

Демирский А.В., Хавин Г.Л.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОЧИСТКИ САХАРНОГО СОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Экономичность производства сахара, прежде всего, определяется затратами на энергоносители и их стоимостью. В настоящее время, устаревшее оборудование большинства сахарных заводов не позволяет снизить расход топлива и, хотя бы приблизиться к европейским показателям 3,0–3,5 % условного топлива к массе переработанной свеклы. Рост цен на теплоносители и, в первую очередь, на газ предопределяет в качестве одного из главных направлений внедрение энергосберегающих способов нагрева продуктов внутри технологической цепочки получения сахара. Решение этого вопроса связано не столько с совершенствованием технологии, сколько с заменой устаревшего оборудования на новое, современное и, в первую очередь, на пластинчатое теплообменное оборудование.

Тепловые схемы большинства сахарных заводов постсоветского пространства укомплектованы кожухотрубными теплообменными аппаратами (решоверами) или в лучшем случае, скоростными секционными подогревателями, и только на отдельных заводах, и на отдельных позициях можно встретить пластинчатые подогреватели.

Несмотря на давно известные очевидные преимущества пластинчатых подогревателей [1], в качестве основных аргументов против их установки обычно выдвигалось два основных: высокая стоимость пластинчатого оборудования по сравнению с трубчатыми аппаратами и интенсивное загрязнение поверхности теплообмена (отложение накипи) в процессе эксплуатации. Далее попробуем опровергнуть это мнение.

Рассчитаем требуемую поверхность и стоимость кожухотрубного и пластинчатого аппаратов на позиции подогрева диффузионного сока конденсатом [2], исходные данные, для расчета которых приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета теплообменников

Теплоносители	Температура, °С		Расход, кг/ч	Потери давления, кПа
	Входная	Выходная		
Конденсат	82	65	100000	100
Сок	50	62	150000	80

В результате расчетов [2] к установке принят 10-ходовый как по соку, так и по конденсату аппарат с общим количеством труб (с наружным диаметром 33 мм) в теплообменнике 460 штук, с внутренним диаметром 1280 мм и поверхностью нагрева 160 м². Среднеэксплуатационный коэффициент теплопередачи с учетом коэффициента использования поверхности нагрева 0,7 составляет 770 Вт/(м²·К).

В качестве пластинчатого аппарата на данную позицию был выбран ширококанальный аппарат производства фирмы «Альфа Лаваль» марки WG200, представленный на рис. 1.

В результате расчетов был запроектирован ширококанальный аппарат WG200 с широким каналом по стороне дефекованого сахарного сока с общей площадью теплопередачи 28,44 м² (поверхность теплообмена 26,9 м²), коэффициент теплопередачи чи-

стий складає 5047 Вт/(м²·К), запас на забруднення поверхності 21%, касательне напруження на стенці широкого каналу – 126 Па.



Рисунок 1 – Ширококанальний і спіральний теплообмінники фірми «Альфа Лаваль»

Ширококанальні апарати випускаються з двома типами пластин, з одностороннім широким каналом і широкими каналами по обидві сторони, рис. 2.

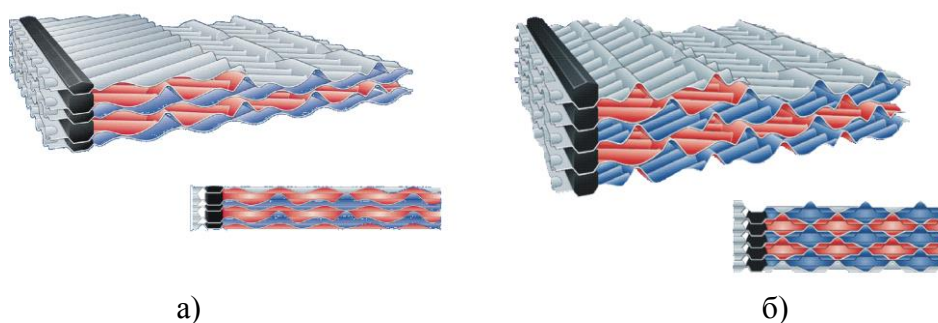


Рисунок 2 – Пакет пластин ширококанального теплообмінника фірми «Альфа Лаваль»: а) одностороннього; б) двустороннього

Будемо виходити з вартості одного квадратного метра поверхності теплообміну (удільна поверхність нагріву) для кожухотрубного апарату (решовера) – 65 €/м², швидкісного секційного підогревателя – 180 €/м² [3]. Для пластинчатих теплообмінників приймемо вартість удільної поверхності в середньому по всіх фірмах виробників апаратів: традиційний розбірний апарат – 330–350 €/м² [3], ширококанальний з широким каналом по одній стороні – 500–550 €/м², ширококанальний з широким каналом по обидві сторони – 750–950 €/м². Вартість апаратів представлена в табл. 2, де прийнято, що площа поверхності теплообміну у швидкісного секційного підогревателя приблизно в два рази менше, ніж у звичайного кожухотрубного апарату.

З табл. 2 можна побачити, що вартість апаратів приблизно рівна, при неосумнітно більшій ефективності пластинчатих теплообмінників. Переваги пластинчатих теплообмінних апаратів складаються в наступному [1]:

- високий коефіцієнт теплопередачі при мінімальній площі нагріву;
- максимальна компактність без встановки спеціального фундаменту;

- возможность работать при малых температурных сближениях (1–4 °С);
- практически мгновенная реакция аппарата на изменение текущих условий работы за счет небольшого количества продукта в объеме аппарата);
- существует возможность быстрой переналадки пластинчатого аппарата за счет добавления пластин;

– простота в эксплуатации и обслуживании (очистка с разборкой и промывка).

На сахарных заводах таких стран как Швеция, Франция пластинчатые теплообменники полностью заменили трубчатые. При этом осуществляется подогрев и охлаждение не только двух сред, но и четырех с различными тепловыми параметрами.

Технологический процесс непосредственного получения сахара из свеклы делится на 4 этапа: получение диффузионного сока или диффузия; очистка диффузионного сока или просто очистка сока; выпаривание сока и кристаллизация сахара из выпаренного сока. Большинство инсталляций пластинчатых теплообменников на сахарных заводах постсоветского пространства связано с установкой их в качестве подогревателей чистого сахарного сока перед выпариванием. На этой позиции нашли применение традиционные разборные пластинчатые теплообменники, которые отлично зарекомендовали себя в работе.

Менее распространенным является применение пластинчатых теплообменников в отделении очистки диффузионного сока, рис. 3. Основным сомнением к их установке служит возможность стабильной работы с загрязненными средами, такими как диффузионный сок или дефектованный сок. Однако практика эксплуатации ширококанальных аппаратов в отделении очистки показала, что они с успехом заменили трубчатые и спиральные (рис. 1). Последний тип аппаратов обычно применяется при работе со средами склонными к образованию отложений на поверхности теплообмена. Главными их недостатками являются сравнительно низкий коэффициент теплопередачи по сравнению с пластинчатыми аппаратами и высокая стоимость. Поэтому в качестве альтернативы спиральным аппаратам, например фирмой «Альфа Лаваль», были разработаны ширококанальные теплообменники.

Одной из наиболее выгодных позиций для установки пластинчатых подогревателей является их применение в качестве подогревателей дефектованного сока перед 1-й сатурацией. Нагрев производится с температуры 52 °С до 90 °С в четырех аппаратах при помощи различных теплоносителей, табл. 3.

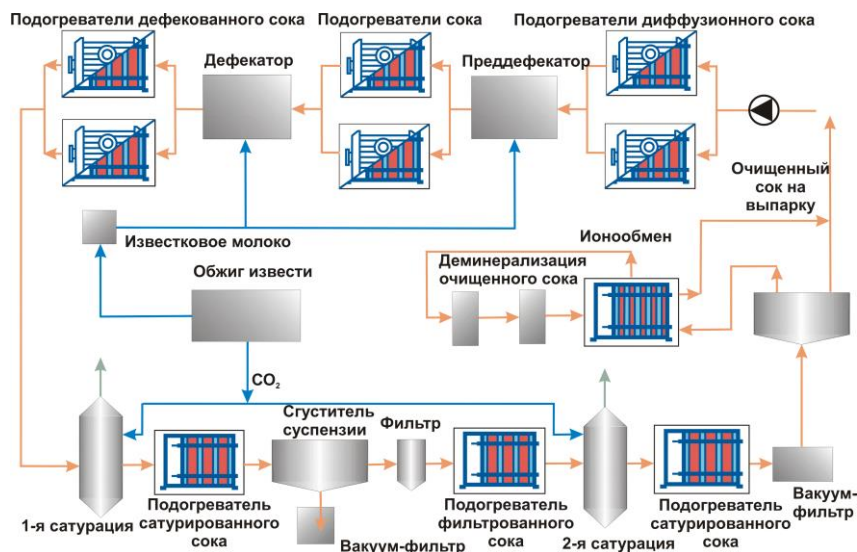


Рисунок 3 – Очистка диффузионного сока

Таблица 3 – Исходные данные для расчета пластинчатых теплообменников подогрева дефектованного сока перед первой сатурацией

Дефектованный сок с температурой 52 °С	Температура греющего теплоносителя по ступеням, °С			
	I - Конденсат 92,8 → 77,6°С	II – пар 82°С	III – пар 93,8°С	IV- пар 104,8°С
Температура, °С	52 → 62	62 → 69	69 → 81	81 → 90
Расход, м ³ /ч	382,0	383,9	385,1	387,3

В результате проектирования и расчетов к установке были приняты разборные ширококанальные теплообменники «Альфа Лаваль» марки МА30-SMFM представленные в табл. 4. Пластины аппаратов из нержавеющей стали AISI 316 толщиной 1 мм (теплообменник с конденсатным подогревом имеет пластины толщиной 0,8 мм) и вклеенными прокладками из материала EPDM.

Таблица 4 – Типы каналов и площадь поверхности нагрева теплообменников рассчитанных для условий табл. 3

Тип канала: обычный – «N» ширококанальный – «W»	Распределение по ступеням нагрева			
	I	II	III	IV
Типы каналов в аппарате	«W» / «W»	«W» / «W»	«N» / «W»	«N» / «W»
Поверхность нагрева, м ²	58,5	66,0	121,5	79,5

Установка таких аппаратов была реализована на Валуйском сахарном заводе и уже в течение 7 лет с успехом эксплуатируется. Причем чистка аппаратов производится два раза в году после работы на свекле, и после работы на сырце. До настоящего времени замена прокладок не производилась.

Другой важнейшей позицией по своей эффективности работы является установка ширококанальных теплообменников для подогрева сока после 1-й сатурации перед фильтрованием и перед 2-й сатурацией. Также ширококанальный теплообменник целесообразно и экономически выгодно использовать после котла 2-й сатурации в качестве подогревателя сатурированного сока. В технологической цепочке деминерализации очищенного сока (тонкого сока) можно использовать обычный пластинчатый аппарат. В качестве греющего теплоносителя для подогрева сока в отделении очистки диффузионного сока обычно используют вторичный пар 3-й ступени, иногда 2-й ступени.

Таблица 5 – Исходные данные для расчета теплообменника нагрева диффузионного сока утфельным паром

Теплоносители	Температура, °С		Расход, кг/ч	Потери давления, кПа
	Входная	Выходная		
Пар	65	63	5000	2
Сок	52	50	150000	100

Несомненно, важнейшей энергосберегающей позицией является утилизация утфельных паров низкого давления. Эти пары обладают высокой энтальпией, но низким температурным потенциалом (температура 65 °С). Основным способом непосредственного использования тепла утфельного пара является нагрев диффузионного сока

[2]. Наиболее экономически целесообразно это применять при откачке диффузионного сока с диффузионных аппаратов шнекового типа, так как в этом случае температура диффузионного сока на выходе равна 30°C (у аппаратов колонного типа – 48 °С). Для исходных данных приведенных в табл. 5 был рассчитан теплообменник «Альфа Лаваль» марки МА30-SMFM с широкими каналами по стороне сока и пара. Теплообменник имеет площадь теплообмена 58,5 м² и коэффициент теплопередачи (чистый) – 5200 Вт/(м²·К).

Таким образом, при использовании такого теплообменника, работающего от тепла уфельных паров, можно полностью обеспечить нагрев диффузионного сока с температуры 30 °С до 52 °С и дефекованного сока до температуры 90 °С, как представлено в табл. 4.

Литература

1. Пластинчатые теплообменники в промышленности / Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л., Арсеньева О.П. – Харьков: НТУ „ХПИ”, 2004.– 232 с.
2. Колесников В.А., Нечаев Ю.Г. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов. – Москва: Пищевая промышленность, 1980.– 392 с.
3. Эффективный нагрев продуктов – основа совершенствования теплоиспользования на сахарных заводах / Колесников В.А., Анিকেев А.Ю, Захаров С.А., Овсянников И.В. // Сахар, 2007.– №7.– С. 36–38.

УДК 621.1.016:579

Демірський О.В., Хавін Г.Л.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ВІДДІЛЕННЯ ОЧИЩЕННЯ ЦУКРОВОГО СОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛОБМІННИКІВ

Розглянуто проблеми енергозберігаючої модернізації відділення очищення цукрового соку. Наведено, що застосування пластинчастих теплообмінників замість трубчастих, не тільки дає вигреш у економії теплової енергії, але не більш за ціною. Надані приклади розрахунків широко каналних пластинчастих теплообмінників для підігріву дефекованого соку перед першою сатурацією і розрахунок апарату для підігріву дифузійного соку уфельною парою.