

УДК 664.1

UDC 664.1

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

Processes and machines of Agroengineering systems

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ  
КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СУЛЬФИТАЦИОННЫХ УСТАНОВОК,  
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА  
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ  
СВЕКЛОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MAIN  
CONSTRUCTIVE CHARACTERISTICS OF  
SULFITATION APPARATUS OPERATED AT  
RUSSIAN SUGAR BEET FACTORIES**

Городецкий Владимир Олегович  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 6930-7589

Gorodetsky Vladimir Olegovitch  
Cand. Tech. Sci., RISC SPIN-code: 6930-7589

Семенихин Семён Олегович  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 1048-7200

Semenikhin Semen Olegovitch  
Cand. Tech. Sci., RISC SPIN-code: 1048-7200

Люсий Игорь Николаевич  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 9380-3390

Lyciy Igor Nikolaevitch  
Cand. Tech. Sci., RISC SPIN-code: 9380-3390

Даишева Наиля Мидхатовна  
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 4679-7994

Daisheva Nailya Midhatovna  
Cand. Tech. Sci., RISC SPIN-code: 4679-7994

Котляревская Наталья Ивановна  
РИНЦ SPIN-код: 4396-7630

Kotlyarevskaya Natalia Ivanovna  
RISC SPIN-code: 4396-7630

Усманов Мирсабир Мирабзалович  
РИНЦ SPIN-код: 7918-2949

Usmanov Mirsabir Mirabzalovitch  
RISC SPIN-code: 7918-2949

[kisp@kubannet.ru](mailto:kisp@kubannet.ru)

[kisp@kubannet.ru](mailto:kisp@kubannet.ru)

*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2*

*Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing – the branch of the FSBSI «North-Caucasian Federal Scientific Center of Gardening, Viticulture, Winemaking», Russia, 350072, Krasnodar, Topolinaya alleya, 2*

Сульфитация полупродуктов сахарного производства имеет весомое влияние на протекание процессов в переработке как сахарной свеклы, так и тростникового сахара-сырца. Недостаточная степень адсорбции сернистого ангидрида оказывает негативное воздействие как на окружающую среду, так и на технический персонал, в случае попадания его в производственные помещения, вызванного не столько нештатными ситуациями, сколько недостатками применяемого оборудования. В статье рассмотрены основные типы конструкций сульфитационных установок, применяемых в сахарной промышленности, приведены их эскизы, описаны их преимущества и недостатки

Sulphitation of semiproducts of sugar production has a significant influence on the course of processes in the refining of both sugar beet and cane sugar. The insufficient degree of adsorption of sulfurous anhydride has a negative impact on the environment as well as on the technical staff, if it gets into production premises, caused not so much by contingencies, but by shortcomings in the equipment used. In the article, we describe the main types of constructions of sulphitation devices used in the sugar industry, their drafts are shown, their advantages and disadvantages are considered

Ключевые слова: СВЕКЛОСАХАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, САХАРОЗА, СУЛЬФИТАЦИЯ, СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД, АДСОРБЦИЯ

Keywords: SUGAR BEET PROCESSING, SUCROSE SULFITATION, SULFUR ANHYDRIDE, ADSORPTION

Doi: 10.21515/1990-4665-136-002

Сульфитации полупродуктов свеклосахарного производства, а также клеровок тростникового сахара-сырца на большинстве заводов Российской Федерации уделяется недостаточно внимания со стороны инженерно-технологического персонала, ввиду чего зачастую невозможно стабилизировать значение рН обрабатываемого полупродукта или экстрагента, что, в свою очередь, приводит к нивелированию плюсов сульфитационной обработки. Известно, что проведение сульфитации соков в неоптимальных условиях может приводить к пятикратному нарастанию цветности на выпарной установке, одновременно увеличивая потери сахарозы от термохимического разложения на уровне 0,7 и даже 1,0 % к массе свеклы [1].

В случае с проведением сульфитационной обработки полупродуктов сахарного производства в оптимальных условиях, достигается положительное влияние на протекание технологических процессов на всех стадиях переработки сахарной свеклы, а именно:

- уменьшаются неучтенные потери сахарозы при её извлечении из свекловичной стружки диффузией и сгущении сахаросодержащих растворов;

- снижается щелочность соков при переработке сахарной свеклы, изначально имеющей высокую натуральную щелочность, на 10-20 %;

- обеспечивается осветление полупродуктов, а именно, снижается цветность соков на 15-25 %, а сиропов – на 5-8 %;

- предотвращается нарастание цветности, что обеспечивает повышение качества и выхода готовой продукции;

- снижается рН обрабатываемых полупродуктов на 0,5-0,8 ед.

Большое значение для достижения высокой эффективности сульфитационной обработки, помимо средств регулирования процессом оказывают также конструктивные характеристики применяемых сульфитационных установок, так как именно от них зависят

эффективность абсорбции сернистого ангидрида и стабильность значения рН сульфитированного полупродукта.

Применяемые в сахарной промышленности сульфитаторы разделяются на три основных типа: барботерные, оросительные и жидкостно-струйные [2].

Конструкция сульфитатора барботерного типа (ранее назывались слоевыми) представляет собой цилиндрический резервуар с установленным в нижней его части газораспределительным устройством. Жидкость в нем находится постоянно и её уровень обычно составляет 2,5-3,0 м. При такой конструкции движение фаз идет по противоточной схеме абсорбции, а это в теории должно обеспечивать более полное извлечение компонента из парогазовой смеси по сравнению с прямоточной схемой [3]. Однако, практическое применение барботерной конструкции в условиях сахарной промышленности показало, что степень абсорбции сернистого ангидрида обеспечивается на низком уровне [2]. Кроме этого, требуется установка перед серосжигательной печью компрессоров для продувания газа через слой обрабатываемого полупродукта. Это способствует тому, что в момент загрузки в печь технической серы газ проникает в производственное помещение.

Оросительные сульфитаторы также имеют цилиндрическую форму с установленным в нижней части газораспределительным устройством, однако, обрабатываемый полупродукт подается сверху через распределитель, а внутри корпуса имеются решетки или специальные насадки, способствующие лучшему контактированию с сернистым ангидридом, повышая степень его абсорбции. В этих сульфитаторах, ввиду отсутствия гидравлического сопротивления, отпадает необходимость в нагнетании воздуха компрессором и, как следствие, сернистый ангидрид имеет меньшую вероятность попадания в производственное помещение. Тем не менее, абсорбция также как и в барботерных сульфитаторах

проходит по противоточной схеме. Кроме этого, при высокой производительности завода (от 5000 т свеклы в сутки) возникает необходимость в установке вентилятора для более равномерной подачи сернистого ангидрида в аппарат. Эскизы конструкций сульфитаторов барботерного и оросительного типов представлены на рисунке 1.

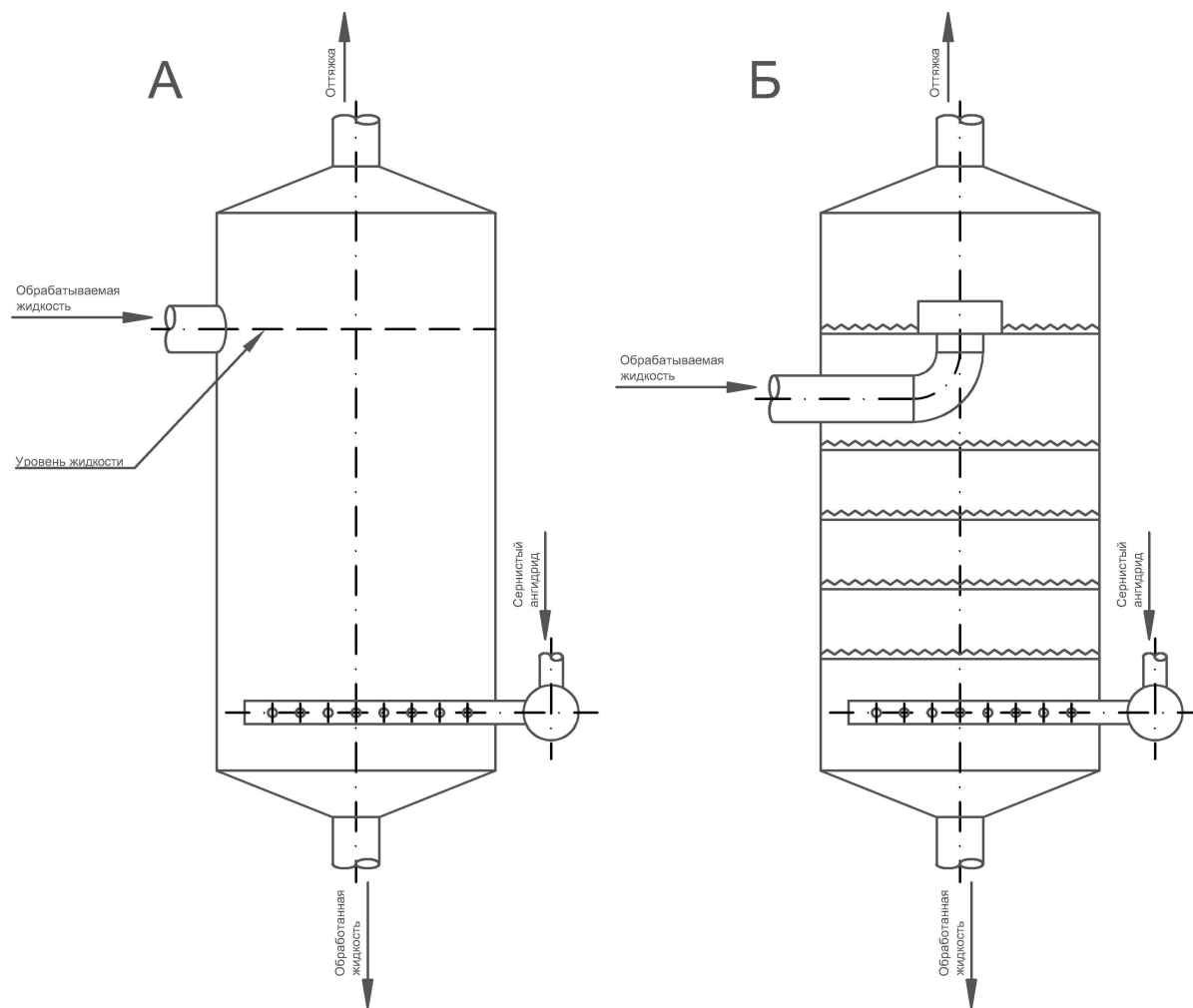


Рисунок 1 – Эскизы конструкций сульфитаторов барботерного (А) и оросительного (Б) типов

Однако, более эффективными являются конструкции сульфитаторов жидкостно-струйного типа. Обрабатываемый полупродукт подается насосом в сульфитатор, где через диск с расчетным диаметром отверстий происходит его распыление и последующее контактирование с сернистым ангидридом, засасываемым из серосжигательной печи за счет

эжекции, создаваемой потоком жидкости. После этого газожидкостная смесь тангенциально поступает в дегазатор и направляется дальше по технологической линии. Указанная конструкция кроме того, что более эффективна, чем барботерная и оросительная, так как абсорбция идет на большей поверхности контактирования из-за диспергирования потока жидкости в капли при проходе через отверстия диска, имеет также более компактное расположение и не нуждается в каком-либо дополнительном нагнетательном оборудовании.

Тем не менее, жидкостно-струйные сульфитаторы классической конструкции не лишены недостатков. Так, нестабильность количества обрабатываемого полупродукта, которое из-за различных производственных ситуаций может составлять 50-120 % от заданного, может приводить к выбросу газа из серосжигательной печи ввиду недостаточности создаваемого в сульфитаторе разрежения. Кроме этого, недостаточное время контактирования не обеспечивает высокую абсорбцию сернистого ангидрида, ввиду чего происходит его выброс в атмосферу через оттяжку.

С целью устранения указанных недостатков жидкостно-струйная конструкция была усовершенствована (Патент РФ № 124680), в результате чего была повышена степень разрежения в сульфитаторе, а также обеспечено увеличение времени контактирования, достаточное для практически полной абсорбции сернистого ангидрида. В усовершенствованном сульфитаторе подвод газа осуществляется за соплом и распыляемый поток обрабатываемой жидкости повышает степень эжекции, активно увлекая сернистый ангидрид из серосжигательной печи. Удлиненный корпус, в свою очередь, увеличивает время их контактирования, что обеспечивает практически полную абсорбцию [4].

Эскизы классической и усовершенствованной конструкций сульфитаторов жидкостно-струйного типа представлены на рисунке 2.

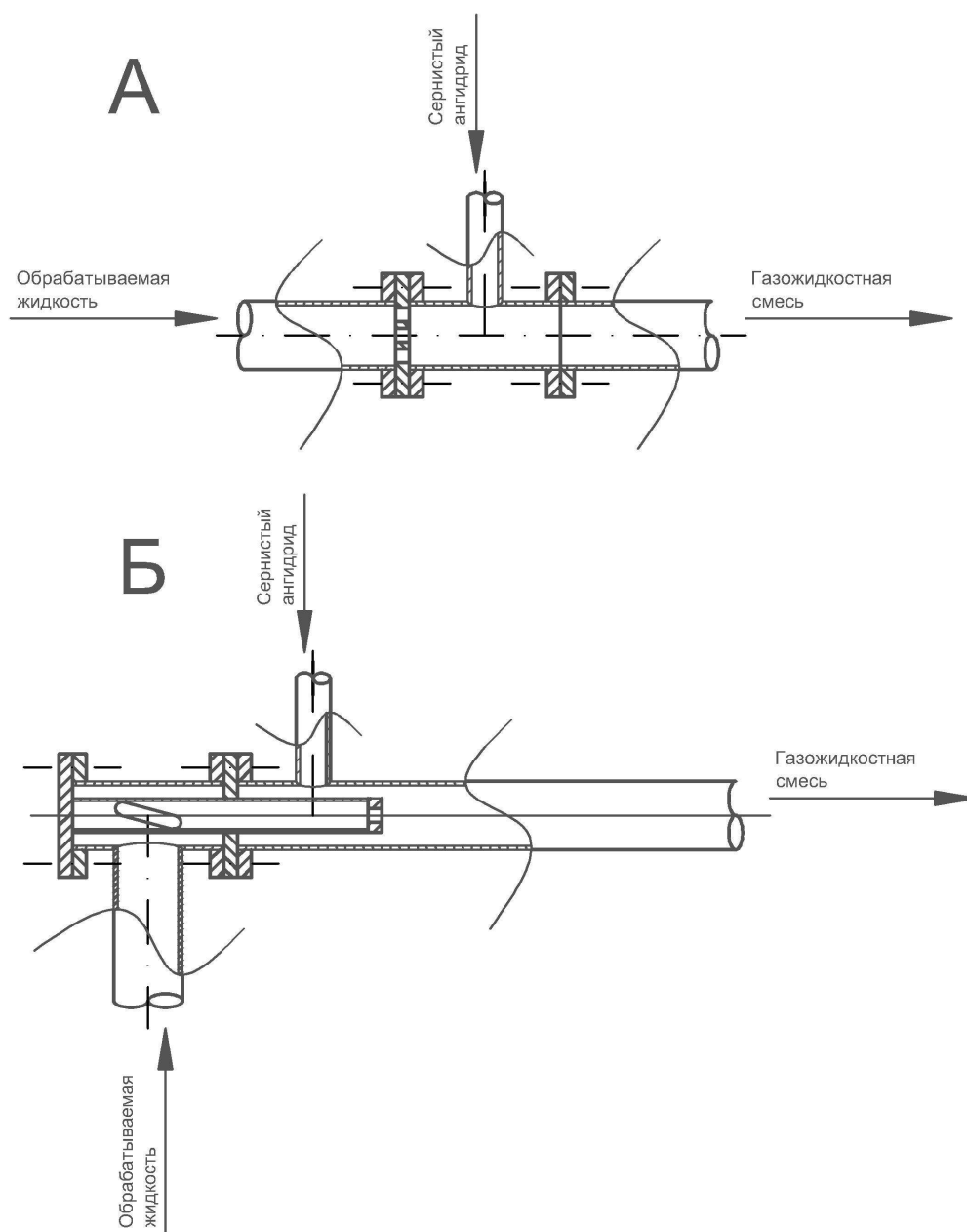


Рисунок 2 – Эскизы классической (А) и усовершенствованной (Б) конструкций сульфаторов жидкостно-струйного типа

Следует отметить, что с недавнего времени в ГОСТ 33222-2015 на сахар белый включен до этого не регламентируемый уровень остаточного содержания сернистого ангидрида, который не должен превышать 15 мг/кг. Согласно директив ЕС 73/437/ЕЕС этот показатель также составляет не более 15 мг/кг, а Совета Европы с марта 1998 года – не более

10 мг/кг. Ввиду этого, проблема соблюдения оптимального режима сульфитационной обработки полупродуктов, а сиропа в особенности, становится достаточно острой.

Наиболее эффективным способом ее решения является использование, наряду с сульфитационной установкой, устройств, позволяющих достаточно эффективно управлять технологическим процессом. Это достигается, в частности, эксплуатацией усовершенствованной жидкостно-струйной установки с обязательным автоматизированным дозированием сжигаемой технической серы, циклоном-дожигателем, предотвращающим попадание «недопала» в обрабатываемый полупродукт, наличием контура возврата сульфитированного полупродукта, в случае если снижение значения рН необходимо проводить на величину больше 1,0, а также для придания ему высокой буферности.

### Литература

1. Нагорная, В.А. Оптимальные условия проведения очистки соков в свеклосахарном производстве [Текст] / В.А. Нагорная. – Киев, 1981. – 71 с.
2. Технологическое оборудование сахарных заводов [Текст] / С.М. Гребенюк [и др.]. – М.: Колосс, 2007. – 520 с.
3. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / А.Н. Остриков [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 616 с.
4. Пат. № 124680 Российская Федерация. Установка для сульфитации жидкостей сахарного производства [Текст] / Ю.И. Молотилин, В.О. Городецкий; заявл. 12.10.2011 г.; опубл. 10.02.2013 г.

### References

1. Nagornaja, V.A. Optimal'nye uslovija provedenija ochistki sokov v sveklosaharnom proizvodstve [Tekst] / V.A. Nagornaja. – Kiev, 1981. – 71 s.
2. Tehnologicheskoe oborudovanie saharnyh zavodov [Tekst] / S.M. Grebenjuk [i dr.]. – M.: Koloss, 2007. – 520 s.
3. Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv [Tekst] / A.N. Ostrikov [i dr.]. – SPb.: GIORD, 2012. – 616 s.
4. Pat. № 124680 Rossijskaja Federacija. Ustanovka dlja sul'fitacii zhidkostej saharного proizvodstva [Tekst] / Ju.I. Molotilin, V.O. Gorodeckij; zajavl. 12.10.2011 g.; opubl. 10.02.2013 g.