

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ САТУРАЦИИ ДВУХСЕКЦИОННОГО САТУРАТОРА

Петров С.М., Клинов А.А., Сухарева А.С.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)», Москва, s.petrov@mgutm.ru, klinchick98@gmail.com, 89255269733@mail.ru

Недостатками используемых в сахарной промышленности сатураторов являются неполная утилизация диоксида углерода сатурационного газа, недостаточный эффект адсорбционной очистки дефекованного раствора, низкие седиментационные и фильтрационные свойства сатурационного осадка. Для устранения указанных недостатков предложена сатураторная установка, обладающая зонтом для улавливания отработанного сатурационного газа. Собранный зонтом газ подаётся в ёмкость для обработки дефекованного раствора отработанным сатурационным газом. Конструкция сатуратора позволяет повысить степень использования диоксида углерода до 90-95%.

Ключевые слова: сатурационный газ, газораспределитель, диоксид углерода, дефекованный раствор, каплеотбойник.

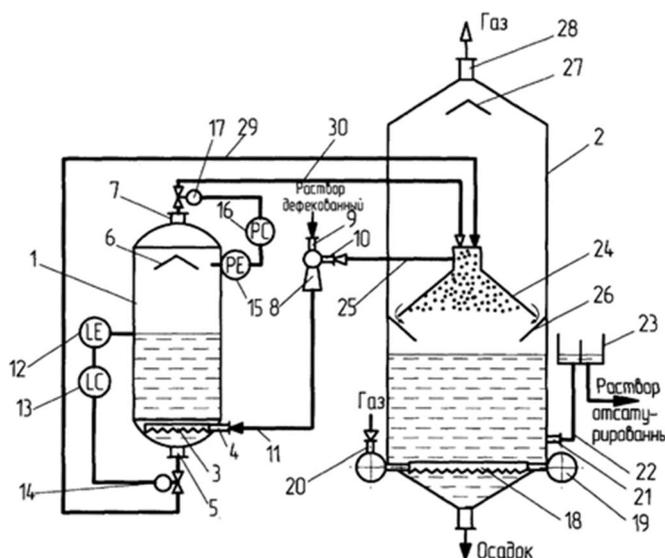
MANAGEMENT OF THE PROCESS OF PRELIMINARY SATURATION OF A TWO-SECTION SATURATOR

Petrov S.M., Klinov A.A., Sukhareva A.S.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)», Moscow, s.petrov@mgutm.ru, klinchick98@gmail.com, 89255269733@mail.ru

The disadvantages of the saturators used in the sugar industry are the incomplete utilization of carbon dioxide of the saturation gas, the insufficient adsorption effect of the defecated solution, low sedimentation and filtration properties of saturation sediment. To eliminate these shortcomings, a saturator installation is proposed, which has an umbrella for trapping exhausted saturation gas. The gas collected by the umbrella is fed into the tank for processing the defecated solution with the spent saturation gas. The design of the saturator allows to increase the degree of use of carbon dioxide to 90-95%.

Key words: saturation gas, gas distributor, carbon dioxide, defecated solution, droplet eliminator.



Сатураторная установка включает ёмкость 1 для обработки дефекованного раствора отработанным сатурационным газом и ёмкость 2 для обработки свежим сатурационным газом [1].

Ёмкость 1 выполнена герметичной и снабжена в нижней части газораспределителем 3 с патрубком 4

для подвода жидкостно-газовой смеси дефекованного раствора с отработанным

сатурационным газом, а также патрубком 5 для отвода предварительно отсатурированного раствора. В верхней части емкости установлен каплеотбойник 6, над которым расположен патрубок 7 для отвода, отработанного сатурационного газа вместе с уносимыми каплями раствора. Емкость 1 снабжена снаружи струйным насосом 8, имеющим патрубки 9 для подвода дефекованного раствора и 10 для подвода отработанного сатурационного газа. Выходной трубопровод 11 струйного насоса 8 присоединен через патрубок 4 к газораспределителю 3. При этом емкость 1 снабжена системой автоматического регулирования откачки предварительно отсатурированного раствора, включающей датчик уровня раствора 12, соединенный с регулятором 13 и исполнительным механизмом 14 регулирующего органа, смонтированного на патрубке 5 для отвода предварительно отсатурированного раствора. Кроме того, емкость 1 снабжена также системой автоматического регулирования давления в наджидкостном пространстве, включающей датчик давления отработанного сатурационного газа 15, соединенный с регулятором 16 и исполнительным механизмом 17 регулирующего органа, смонтированного на технологическом патрубке 7 отвода отработанного сатурационного газа.

Емкость 2 снабжена газораспределителем 18, расположенным в ее нижней части. Для подачи газа в газораспределитель 18 предназначен кольцевой коллектор 19, имеющий патрубок 20 для подвода свежего сатурационного газа. Патрубок 21 и трубопровод 22 с контрольным ящиком 23 служат для отвода отсатурированного раствора. В наджидкостном пространстве емкости 2 установлен с зазором относительно нее зонт 24 для улавливания отработанного сатурационного газа, полость которого сообщена трубопроводом 25 с патрубком 10 для подвода отработанного сатурационного газа к струйному насосу 8. Под нижней кромкой зонта 24 и с зазором относительно нее установлена коническая тарелка 26, закрепленная верхней кромкой к внутренней поверхности емкости 2, предназначенная для стекания раствора в нижнюю часть емкости. В верхней части емкости 2 имеются каплеотбойник 27 и патрубок 28 для отвода, отработанного сатурационного газа, возвращаемого из емкости 1.

Емкости 1 и 2 соединены друг с другом трубопроводом 29 для перелива предварительно отсатурированного раствора и трубопроводом 30 для возвращения не отделенных каплеотбойником 6 капель раствора, уносимых из емкости 1 вместе с отработанным сатурационным газом. Выходные концы обоих трубопроводов 29 и 30 расположены над вершиной зонта снаружи.

Установка работает следующим образом. Дефекованный раствор подают в струйный насос 8 под давлением через патрубок 9. В струйном насосе раствор приобретает большую скорость, кинетическая энергия раствора возрастает, а потенциальная уменьшается. При

этом давление снижается и становится меньше атмосферного, то есть в трубопроводе 25 возникает разрежение. Вследствие разрежения отработанный сатурационный газ, улавливаемый под зонтом 24 в емкости 2, отсасывается и поступает через патрубок 10 в струйный насос 8, где происходит интенсивное смешивание потока дефекованного раствора с засасываемым отработанным сатурационным газом. В результате образования пенной структуры газожидкостного потока достигается высокий коэффициент массопередачи. Эффект использования диоксида углерода из отработанного сатурационного газа усиливается за счет интенсификации процесса абсорбции, осуществляемого при избыточном давлении как в струйном насосе 8, так и в емкости 1, работающей как пневмогидравлический ресивер. Избыточное давление поддерживается с одной стороны на выходе струйного насоса, поскольку газожидкостный поток по трубопроводу 11 подается через патрубок 4 в газораспределитель 3, находящийся под слоем раствора, создающим гидростатическое давление. Гидростатическое давление поддерживается системой автоматического регулирования [3, 4] откачки из емкости 1 предварительно отсатурированного раствора. Сигнал уровня в емкости 1, измеренный датчиком уровня 12, поступает на регулятор 13, воздействующий на откачку предварительно отсатурированного раствора посредством исполнительного механизма 14. С другой стороны, избыточное давление обеспечивается системой автоматического регулирования давления в наджидкостном пространстве емкости 1. Давление стабилизируют путем измерения его датчиком 15, выходной сигнал которого подается на регулятор 16, воздействующий на отвод отработанного сатурационного газа через патрубок 7 посредством исполнительного механизма 17.

Таким образом, в емкости 1 за счет избыточного давления по газовой фазе достигается интенсификация процесса абсорбции диоксида углерода [2, 5] двумя приемами. Во-первых, собственно в струйном насосе, работающем с противодавлением, и, во-вторых, при барботировании пузырьков диоксида углерода, выходящих из газораспределителя, через слой раствора. При этом происходит интенсивное и равномерное образование мелких кристаллов карбоната кальция (CaCO_3), обладающих высокой адсорбционной способностью. В результате высокоразвитой поверхности кристаллов карбоната кальция несахара более полно адсорбируются на их поверхности.

Неоднократно использованный сатурационный газ проходит каплеотбойник 6 и вместе с частично уносимыми каплями раствора отводится из емкости 1 через патрубок 7 по трубопроводу 30, выходной конец которого расположен над вершиной зонта 24. Таким способом не отделенная каплеотбойником 6 от газовой фазы часть раствора также возвращается в емкость 2. Остаток сатурационного газа проходит через каплеотбойник 27 и выбрасывается в атмосферу через патрубок 28.

Предварительно отсатурированный раствор с центрами осадка CaCO_3 собирается в нижней части емкости 1, где происходит стабилизация частичек карбоната кальция. Из емкости 1 предварительно отсатурированный раствор переливается за счет разности давлений по трубопроводу 29 в емкость 2, поступает на вершину зонта и, переливаясь через зонт 24 и коническую тарелку 26, заполняет нижнюю часть емкости 2. При этом раствор стекает с зонта 24 на коническую тарелку 26 в виде цилиндрической завесы и создает тем самым преграду для непосредственного удаления отработанного сатурационного газа, выходящего из слоя раствора, в атмосферу через патрубок 28. В результате близкого расположения зонта 24 и конической тарелки 26 отработанный в емкости 2 сатурационный газ полностью улавливается под зонтом 24 и по трубопроводу 25 за счет разрежения засасывается на струйный насос 8.

Свежий сатурационный газ на основную обработку раствора поступает в емкость 2 через патрубок 20, кольцевой коллектор 19 и равномерно распределяется по поперечному сечению емкости газораспределителем 18. Отсатурированный раствор через патрубок 21 по трубопроводу 22 поступает в контрольный ящик 23.

Поступающий в емкость 2 раствор энергично контактирует с барботирующими ему навстречу пузырьками свежего сатурационного газа. При этом завершается процесс сатурирования, происходит дальнейший рост кристаллов CaCO_3 и щелочность отсатурированного раствора доводится до заданной конечной величины.

Таким образом, в сатураторе происходит последовательное - трехступенчатое снижение щелочности до оптимальной сатурируемого дефекованного раствора по потоку "струйный насос - емкость 1 - емкость 2". При этом карбонат кальция формируется в условиях постепенного снижения щелочности, что дает возможность более полно адсорбировать вещества, проявляющие максимальную способность к адсорбции при различном значении рН.

Конструкция сатуратора позволяет повысить степень использования диоксида углерода до 90-95% за счет абсорбции CO_2 из уже отработанного сатурационного газа в емкости 1 при избыточном давлении. При этом абсорбируемый из сатурационного газа диоксид углерода используется для образования в дефекованном растворе уже на входе в емкость 1 центров осадка CaCO_3 . Обеспечение необходимого количества центров осадка CaCO_3 может быть достигнуто за счет регулирования расхода раствора на установку.

Наличие центров осадка CaCO_3 в растворе ускоряет кристаллизацию образующегося при сатурации карбоната кальция, что препятствует образованию золя, а затем и геля CaCO_3 и обеспечивает получение растворов с хорошими фильтрационно-седиментационными свойствами.

Использование предлагаемой установки дает возможность:

- повысить степень использования диоксида углерода сатурационного газа за счет интенсификации процесса абсорбции CO₂ при избыточном давлении и добиться практически полной его утилизации;
- улучшить эффект адсорбционной очистки сахаросодержащего раствора в результате лучшей адсорбции несахаров дефекованного сока или клеровки сахара-сырца при трехступенчатой сатурации;
- улучшить фильтрационные и седиментационные свойства сатурационного осадка;
- значительно уменьшить унос воды и потери теплоты из сатуратора в атмосферу вместе с водяным паром, удаляемым с отработанным сатурационным газом.

Литература

1. Патент на изобретение RU 2236470. УСТАНОВКА ДЛЯ САТУРАЦИИ САХАРСОДЕРЖАЩЕГО РАСТВОРА / Яцковский П.В., Усыченко В.Н., Петров С.М., Подгорнова Н.М., Фурсов В.М., Гудзь Ю.А. Оpubл. 20.09.2004. Заявка № 2003104212/13 от 12.02.2003.
2. Благовещенская М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. Учеб. для вузов/М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин - М.: Высш. шк., 2005.- 768 с.
3. Волошин З.С. Автоматизация сахарного производства / З. С. Волошин, Л. П. Макаренко, П. В. Яцковский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1990. - 271 с.
4. Еременко Б.А. Автоматическое управление процессами свеклосахарного производства / Б. А. Еременко. - Москва : Пищевая промышленность, 1976. - 223 с.
5. В. Wayne Bequette Process Control: Modeling, Design, and Simulation Publisher: Prentice Hall PTR Pub Date: December 26, 2002 ISBN: 0-13-353640-8 Pages: 769