сахарные растворы имеют удовлетворительную степень очистки (удаляется до 40% несахаров), что позволяет проводить процесс кристаллизации.

Работа газовой печи определяется необходимостью обеспечения завода известью в количестве 2,5...3,5% к массе свеклы для осуществления процессов преддефекации и дефекации с целью химической очистки сахаросодержащего раствора и сатурационного газа, концентрацией 32-35% CO₂ для первой и второй сатурации. При сатурации сахарных растворов происходит физико-химическая очистка сахаросодержащего раствора от несахаров путем их адсорбции на кристаллах карбоната кальция.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Процесс сатурации происходит в аппаратах при барботаже газа через слой сока высотой от 4 метров, что считается типовым способом. Коэффициент использования CO₂ в аппаратах первой сатурации составляет около 60-65%, а в аппаратах второй сатурации и того ниже 50-55% [1].

Отработанный сатурационный газ из аппаратов традиционно удаляется в атмосферу. Газ содержит значительное количество неиспользованного CO₂, имеет высокую температуру (около 78°C на первой сатурации и около 100°C на второй сатурации), насыщен парами воды до состояния равновесия при этих температурах. Если учесть, что сатурационного газа согласно материального баланса и с учетом коэффициента использования CO₂ на первой сатурации расходуется около сорока объемов к объему обрабатываемого сока (на второй сатурации около двадцати объемов), то можно подвести неутешительный итог о значительном загрязнении окружающей среды отработанным сатурационным газом и значительных потерях тепла.

На некоторых зарубежных заводах [2] предложено отработанный газ из сатурационных аппаратов направлять в конденсатор с форсунками, в котором происходит нагрев жомпрессовой воды. На сахарном заводе Бреда (Германия) производится отсос влажного пара из аппаратов первой и второй сатурации, который отводится в общую дымовую трубу завода. Анализ данного решения показывает, что кроме места вывода выбросов, загрязнение воздушного бассейна остается на прежнем уровне.

С целью увеличения использования диоксида углерода в сатурационном газе предложено увеличивать высоту барботажного слоя в сатураторах до 6 метров и выше. Экспериментально доказано, что при этом коэффициент использования CO₂ возрастает до 90% [3], т.е. для проведения процесса сатурации необходимо

меньшее количество сатурационного газа, соответственно уменьшаются и потери тепла.

Однако у такого решения существует ряд недостатков:

- увеличение затрат электроэнергии на сжатие сатурационного газа до более высокого давления;
- в связи с этим замена имеющегося оборудования на более мощное;
- увеличение высоты аппарата приводит к ухудшению гидродинамики сатуратора и увеличению среднего времени пребывания в нем сока, что однозначно ведет к ухудшению качества обработанного сока.

Для комплексного решения проблемы уменьшения загрязнения окружающей среды выбросами отработанного сатурационного газа из котлов первой и второй сатурации нами [4] предложено несколько вариантов выполнения технологической схемы. Первый вариант основывается на использовании отработанного сатурационного газа из аппарата первой сатурации во втором. Второй вариант предполагает использование отработанного сатурационного газа из аппарата второй сатурации в качестве газа для обработки сока на первой ступени первой сатурации.

Каждый из способов обладает определенными преимуществами и недостатками и может быть рекомендован заводу для внедрения после его всестороннего обследования, однако оба способа приводят к безусловно положительному результату по увеличению использования CO_2 из сатурационного газа.

Следует отметить, что возможность использования отработанного сатурационного газа из котлов сатурации указанными схемами не ограничивается. Нами проводятся работы по исследованию перспектив использования отработанного сатурационного газа на других участках сахарного завода, что способствует более полному использованию его теплового потенциала и более глубокому истощению от CO_2 .

В данной статье рассмотрен один из предлагаемых способов использования отработанного сатурационного газа из аппарата первой сатурации в качестве рабочего газа на первой ступени первой сатурации.

Разработана конструкция сатуратора, которая позволяет осуществить данный способ (рис. 1).

Установленные эжекционные аппараты позволяют за счет использования энергии рабочей струи дефекованного сока эжектировать некоторое количество пассивной среды (отработанного сатурационного газа). В камере смешения происходит химическая реакция взаимодействия между гидроксидом извести и CO_2 , что в последующем ведет к образованию кристаллического карбоната кальция и адсорбции несахаров на его поверхности. Таким образом, эжекционный аппарат является первой ступенью первой сатурации, который позволяет эжектировать газ без установок дополнительного энергопотребляющего оборудования. Кроме того, секционирование аппаратов сатурации ведет к постепенному снижению щелочности сока, что приводит к повышению его качества.

Работает аппарат следующим образом.

Дефекованный сахаросодержащий раствор под давлением 0,2-0,4 МПа по патрубку 8 подается в активное сопло эжектора 7. Отработанный сатурационный газ с расширенной верхней части сатуратора 3 концентрацией CO_2 12-15% патрубком 9 втягивается в приемную камеру эжектора. В эжекционном аппарате между растворенной известью и CO_2 происходит химическая реакция с образованием молекулярного карбоната кальция CaCO_3 . После достижения предела растворимости он образует кристаллическую структуру. В этот момент он имеет наибольшую адсорбционную способность и обуславливает высокую эффективность очистки сахарного раствора от несахаров.

Соко-газовая смесь с эжекционного аппарата патрубком 6 подается в нижнюю часть циркуляционной трубы 4, по которой сатурационный газ барботирует через слой сока и после прохождения каплеотбойника 12 патрубком 13 удаляется в атмосферу. Концентрация CO_2 на выходе будет минимальной, поскольку его абсорбция последовательно происходила как в камере смешивания эжекционного аппарата, так и в циркуляционной трубе. Увеличение использования диоксида углерода приводит к уменьшению объемов сатурационного газ, который необходим для достижения конечной щелочности сока, и соответственно уменьшаются и потери тепла с обработанным газом.

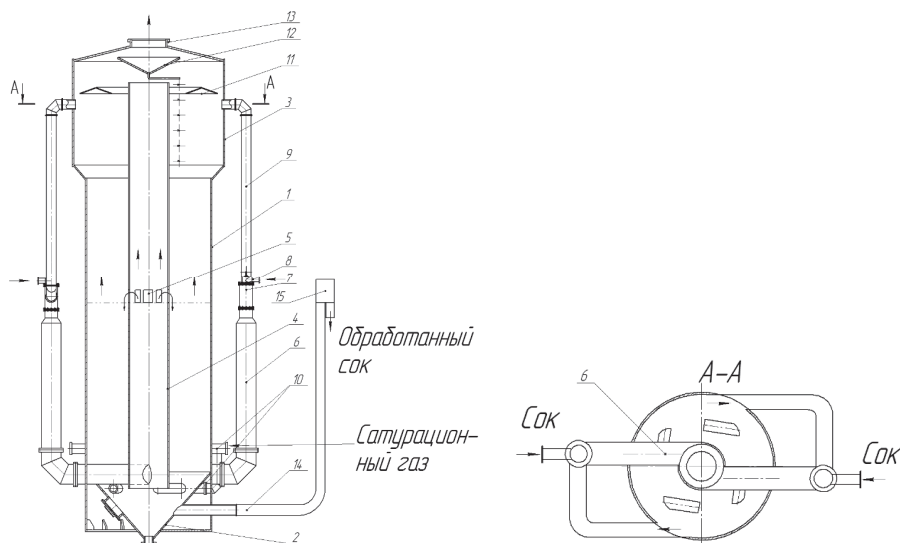


Рис. 1 Аппарат первой сатурации с первой эжекционной ступенью:

1 - цилиндрический корпус; 2 - коническое днище; 3- расширенная верхняя часть; 4-циркуляционная труба; 5-отверстия; 6-трубопровод подачи соко-газовой смеси; 7-эжектор; 8-подвод дефекованого сока в эжектор; 9-патрубок подвода отработанного сатурационного газа в эжектор; 10-патрубок подвода сатурационного газа с печи; 11,12-каплеотбойники; 13-патрубок удаления отработанного сатурационного газа в атмосферу; 14-патрубок вывода обработанного сока; 15-переливной ящик

Частично обработанный сок через вырезы 5 в циркуляционной трубе 4 переливается в барботажную часть сатуратора, которая образована цилиндрическим корпусом 1 и циркуляционной трубой 4. Здесь продолжается химическая реакция между $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и CO_2 с образованием молекулярного карбоната кальция, вследствие чего происходит рост образованных в эжекционном аппарате кристаллов CaCO_3 с одновременной адсорбцией несахаров, находящихся в растворе. Поскольку образование центров кристаллов CaCO_3 состоялось одновременно в эжекционном аппарате, то и их рост происходит в одинаковых условиях, что гарантирует их равномерный гранулометрический состав и является условием высокой фильтрационной способности такого осадка. В барботажной части сатуратора происходит обработка сока до конечной щелочности сатурационным газом из печи с концентрацией CO_2 30-35%, который подается в нижнюю часть сатуратора через трубки 10.

Полностью обработанный раствор патрубком 14 отводится на переливной ящик 15, из которого он попадает на дальнейшую обработку согласно технологической схемы.

Согласно наших данных при проведении сатурации в эжекторе в течение нескольких секунд двадцатипроцентная степень карбонизации является закономерной, несмотря на наличие в сахарном соке значительно большего количества извести. Это объясняется тем, что такое количество извести находится в растворенном состоянии, а остальная часть в виде суспензии. То есть лимитирующей стадией при проведении быстрой сатурации является растворение извести в сахарном растворе.

Расчет эжектора не вызывает затруднений и известен из литературы [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный сатуратор может быть использован в качестве аппарата первой или второй сатурации. Использование эжектора в качестве первой ступени сатуратора позволяет в течение нескольких секунд предварительно обработать сок с 20-процентной степенью карбонизации, что приводит к образованию центров кристаллизации карбоната кальция с высокой адсорбционной способностью. В барботажной секции сатуратора продолжается рост этих кристаллов с одновременной адсорбцией несахаров. Таков механизм получения соков высокой степени очистки.

В качестве газа для сатурации сахарного сока на первой ступени сатуратора является отработанный сатурационный газ из барботажной части сатуратора, концентрация CO_2 в котором составляет 12...15%. Использование эжекторного аппарата позволяет эжектировать необходимое количество газа и эффективно провести массопередачу. Затраты энергии при этом минимальны.

Повышение коэффициента использования CO_2 из сатурационного газа снижает загрязнение воздуха и тепловые выбросы в атмосферу.

Модернизация аппаратов сатурации может быть осуществлена силами сахарного завода.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Штангеев В.О. , В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий и др, Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства, В 2-х ч., Киев, Украины, 2003. 352 с.

[2] Разладин Ю.С., Справочное пособие по экономии топливных энергоресурсов на предприятиях пищевой промышленности. Киев, Щек, 2010. 582 с.

[3] Карташов А.К., Л.И. Онишко, В.Н. Щеголев и др, Повышение утилизации углекислого газа в типовых сатураторах, Сахарная промышленность, 1970, 6, 29-31

[4] Ponomarenko V., Ejection devices in mass transfer processes of sugar industry. N. LAP LAMBERT Academic Publishing ist ein Imprint der / is a trademark of OmnisScriptum GmbH & Co. KG, ISBN: 978-3-659-47763-8, Saarbrucken, 2014, p. 48

[5] Лямаев Б.Ф. Гидроструйные насосы и установки, Ленинград, Машиностроение, 1988. 256 с.

Для контактов:

К.т.н. доцент Виталий Пономаренко, кафедра технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования, Государственное высшее учебное заведение "Национальный университет пищевых технологий", г. Киев, Украина, тел: (097) 948-47-20, e-mail: vponomarenkov@ukr.net.

Доклад был рецензирован