



ЦУКОР УКРАЇНИ

№4 (124)' 2016

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ
ПО РЕКОНСТРУКЦИИ
САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

ПРОИЗВОДСТВО
БИОЭТАНОЛА



www.techinservice.com.ua

Украина, 04114, г. Киев, переулок Макеевский, 1
тел./факс: (+38 044) 468-93-11, 464-17-13
e-mail: net@techinservice.com.ua



Оптимизация работы диффузионной установки колонного типа КД2-А30 методом усовершенствования конструкции ошпаривателя ПНА-3

В.Н. Кухар, генеральный директор, ООО ФИРМА «ТМА»

В.Д. Саповский, заместитель заведующего диффузионного отдела, ООО ФИРМА «ТМА»

В.Г. Табурчак, руководитель направления диффузионного отдела, ООО ФИРМА «ТМА»

А.Н. Парахоня, конструктор, ООО ФИРМА «ТМА»

С.А. Глушко, конструктор, ООО ФИРМА «ТМА»

Л.В. Скобель, главный инженер, «Червонский цукровик»

А.А. Серегин, заведующий кафедрой теоретической механики и ресурсосберегающих технологий, Национальный университет пищевых технологий

С.М. Василенко, заведующий кафедрой теплоэнергетики и холодильной техники, Национальный университет пищевых технологий

Н.А. Масло, доцент кафедры теоретической механики и ресурсосберегающих технологий, Национальный университет пищевых технологий

Л.И. Чернявская, заведующий отделом, УкрНИИСП

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований оптимизации работы диффузионной установки колонного типа КД2-А30 методом усовершенствования конструкции ошпаривателя свекловичной стружки типа ПНА-3.

Ключевые слова: диффузионная установка колонного типа, ошпариватель, активность инвертазы и пектолитических ферментов, потери сахарозы, экономия тепловых ресурсов.

Анализ технологических показателей используемых на сахарных заводах Украины и других стран СНГ диффузионных установок колонного типа, выпущенных Болоховским машиностроительным заводом в период 1980-1993 гг. и состоящих из ошпаривателей, колонных экстракторов и вспомогательного оборудования (насосов сокоотрующей смеси и соков, отбираемого с колонны, подогревателей), показал, что диффузионный сок, подаваемый на производство, имеет температуру 45-55°C, что делает невозможным использование для его подогрева перед преддефектатором паров низких потенциалов (пар с вакуум-аппаратов) в подогревателях на утфельных парах. Следовательно, заводы, имеющие такие установки, не могут использовать холодную или теплую схемы дефекосату-

рационной очистки диффузионного сока, позволяющие получить более высокое качество соков [8].

Основным вторичным энергоресурсом на сахарном заводе является энергия вторичного пара вакуум-аппаратов (так называемого «утфельного» пара). Однако, вследствие низкой температуры этого пара (ниже 60°C, именно поэтому этот энергоресурс называют «низкопотенциальным»), в теплотехнологической схеме сахарного завода он может быть использован только на нагревание диффузионного сока. Очевидно, максимально использовать теплоту утфельного пара и, тем самым, снизить расход энергии на технологические нужды можно лишь при возможно низкой температуре диффузионного сока. Опыт показывает, что снижение температуры сока после диффузион-

ной установки на 10°C при его последующем нагреве утфельным паром позволяет снизить расход пара на технологические нужды на 2% и, соответственно, снизить расход газа на 1,5 м³ на тонну свеклы. Именно поэтому понижение температуры диффузионного сока является одним из основных энергосберегающих мероприятий на сахарном заводе.

Как следствие, наряду с технологическими показателями, температура диффузионного сока является важнейшей характеристикой совершенства диффузионной установки.

Ошпариватель колонной диффузионной установки представляет собой сложный теплотехнологический аппарат, в котором одновременно протекают взаимосвязанные гидродинамические и тепломассообменные процессы в двухфаз-

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

ной многокомпонентной среде. Совершенство ошпаривателя, с точки зрения организации тепломассообмена определяется его тепловой эффективностью, показателем которой является разность температур выходящего диффузионного сока и входящей свекловичной стружки (чем меньше разница, то есть, чем ниже температура сока, тем выше эффективность и, тем самым, совершеннее аппарат). Поскольку максимально эффективной схемой движения сока и стружки является противоточная, то основной задачей при разработке ошпаривателей, с точки зрения совместного тепломассообмена, является организация противоточного движения фаз при максимально возможном выравнивании температур и концентраций сока в поперечном сечении аппарата. Это возможно лишь путем одновременной оптимизации геометрии проточной части ошпаривателя и его транспортной системы, что и было положено в основу проекта реконструкции ошпаривателя на Червонском сахарном заводе.

Если рассматривать корнеплод как биологический объект, то сахароза находится в растворе в клеточном соке в вакуолях клеток. Эти вакуоли со всех сторон окружены тонким слоем протоплазмы. Протоплазма является полупроницаемой перегородкой, она пропускает через себя воду, но не пропускает веществ, растворенных в клеточном соке. Пока цела протоплазма клетки, сахар из нее не высолаживается. Если же протоплазма убита, свернулась под влиянием нагревания выше 60°C или путем замораживания, то она уже не удерживает растворенных веществ, и они легко диффундируют из клетки в воду. Таким образом, основным условием диффузионного процесса является нагревание стружки до температуры не менее 60°C . Для надежного достижения этого условия темпе-

ратура сока должна быть не менее 70°C [1, 5, 7]. До нагревания стружки полупроницаемые пленки живой протоплазмы исключают диффузию сахарозы. После нагревания белки протоплазмы получают в виде отдельных сгустков, уже не мешающих диффузии. Некоторое препятствие представляют лишь клеточные стенки, которые могут несколько замедлить диффузию кристаллоидов [6].

По Силину П.М., средняя температура стружки в аппарате должна быть $70\text{--}72^{\circ}\text{C}$: если температура ниже 70°C , то появляется инфекция, а выше 72°C уже начинается размягчение стружки вследствие гидролиза нерастворимых пектиновых веществ. Нужная температура в аппарате достигается путем подогрева свежей воды в аппарате до 73°C и стружки, поступающей в аппарат, до 75°C . Такое предварительное ошпаривание стружки необходимо для коагуляции ее белков [3, 7].

Если рассматривать диффузионную установку колонного типа, то собственно диффузионный процесс осуществляется в колонне, а денатурация клеток – в ошпаривателе. Процесс ошпаривания должен осуществляться достаточно быстро и при строгом соблюдении температурного контроля теплоносителя, стружки и сока.

Вопрос тепловой обработки свекловичной стружки в процессе экстрагирования на протяжении многих лет привлекает внимание сахаропроизводителей. На первом этапе научных исследований ученых больше всего интересовало влияние механического, химического или теплового воздействия на проницаемость свекловичной ткани или как влияет механическое воздействие и тепловое поле на структуру свекловичной стружки, а значит и на процесс извлечения сахара из свеклы.

Количественным показателем степени ошпаривания считают отношение числа клеток

с разрушенной протоплазмой к их общему количеству. Соотношение изменения относительного числа разрушенных клеток в зависимости от времени действия теплового поля и изменения коэффициента диффузии в тех же условиях выявило абсолютно эквивалентный характер кинетических кривых [6]. Эти исследования были выполнены в лабораторных условиях, но до системных исследований на промышленных ошпаривателях доведены не были.

При исследовании процесса предварительной обработки свекловичной стружки перед экстрагированием пользуются недостаточно четкой терминологией. Дело в том, что под действием некоторых тепловых, химических, механических действий и электрических полей протоплазма растительной ткани в большей или меньшей степени изменяется. Это явление в сахаропроизводителях называется плазмолиз. Но физически плазмолиз в отличие от денатурации не изменяет проницаемости протоплазмы, а вызывает лишь ее сжатие или растягивание под действием осмотического давления. При денатурации происходит целый комплекс физико-химических явлений, который в итоге приводит к разрушению белковых молекул.

Денатурация белков – это нарушение нативной пространственной структуры белковой молекулы под влиянием различных внешних воздействий, сопровождающееся изменением их физико-химических и биологических свойств. При этом нарушаются вторичная и третичная структуры белковой молекулы, а первичная, как правило, сохраняется.

Денатурация белков происходит преимущественно при нагревании и замораживании биологического объекта, под действием различных излучений, кислот, щелочей, резких механических воздействий и

других факторов. При денатурации белков происходят следующие основные изменения: резко снижается растворимость белков; теряется их биологическая активность, способность к гидратации и видовая специфичность; улучшается атакующая способность протеолитическими ферментами; происходит агрегирование белковых молекул; заряд белковой молекулы равен нулю.

Потеря белками биологической активности в результате тепловой денатурации приводит к инаktivации отдельных ферментов и отмиранию некоторых видов микроорганизмов.

Таким образом, при оценке предварительной обработки стружки в процессе экстракции основное внимание должно быть привлечено к проницаемости ткани, которая характеризуется коэффициентом диффузии, так как от проницаемости в первую очередь зависит время и полнота извлечения сахара из стружки в диффузионном аппарате.

Оценка степени предварительной тепловой обработки свекловичной стружки (ее ошпаривание) имеет особое значение для практики эксплуатации колонных диффузионных установок. Действительно, в колонной диффузионной установке, а точнее, в ошпаривателе, создание нормального режима нагрева стружки в процессе предварительной тепловой обработки нередко вызывает большие трудности.

В связи с этим изучение тепло- и массообменных процессов в начальной стадии процесса экстракции, а именно в ошпаривателе, имеет исключительно важное теоретическое и практическое значение, особенно в связи с необходимостью создания конструкций высокопроизводительных и эффективных экстракционных установок. Активный диффузный массоперенос сахара из вакуоль клетки к наружной поверхности стружки начинается только после денатурации протоплазмы, что окружает вакуоль. В нормальном состоянии, когда клетка еще живая, протоплазма является полупроницаемой лишь для воды, но не для компонентов клеточного сока.

Денатурация начинается после нагрева массы стружки до 60°C. При такой температуре протоплазма становится проницаемой, но для полной денатурации необходим нагрев до более высоких температур, при которых происходит активная диффузия – 70°C и выше. Оценка различных способов нагрева стружки до температуры начала активной диффузии (60°C), позволяет отметить очень важную роль интенсивности (скорости) этого нагрева, что связано с содержанием в свекле ферментов *инвертазы (сахаразы) и пектолитических ферментов*, отщепляющих пектиновые вещества и способствующих их переходу в диффузионный сок, а также жизнедеятельностью ми-

кроорганизмов.

Продолжительность действия воды на переход пектиновых веществ в диффузионный сок при повышенной температуре имеет большое значение – пептизация почти пропорциональна времени. При быстрой работе на диффузии уменьшается переход пектиновых веществ в диффузионный сок.

В слабокислой среде (рН 5,0) пектиновые вещества переходят в раствор в минимальном количестве. Свекловичный пектин в количестве 0,1-0,3% уменьшает абсолютное значение коэффициента диффузии, но не меняет коэффициента диффузии молекул сахарозы.

Количество пектиновых веществ в диффузионном соке зависит в основном от качества свеклы. Сок незрелой свеклы содержит больше пектиновых веществ, чем сок спелой свеклы. В соке порченной свеклы пектиновых веществ намного больше, чем в соке из доброкачественного сырья.

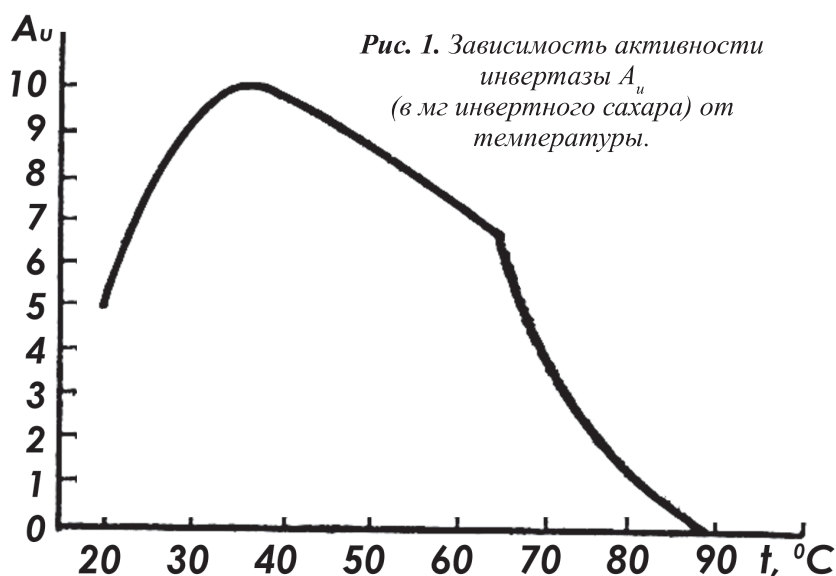
Работы А.В. Думанского и С.Е. Харина [11] показали, что количество коллоидов в диффузионном соке зависит от температуры получения его. Более высокой температуре соответствует повышенное содержание коллоидов. Исследования и анализ Хелемского М.З. и сотр. [11] подтвердили, что увеличение количества коллоидов с повышением температуры происходит за счет увеличения количества пектиновых ве-

Таблица 1

Активность пектинэстеразы диффузионного сока, полученного из свеклы разного технологического качества [11]

Свекловичная стружка, полученная из нехранившейся свеклы	Активность пектинэстеразы, моль NaOH, диффузионного сока свеклы	
	На 1 г сырой массы	На 1 г сухой массы
Тургорной	0	0
Подвяленной		
На 10%	0,0005	0,122
На 20%	0,028	0,562
Подвяленной на 10% и пораженной <i>Botrytis cinerea</i>	0,029	0,613
Подмороженной	0,100	2,111

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ



ществ, переход которых чрезвычайно сильно зависит от температуры, особенно повышаясь при температуре свыше 80°C . С увеличением продолжительности нагревания стружки с водой вначале растворение пектиновых веществ растет почти пропорционально времени, но при большей длительности (более 90 мин при 90°C) скорость растворения их увеличивается особенно быстро.

Преобразования в пектиновом комплексе связаны с деятельностью **фермента пектинэстеразы**, активность которого значительно повышается при подвяливании, подмораживании и оттаивании корнеплодов. По данным исследователей [11], в диффузионном соке из свежей свеклы активность пектинэстеразы равнялась нулю, а в подмороженной и подвяленной была значительной (см. табл.1). Такая же зависимость наблюдалась и в диффузионном соке, полученном из хранившегося сырья.

Температурный оптимум действия пектинэстеразы находится в пределах $30-37^\circ\text{C}$, при $40-45^\circ\text{C}$ наступает значительное снижение активности, при 50°C происходит полная инактивация фермента. Следовательно, пектинэстераза не термостабильна и может быть полностью инактивирована.

Для деятельности **инвертазы** и, следовательно, образо-

вания редуцирующих веществ большое значение имеет температура диффузионного процесса (рис 1, [11]). Большинство исследователей (Хелемский М.З., Пельц М.Л., Савельева О.Н.) склоняются к мысли, что при температуре $70-75^\circ\text{C}$ активность инвертазы прекращается вовсе, либо незначительна. Эти же авторы считают, по данным своих исследований, что деятельность **инвертазы микроорганизмов** незначительна при температуре выше 60°C [11],

Активность инвертазы микроорганизмов при сокодобывании находится в линейной зависимости от количества микроорганизмов, которые введены на диффузию со свеклой.

Олдфилд [11], изучая потери на диффузии, пришел к выводу, что здесь действуют два фермента, способные гидролизовать сахарозу, - с рН 5 и рН 8. По исследованиям ВНИИСП [11], при получении диффузионного сока активны обе инвертазы с разными оптимумами рН. При благоприятных температурных условиях для своей деятельности инвертаза становится очень активной, с чем часто сталкиваются на сахарных заводах.

Все биохимические аспекты деятельности ферментов и микроорганизмов в диффузионном процессе необходимо учитывать в реальных условиях сахарного производства.

Следует отметить, что, несмотря на разное аппаратное оформление для нагрева стружки в диффузных установках различной конструкции, все они имеют общий принцип: предварительный нагрев стружки происходит соком, который отбирается на производство.

Охлаждение диффузионного сока к низким температурам выгодно с теплотехнической точки зрения: на нагрев диффузионной установки необходимо тем меньше тепла, чем ниже температура диффузионного сока на производство. Но противоточным нагревом стружки соком, забираемым из аппарата, нельзя ее довести до температуры начала денатурации, а именно до 60°C .

Рассмотрим пример по [7] теплового баланса ошпаривателя колонного диффузионного аппарата. Примем, что средняя температура сокостружечной смеси в нижней части колонны 75°C , температура диффузионного сока на производство составляет 40°C , отбор диффузионного сока на производство - 125% к массе свеклы, температура стружки в осенний период $+10^\circ\text{C}$. Теплоемкости стружки и диффузионного сока примерно одинаковы. Температуру стружки в конце зоны предварительного нагрева T находят из баланса:

$$125 \cdot (75 - 40) = 100 \cdot (T - 10).$$

$$\text{Отсюда имеем } T = 53,75^\circ\text{C}.$$

Этот пример показывает, что на протяжении противоточного нагрева стружки, которая находится в зоне большой активности инвертазы и сопровождается инверсией сахарозы, что приводит к накоплению наиболее вредных для технологии сахара несахаров - редуцирующих веществ.

Рассмотрим, что происходит в нормально работающем ошпаривателе. По [8], среднее время пребывания стружки в ошпаривателе составляет около 18 мин., из них на долю противоточного ошпаривания - при-

Таблица 2

Динамика изменения температуры сокоотрующей смеси по длине ошпаривателя при проведении испытаний на сахарном заводе «Червонский цукровик»

Дата проведения испытаний	Температура стружки, °С	Температура сока на производство, °С	Точки замеров по длине ошпаривателя														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20.10.2015 г.	10	27,2	32,4	38,1	49,7	57,6	64,9	66,7	69,7	71,0	70,8	71,8	72,7	73,0	73,1	73,5	73,8
21.10.2015 г.	10	28	31,5	36,7	47,5	53,7	60,8	62,8	67,8	69,2	68,2	69,2	70,2	70,6	71,0	70,9	71,5
22.10.2015 г.	8	28,5	32,2	37,3	48,5	55,7	62,9	64,1	68,5	69,9	68,5	69,5	70,5	71,2	71,0	71,0	71,5
В среднем за период испытаний	9,3	27,9	32,0	37,4	48,6	55,7	62,9	64,5	68,7	70,0	69,2	70,2	71,1	71,6	71,7	71,8	72,3

Таблица 3

Температурные показатели узла ошпаривания стружки «Червонский цукровик» в периоды проведения испытаний

Показатели	Период производственных испытаний									
	Измерения 12.11.2015 г.					Измерения 13.11.2015 г.				
	1	2	3	4		1	2	3	4	5
Температура стружки, °С	11	10	10	10,4	10,8	9,0	8,2	10,3	8,1	9,7
Температура сока на производство, °С	27,0	28,2	34,2	28	26,1	25,6	28,1	23,4	21,5	26,9
Температура сокоотрующей смеси, °С	74	73,6	73,6	73,5	75,3	70,5	71	71,4	74,3	73,0
Температура сока после пеногасителя перед подогревателем, °С	72	72	71	73,3	74	74	73,4	73,4	75,2	73,1
Температура сока с пеногасителя после подогревателя, °С	84,2	84,2	83,7	84,6	83,4	82,8	81,6	83,3	82,6	83,4

мерно 2/3 времени, т.е. около 12 мин. В мешательной зоне ошпаривателя подогретая до 54°C стружка смешивается с 300% рециркулируемого сока после подогревателя с температурой 85°C, и с температурой 75°C направляется в нижнюю часть колонны. Как известно, в колонне нагрев не происходит. Таким образом, необходимое для процесса тепло поступает через теплообменники рециркулирующего сока. Это и есть главное преимущество колонных установок перед наклонными в борьбе с неучтенными потерями сахара. В наклонных аппаратах практически нет путей уменьшения времени нагрева стружки. А в колонных установках регулировать температурный режим в ошпаривателе мы имеем возможность температурой подогревателя циркулирующего сока, местом и ко-

личеством введения сока, оборотами трубовала и конструктивными параметрами транспортной системы.

Колонные диффузионные установки, изготовленные Болоховским машиностроительным заводом и эксплуатируемые в Украине и РФ, комплектовались ошпаривателями типу ОС. Ошпариватель представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого находится трубовал. Оба торца ошпаривателя закрыты крышками, в которых установлены подшипники, в которых и вращается трубовал. Функционально ошпариватель делится на две части: теплообменная часть и смеситель [2-7]. В период, в который разрабатывалось указанное оборудование и технологические схемы экстракции, вопросы энергосбережения не были актуальны, на заводах повсеместно использо-

вались горячие схемы очистки, хотя уже тогда П.М. Силин обращал внимание сахаротехников на варианты работы колонной диффузионной установки с получением холодного сока, отбираемого на производство, что позволяло внедрять эффективные схемы энергосбережения [8].

В последние два десятилетия доля стоимости топлива в себестоимости сахара достигла 20-25%, тогда как в восьмидесятых годах прошлого века она составляла 3-5%.

Авторами в ремонтный период перед сезоном 2015 года были проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, подтвердившие внутреннюю взаимосвязь конструктивных, технологических и теплотехнических факторов, влияющих на процесс ошпаривания при экстрагировании сахарозы из све-

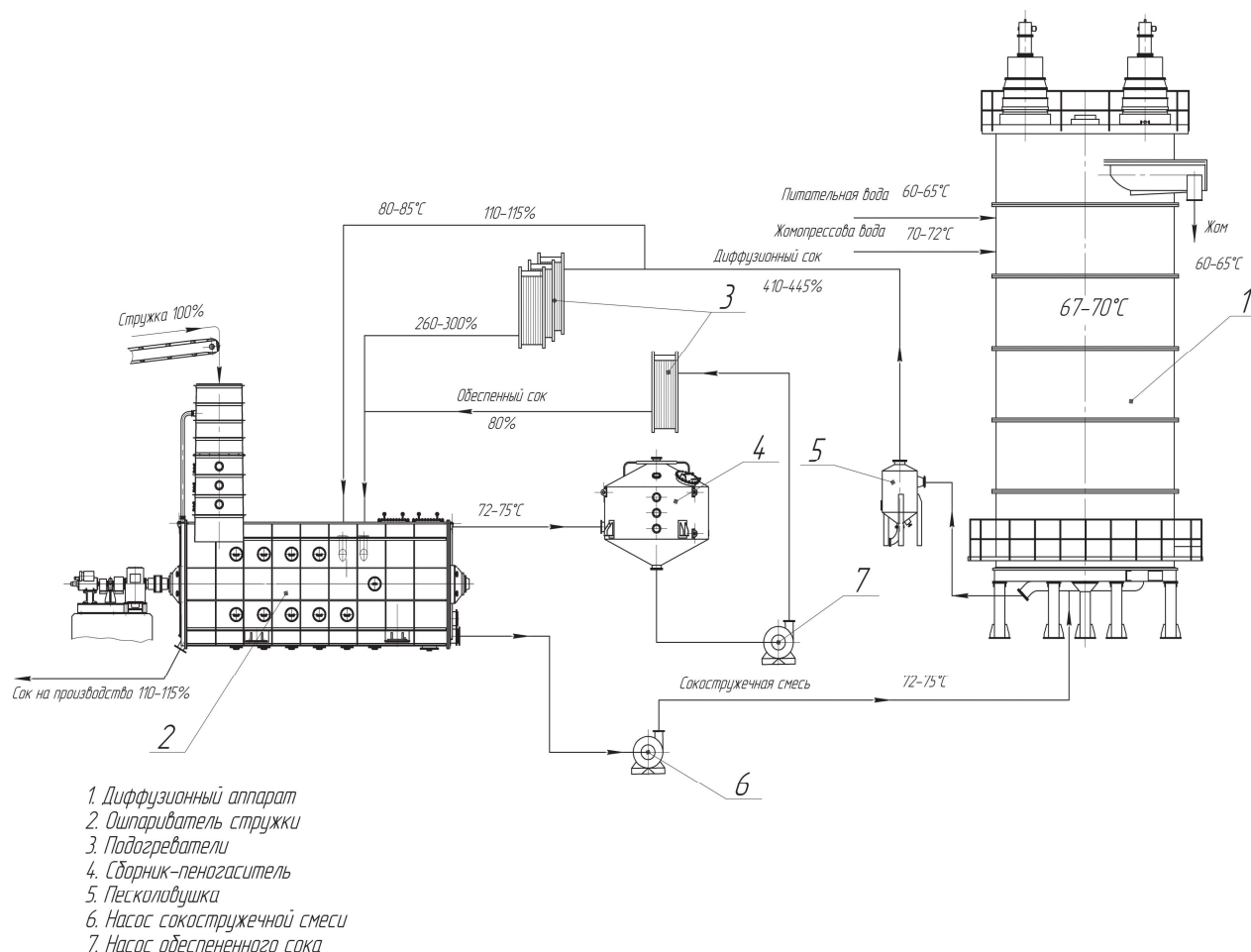


Рис. 2. Технологическая схема колонной диффузионной установки с противоточным ошпаривателем и контуром пеногашения

кловичной ткани. Выполненные теоретические разработки по усовершенствованию конструкции ошпаривателя ПНА-3 и вариантов его работы были реализованы в аппарате, установленном на сахарном заводе «Червонский цукровик», схема диффузионной установки приведена на **рис. 2**.

В период производственного сезона были проведены экспериментальные исследования технологических и теплотехнических показателей собственно ошпаривателя и экстракционной установки в целом.

Методика проведения испытаний. По длине ошпаривателя были выбраны 15 точек, расстояние между которыми, а также от обеих его лобовин составляет по 500 мм, нумерация точек замеров температуры сокоотруженной смеси внутри ошпаривателя начинается от шахты, куда подается стружка. В области

точки 8 подводится около 115% сока из циркуляционного контура (без подогрева); в области точки 11 подводится сок (80%) после пеногасителя и подогревателя; в области точки 12 подводится основная масса сока циркуляционного контура (300%). В области точки 15 температура соответствует температуре сокоотруженной смеси, подаваемой в колонну.

Динамика изменения температуры сокоотруженной смеси по длине ошпаривателя представлена в **табл. 2**.

В результате выполненной работы по модернизации и усовершенствованию транспортной системы ошпаривателя с целью оптимизации организации противоточного движения стружки и жидкой фазы, что позволило обеспечить классическую тепловую подготовку стружки: **плавный нагрев до температуры 70°C; кратков-**

ременное ошпаривание соком с температурой 84-85°C; диффузионный процесс при температуре 72-73°C.

Патрубки, расположенные по длине ошпаривателя, дают возможность оптимизировать температурный режим отбираемого диффузионного сока на производство в зависимости от системы дефекосатурационной очистки его, а также нагрузку на привод ошпаривателя.

Результаты измерений температурных показателей узла ошпаривания стружки представлены в **табл. 3**. В среднем, в период испытаний были получены такие температурные показатели: температура стружки составила 9,7 (с разбросом значений от 8,1 до 11) °C; температура диффузионного сока на производство — 26,9°C (21,5-34,2 °C); температура сокоотруженной смеси — 73 °C (70,5-74 °C); температура сока после пеногасителя (перед

Основные технологические показатели работы диффузионной установки сахарного завода «Червонский цукровик» на протяжении смены

Переработано свеклы		Содержание сахарозы в жоме после колонны, % к массе жома	Содержание СВ в прессованном жоме, %	Содержание сахарозы в жоме после прессов глубокого отжима марки РВ 32 FS, % к массе свеклы	Диффузионный сок на производство		Сок циркулирующего контура, °С	СВ очищенного сока на выпарку, %	Температурные параметры колонны, °С		
За час	От начала смены				СВ, %	Температура, °С			низ	середина	верх
1420	1420	1,8	26	0,28	17,2	22	74	17,2	74	70	70
1410	2830	1,7	27	0,25	17,4	21	74	17,2	74	70	70
1430	4260	1,8	28	0,25	17,8	20	74	17,4	74	70	70
1430	5690	1,8	26	0,26	17,8	21	74	17,8	74	70	70
1420	7110	1,8	28	0,25	17,8	22	74	17,8	74	70	70
1440	8550	1,7	28	0,23	17,8	22	74	17,8	74	70	70
1430	9980	1,9	28	0,26	17,6	22	74	17,8	74	70	70
1420	11400	1,8	26	0,26	17,8	20	74	15,6	73	70	70
Среднее		1,79	27,1	0,26	17,7	21,3	74	17,6	74	70	70

подогревателем) – 73,1 (71-75,2 °С); этого же сока после подогревателя – 83,4 (81,6-84,6) °С. Температура сокоотрующей смеси по высоте колонны: низ – 73,0-74 °С; середина – 70 °С; верх – 70 °С.

Таким образом, выполненные теоретические расчеты и их практическая реализация позволили организовать ритмичную работу диффузионной установки завода с отбором сока на уровне 110-115%, температурой диффузионного сока 26,9 °С; содержание сухих веществ в диффузионном соке на 0,8-0,9% выше, чем сухие вещества циркуляционного сока вследствие вымывания сахара с клеток после механического разрушения их. В течение сезона удалось получить температуру откачки сока на 13,2 °С выше температуры стружки и получать холодный диффузионный сок и использовать для первой ступени его подогрева вторичные пары вакуум-аппаратов, так называемый утфельный пар (табл. 4).

1. Следовательно, можно сделать такие выводы: Выполнены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, подтвердившие взаимосвязь конструктивных, технологических и теплотехнических факторов, влияющих на процесс ошпаривания стружки

при экстрагировании сахарозы из свекловичной ткани.

2. Теоретические разработки по усовершенствованию конструкции ошпаривателя ПНА-3 были реализованы в аппарате, установленном на сахарном заводе «Червонский цукровик».

3. Модернизация транспортной системы ошпаривателя позволила организовать в нем противоточное движение свекловичной стружки и жидкой фазы и оптимальный теплообменный процесс между соком и стружкой, что дало возможность стабильно получать диффузионный сок на производство с низкой температурой.

4. Вследствие выполненных работ по упорядочиванию транспортной системы стружки ошпаривателя в нем была организована классическая ее тепловая подготовка, что подтверждено результатами промышленных испытаний: плавный нагрев до температуры 70 °С; кратковременное ошпаривание соком с температурой 84 °С; диффузионный процесс при температуре 72-73 °С.

5. Выполненные теоретические расчеты и их практическая реализация позволили обеспечить ритмичную работу диффузионной установки завода с отбором сока на уровне 110-115%, температурой диффузионного

сока 26,9 °С; содержание сухих веществ в диффузионном соке на 0,8-0,9% выше, чем сухие вещества циркуляционного сока вследствие вымывания сахара с клеток после механического разрушения их.

6. В течение сезона удалось обеспечить температуру отбора сока на 13,2 °С выше температуры стружки и получать холодный диффузионный сок и использовать для первой ступени его подогрева вторичные пары вакуум-аппаратов, так называемый утфельный пар.

7. По результатам сезона 2015 года установлено, что модернизированный ошпариватель после реконструкции позволил повысить его производительность на 10-15% по сравнению с номинальной.

8. Анализ эксплуатации реконструированного ошпаривателя на Червонском сахарном заводе в сезон сахароварения 2015 года свидетельствует, что по показателям тепловой эффективности он значительно превышает оригинальные аппараты производства Болоховского машиностроительного завода (г. Тула) и Черноморского судостроительного завода (г. Николаев) и приближается к декларируемым показателям аппаратов ведущих производителей оборудования для сахарной промышленности

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

стран Западной Европы.

9. Интенсивный режим ошпаривания стружки обеспечивает инактивацию ферментов – инвертазы и пектинэстеразы, что дало возможность снизить неучтенные потери сахарозы на диффузии и поддерживать упругость стружки на надлежащем для прессования уровне после экстракции сахарозы. Это позволило иметь потери сахара в жоме на уровне 0,23-0,28% к массе свеклы при отжиге жома до СВ=28% и содержании сахара в высоложенной стружке на уровне 1,7-1,9% к массе жома.

10. Сахарный завод в сезоне 2015 года имел показатель потребления газа 25-26 м³ на 1 тону свеклы, расход топлива на технологию на уровне 2,6% к массе свеклы.

11. Результаты проведенной работы позволяют использовать их при разработке новых типовых размеров оборудования для проведения диффузии сахарозы из свекловичной стружки, а также выполнять модернизации всех типов колонных диффузионных установок при реконструкции сахарных заводов. ■

Список использованных источников

1. Аксельрод Г.А. Экстрагирование. Система твердое тело-жидкость// Г.А.Аксельрод, В.М. Лысянский// М. : Химия. – 1974. – С. 254.

2. Бугаенко И.Ф. Принципы эффективного сахарного производства / М. : МСК. – 2003. – 287 с.

3. Дашиев М.И. Технологические основы технологии сахара. Часть I. Технология получения диффузионного сока (современное состояние и перспективы развития)./ Краснод. – 1997. – 68 с.

4. Ліпєц А.А. Технологія цукру. Том I. Вирощування та зберігання цукрових буряків. Видобування сахарози. /А.А. Ліпєц, В.М. Логвін, К.Д. Скорик, А.І. Українець, М.П. Купчик// К. : ДП «Експрес-об'ява». – 2015. – 288 с.

5. Лысянский В.М. Процессы экстракции сахара из свеклы. Теория и расчет/ М. : . Пищевая промышленность. – 1973. – 224 с.

6. Сапронов А.Р. Технология сахара / А.Р.Сапронов,

Л.А.Сапронова, С.В.Ермолаев.// С.-Петербург. – Профессия. – 2013. – 296 с.

7. Сєрьогін О.О. Ярмілко В.Г. Удосконалення технології та обладнання процесу дифузії./ Цукор України. - 1997. – №1. – С. 14-15.

8. Силин П.М. Технология сахара./ М. : Пищевая промышленность. – 1967. – 467 с.

9. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов/ В.Г. Белик, С.А. Зозуля, Б.Н. Жарик и др. Под ред. В.Г. Белика.// К. : Техніка, 1982, – 304 с.

10. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. ПУП 15.83-37-106:2007/ Мінагрополітики України// Цукор України. – 2007. – 420 с.

11. Хелемский М.З. Биохимия в свеклосахарном производстве/ М.З. Хелемский, М.Л. Пельц, И.Р. Сапожникова//М. : Пищевая пром.-сть. – 1977. – 224 с.

ФАКТЫ

Международный форум IFFIP 2016: результаты, впечатления, перспективы

С 12 по 14 апреля в выставочном центре КиевЭкспоПлаза состоялось главное событие пищевой, перерабатывающей и упаковочной промышленности - Международный форум пищевой промышленности и упаковки IFFIP 2016. На протяжении многих лет форум IFFIP является наиболее значимым событием для ключевых операторов рынка.

Разработка и внедрение современных технологий в производство продуктов питания, упаковки, оборудования, ингредиентов – важная составляющая пищеперерабатывающей отрасли. Организатор форума IFFIP – лидер выставочного бизнеса Украины – компания «Киевский международный контрактный ярмарок» содействует становлению и развитию компаний пищевой, перерабатывающей и упаковочной отраслей, а также продвижению их продукции на рынок Украины.

Форум IFFIP 2016 в полной мере отражает реальную ситуацию в отрасли и обозначает вектор развития пищевой промышленности Украины на ближайшее будущее. Экспозиция выставок форума - «Прод Экспо», «Пак Экспо», «ПродТехМаш», «Хлебопекарная и кондитерская индустрия» - представила весь производственный цикл - от переработки сырья до получения конечного упакованного продукта. В этом году практически все направления и тематические разделы продемонстрировали позитивную динамику.

В новом выставочном сезоне выставки форума не только сохранили свой потенциал, накопленный в прошлые годы, но и существенно превзошли его. Следует отметить, что количественные показатели форума IFFIP выросли в объемах на 30%. Площадь форума составила более 6500 кв. м. В нем приняли участие около 200 компаний из Украины, а также из 4 стран мира, а именно: Германии, Турции, Франции, Нидерландов. Форум посетили свыше 8000 специалистов.