

**Орган Министерства пищевой промышленности СССР и Центрального правления
научно-технического общества пищевой промышленности**

УДК 664.126.1.053

Вакуум-аппарат А2-ПВУ-40

**В. Т. ГАРЯЖА, В. Р. КУЛИНЧЕНКО,
Ю. Г. АРТЮХОВ Б.Г. ДИДУШКО,**

КТИПП

**Г. Я. ПУЗИКОВ, М.И. ТИМКОВСКИЙ
С.С. ЧЕРНЯК**

Елгавский сахарный завод

А.К. СТРАУТНИЕКС

Минпищепром Латвийской ССР

В.З. ШАПРАН, В.Д. СЫЧЕВ

Укрниипродмаш

Б.А. ГУРСКИЙ, Н.А. МАКАРЕНКО

Смелянский машиностроительный завод

Анализ исследований интенсификации процессов тепло- и массообмена путем вдувания пара или газа [1, 5] позволил разработать основные принципы усиления циркуляции в вакуум- аппаратах периодического действия [4]. Проведенные на Елгавском сахарном заводе экспериментальные исследования на аппарате импортной поставки емкостью 250 гл с двухкамерной теплоотдающей поверхностью подтвердили, что гидродинамический метод усиления циркуляции является перспективным, способствует повышению технико-эксплуатационных показателей работы вакуум-аппарата. Исследования выполнены в период свеклосахарного производства по трехпродуктовой схеме и в период переработки сахара-сырца по четырехпродуктовой схеме уваривания утфелей; и в обоих случаях получены положительные результаты [1, 4].

На основании экспериментальных исследований и договора о творческом содружестве между коллективами КТИППа, Елгавского сахарного завода, ВНИИСПа, ПТП «Сахпромэнергонадка», Укрниипродмаша и Смелянского машиностроительного завода на базе вакуум-аппарата Ж4-ПВА-40 разработана, изготовлена и испытана новая модель аппарата аналогичного назначения А2-ПВУ-40.

Вакуум-аппарат А2-ПВУ-40 с усиленной циркуляцией гидродинамическим способом емкостью 40 т сваренного утфеля (максимальная емкость 50 т) имеет однокамерную односкатную греющую поверхность из стальных труб диаметром 102/3,5 мм, длиной 1100 мм в количестве 514 шт., с внутренней циркуляционной трубой диаметром 808 мм и внешним кольцевым циркуляционным пространством шириной 180 мм. Общая площадь тепло-отдающей поверхности составляет 187 м². Кипятильные грубы расположены в аппарате по эквидистантным окружностям. Внизу по вертикали основной греющей камеры имеется аналогичная камера высотой 140 мм предназначенная для интенсификации процессов тепло- и массообмена гидродинамическим способом при уваривании утфелей., В

кипятильных трубах этой камеры расположены патрубки с отверстиями диаметром 1 мм. ось которых направлена под углом 15° от стенки кипятильной трубы. Пар, подведенный к этой камере, направленными струями через отверстия подается в утфель, создавая дополнительный движущий напор, чем в основном достигается интенсификация процессов тепло- и массообмена. Схема узла устройства интенсификации уваривания утфелей гидродинамическим способом представлена на рисунке и является дальнейшим усовершенствованием конструкции, приведенной в работе [1].

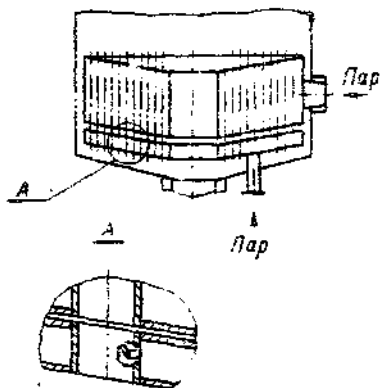


Рис. Схема установки устройства усиления циркуляции в вакуум-аппарате А2-ПВУ 40.

Испытания опытного образца вакуум-аппарата Л2-ПВУ-40 проведены в соответствии с программой и методикой по схеме, аналогичной литературе [4]. В процессе испытаний кроме измерения температуры кипения утфеля, давления греющего пара в аппарате и вдуваемого пара перед диафрагмой, разности давлений вдуваемого пара до диафрагмы и после, барометрического давления, массы конденсата и его температуры, массы сваренного утфеля.

анализов продуктов, поступающих на уваривание, и готового утфеля, проводимых лабораторией завода, были определены следующие показатели:

- массовое содержание кристаллического сахара;
- коэффициент теплопередачи по формуле

$$K = \frac{G_{гр}(i'' - i_n)}{F\phi\Delta t}, \quad (1)$$

где $G_{гр}$ – масса греющего пара, i'' – энтальпия греющего пар, i_n – средняя температура конденсата с учетом потерь в окружающую среду, $\tau_{ц}$ – активное время варки, Δt – располагаемый температурный напор, являющийся разностью между температурами пара и кипения утфеля;

–удельная производительность поверхности нагрева по сваренному утфелю по отношению к длительности активного периода варки по формуле

$$A = \frac{G_{ут}CB_{с.м}^{н}CB_{ут}}{FCB_{ут}^{н}CB_{с.м}\phi_{ц}} \quad (2)$$

и к длительности полного оборота аппарата по формуле

$$A' = \frac{G_{ут}CB_{с.м}^{н}CB_{ут}}{FCB_{ут}^{н}CB_{с.м}\phi_{п}}, \quad (3)$$

где $G_{ут}$ – масса сваренного утфеля; $CB_{с.м}^{н}$ и $CB_{ут}^{н}$ – нормальное содержание сухих веществ в сиропе (мелассе) – 65% и в утфеле – 92%; $\tau_{ц}$ – время потного цикла работы вакуум-аппарата.

–средняя производительность вакуум-аппарата

$$A_{ут} = 24A'F; \quad (4)$$

–удельный расход греющего пара по сваренному утфелю

$$g_{ут} = \frac{G_{гр}}{G_{ут}} \quad (5)$$

с учетом пара, идущего на интенсификацию процесса тепло- и массообмена

$$g'_{ут} = \frac{G_{гр} + G_{вд}}{G_{ут}}, \quad (6)$$

где $G_{вд}$ – масса вдуваемого в кипятильные трубы пара, определяемая расчетным путем по [6];

–удельная нагрузка поверхности нагрева по выпаренной воде

$$W = \frac{G_{\text{гр}}}{F\Phi_{\text{д}}}; \quad (7)$$

–гранулометрический состав кристаллов сахара в утфеле – по методике, предложенной Ю.Д. Котом и Л. Г. Белостоцким [7].

Данные испытаниз опытного образца вакуум-аппарата А2-ПВУ-40 при переработке сахара-сырца на Елгавоком сахарном заводе в период работы междуведомственной комиссии, а также заводских испытаний, предшествовавших приемочным испытаниям, и результаты ранее проведенных работ [1, 4], охватывающие периоды переработки свеклы и тростникового сахара-сырца, показали, что с применением гидродинамического способа усиления циркуляции увеличение содержания кристаллической сахарозы в сваренных утфелях I – IV продуктов, достигает 3%; цветность товарного сахара I продукта снижается более чем на 10%, линейная скорость роста кристаллов сахара увеличивается в 1,3–1,8 раза соотвеkdвенно для утфелей I и IV продукта и составляет (см. таблицу, в мм/ч).

Переработка сахара-сырца I продукт			Свеклосахарное производство II продукт		Переработка сахара-сырца IV продукт			Свеклосахарное производство III продукт	
без вдува	с вдувом	с перемешиванием	без вдува	с вдувом	без вдува	с вдувом	с перемешиванием	без вдува	с вдувом
0,192	0,270	0,216	0,088	0,130	0,0232	0,0492	0,036	0,021	0,040

Данные средней линейной скорости роста кристаллов для вакуум-аппаратов, оборудованных механическими циркуляторами (мешалками), получены при переработке сахара-сырца на заводах Америки и Западной Европы [8].

Степень неоднородности кристаллов сахара понижается на 10–28% соответственно для утфелей I–IV продуктов при переработке сахара-сырца и в свеклосахарном производстве. Расход вадуваемого пара, идущего на интенсификацию процесса, составляет 120–150 кг/час при варке утфелей различных продуктов. При этом затраты тепловой энергии равны 9,5 и 35,0 кВт·часов при уваривании соответственно утфелей I и IV продуктов.

Активное время уваривания утфелей I и IV продуктов сокращается на 11–45%, а при уваривании утфелей II и III продуктов свеклосахарного производства – на 30%.

При уваривании утфелей в вакуум-аппарате А2-ПВУ-40 коэффициент теплоотдачи по сравнению с работой аппарата без вдувания пара выше на 23% для I продукта и на 58% – для IV продукта. При переработке свеклы эти показатели выше на 60 и и 100% соответственно для утфелей II и III продуктов.

Удельная производительность поверхности нагрева по активному времени увеличивается в зависимости от увариваемого продукта и для I продукта в 1,1 раза выше в аппарате А2-ПВУ-40 по сравнению с величиной, полученной без вдувания пара, а для IV продукта – в 1,8 раза.

Удельная нагрузка поверхности нагрева по выпаренной воде для. аппарата, работающего с вдуванием пара, выше на 12 и 60%, соответственно для утфедей I и IV продуктов, что вызвано сокращением активного времени при прочих равных условиях.

Давление вдуваемого пара составляло в среднем 0,12 МПа. Это дает основание для использования при интенсификации процессов тепло- и массообмена низкопотенциальных вторичных паров II и III корпусов выпарной установки.

Применение вдувания пара интенсифицирует процесс тепло- и массообмена, а сравнительная простота конструкции позволяет широко внедрять в промышленность аппараты с усиленной циркуляцией гидродинамическим способом. Существующие на заводах вакуум-аппараты при незначительных затратах можно переоборудовать для работы с усиленной циркуляцией, при этом целесообразна конструкция устройства, приведенная в литературе [4].

Межведомственная комиссия приняла вакуум-аппарат А2-ПВУ-40 периодического действия с усиленной циркуляцией гидродинамическим способом и рекомендовала его к серийному производству. Проведенные в 1976 г. испытания вакуум-аппарата при уваривании утфелей свеклосахарного производства подтвердили полученные ранее результаты.

Список использованной литературы

1. **Интенсификация** процесса уваривания утфелей в вакуум-аппаратах.— «Сахарная промышленность». 1975, № 1, с. 14. Авт.: В. Т. Горяжа, Ю.Г. Артюхов, В.И. Павелко, В.Р. Кулинченко, В.А. Подлесный.
2. **Интенсификация** уваривания утфелей с применением искусственного перемешивания и ввода вторичного пара – Труды ВНИИСа, 1974, вып. 21, с. 103. Авт.: Л.Г. Белостоцкий, А.К. Сущенко, А. И. Сивач, А. В. Власенко, Г.И. Зазимко.
3. **Вплив** вдування пари на колірність цукрових розчинів та утфелів під час кипіння— Харчова промисловість, 1973, № 16, с. 10. Авт.: В.П. Агафонов, І.С. Гулий, В.Д. Попов, Л.Г. Требін.
4. **Испытания** вакуум-аппарата с гидродинамическим усилением циркуляции. – Сахарная промышленность, 1975, № 8, с. 15 Авт.: В.Т. Горяжа, Ю.Г. Артюхов, В.Р. Кулинченко, Г.Я. Пузиков, М.И. Тимковский, А.К. Страутниекс, А.К. Сущенко, А.Ф. Кравчук. А.И. Кочубей, Э.А. Ковальчук, В.З. Шапран, В.Д. Сычев, Б.А. Гурский.
5. **Means J.D., Ulrich R.D.** Неустановившийся конвективный теплообмен при вдуве газа в емкости— Труды Американского общества инженеров-механиков «Мир», серия С, Теплопередача, 1975, т. 97, № 2, с. 126
6. **Правила 27–54** по применению и проверке расходомеров с нормальными, диафрагмами, соплами и трубками Вентури. М., Комитет стандартов, 1956.
7. **Кот Ю.Д., Белостоцкий Л.Г.** Определение гранулометрического состава кристаллов сахара в утфеле – Известий вузов СССР. Пищевая технология, 1968, № 5, с. 168.
8. **Chapman F.M.** Sugar refining – Notes on unit processes. Part VI. Thoughts on Sugar boiling. – International Sugar Journal, march 1970, v. 72, N 855, v. 76.

СУПРОВІДНА ІНФОРМАЦІЯ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. Сахарная промышленность. № 12, 1977.– С. 27–30

Вакуум-аппарат А2-ПВУ-40
Вакуум-аппарата А2-ПВУ-40
Vakuum-pan A2-PVU-40

В. Т. Горяжа, Ю. Г. В. Р. Кулинченко, Артюхов, Б. Г. Дыдушко, КТИХП
Г. Я. Пузиков, М.И. Тимковский С.С. Черняк Элгавський цукровий завод
А.К.Страутнієкс Мінхарчопром Латвійської РСР
В.З. Шапран, В.П. Белобородов Укрнідпродмаш
Б.А. Гурський, Н.А. Макаренко Смілянський машинобудівний завод

В. Т. Горяжа, Ю. Г. В. Р. Кулинченко, Артюхов, Б. Г. Дидушко, КТИП
Г. Я. Пузиков, М.И. Тимковский С.С. Черняк Элгавський цукровий завод
А.К.Страутнієкс Мінхарчопром Латвійської РСР
В.З. Шапран, В.П. Белобородов Укрнідпродмаш
Б.А. Гурський, Н.А. Макаренко Смілянський машинобудівний завод

V. T. Garyazha, V.R. Kulichenko, Yu.G. Artyukhov, B.G. Didushko, KTIFI
I. Puzikov, M.I. Timkovskiy s.S. Chernyak Elgavs'kiy sugar factory

A.K.Страутниекс Minkharchoprom Latviys'koi RSR

B.З. Shapran, V.P. Beloborodov Ukrndiprod mash

Б.А. Gurskiy, N.A. Makarenko Smilyanskiy machine bulding factory

Комісією прийнято вакуум-апарат А2-ПВУ-40 періодичної дії з підсиленою циркуляцією гідродинамічним способом і рекомендувала його до серійного виробництва. Проведені в 1976 р. випробування вакуум-апарата при уварюванні утфедей підтверджені раніше отримані результати.

Ключові слова: вакуум-апарат, утфель, комісія випробування

Комиссией принято вакуум-аппарат А2-ПВУ-40 периодического действия с усиленной циркуляцией гидродинамическим способом и рекомендовала его к серийному производству. Проведенные в 1976 г. испытания вакуум-аппарата при уваривании утфедей подтверждены ранее полученные результаты.

Ключевые слова: вакуум-аппарат, утфель, комиссия, испытания

A commission is accept vakuum-pan of A2-PVU-40 of batch-type with the increased circulation a hydrodynamic method and recommended it to the mass production. The tests of vakuum-pan conducted in 1976 at boiling of massecuities are confirmed the before got results.

Keywords: vakuum-pan , massecuite, commission, test