

В. Г. Василевский



# ПРОИЗВОДСТВО СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ

1932 • СЕЛЬКОЛХОЗГИЗ • МОСКВА  
ЛЕНИНГРАД

ЛТ 1000

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

48

**ПРОИЗВОДСТВО**  
**СГУЩЕННОГО**  
**МОЛОКА**  
**С САХАРОМ**

63  
13-19

мф

ИЗДАНИЕ  
ТРЕТЬЕ

И  
В  
А  
С  
И  
Л  
Е  
В  
С  
К  
И

ДОЦЕНТ ИСТИНУ ТА  
НАРОДНОГО ХОЗ-ВА  
И. ПЛЕХАНОВА

Д В П

B. G. VASILEVSKU

**MANUFACTURE**  
**OF SWEETENED**  
**CONDENSED**  
**MILK**

155021

ПРОИЗВЕДЕНИЕ



7

Одесская  
научно-техническая  
библиотека

1932

С Е Л Ъ К О Л Х О З Г И З

176

## ПРЕДИСЛОВИЕ К 3-МУ ИЗДАНИЮ

Рост народного хозяйства страны и повышение материального уровня трудящихся, поставили перед советской молочной промышленностью вопрос о необходимости развития производства сгущенного молока в СССР.

До организации крупных совхозных и колхозных молочных хозяйств социалистического типа бывшее отсутствие в СССР сырьевой базы требуемого качества являлось непреодолимым препятствием для организации этого производства.

Общезвестно положение, что для получения хорошего сгущенного молока на производство его должно идти только высокосортное молоко, но существовавшие индивидуальные крестьянские молочные хозяйства такого сырья дать не могли.

Сборное крестьянское молоко, которое давали индивидуальные крестьянские хозяйства в большинстве случаев было неудовлетворительно, и таким образом исключалась возможность для создания в СССР новой отрасли молочной промышленности.

Только с развитием строительства крупных молочных хозяйств социалистического типа и следовательно с появившейся возможностью получения в одном хозяйстве огромных количеств молока высокого качества для производства сгущенного молока в СССР открываются богатейшие перспективы.

С этого времени приступают к организации заводов сгущенного молока, предусматривающих как в отношении конструкции здания, так и в отношении оборудования новейшие достижения американской техники.

Такие заводы, рассчитанные на годовую переработку молока в 6 000 и 10 000 т. принимаются за стандартные с учетом возможности удвоения их производительности в дальнейшем при дополнительном оборудовании.

Успехи совхозного строительства в СССР позволяют предполагать возможность значительного увеличения размеров молочного хозяйства совхозов, и уже в настоящее время при совхозах подготавливается строительство крупных заводов сгущенного молока каждый рассчитанный на годовую переработку 50 000 тонн молока.

Согласно директиве Наркомснаба т. Микояна предусматривается к концу 1933 г. окончательное строительство в разных районах Советского союза ряда заводов сгущенного молока, дающих значительную продукцию.

Принятый ударный темп строительства заводов сгущенного молока и значительные размеры этого строительства вызваны необходимостью удовлетворить потребности Советского союза в сгущенном молоке для следующих целей:

1. На снабжение промышленных центров и городов в холодное время года, когда ощущается недостаток в свежем цельном молоке.
2. На снабжение рабочих целого ряда промышленных предприятий, расположенных в местностях, лишенных молочного хозяйства.
3. На снабжение населения областей с малоразвитым молочным хозяйством.
4. На снабжение советского торгового и военного флота.
5. Для образования продовольственных резервов разного назначения.
6. В качестве сырья для кондитерской промышленности.
7. В качестве экспортных товаров.

В первую очередь в разных районах СССР начата постройка заводов сгущенного молока, рассчитанных каждый на годовую переработку молока в 10 000 и 12 000 т., причем это строительство всемерно форсируется.

Уже в текущем строительном сезоне производятся в ударном порядке дополнительные подготовительные работы по изысканию мест строительства заводов сгущенного молока с таким расчетом, чтобы программа строительства этих заводов к концу 1933 г. была выполнена полностью.

Целью настоящего труда является помочь работникам советской молочной промышленности и вообще заинтересованным лицам ознакомиться с основами вновь организуемой в СССР отрасли молочной промышленности, призванной играть значительную роль в народном хозяйстве Союза.

## ПРЕДИСЛОВИЕ К 3-му ИЗДАНИЮ 2

## Глава 1 МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ СГУЩЕННЫМ МОЛОКОМ

Главные производители и экспортеры молочных консервов	5
Краткий очерк развития производства сгущенного молока и международной торговли им	8
Голландия	8
Соединенные Штаты	10
Швейцария	10
Дания	12
Канада	12
Австралия	13
Норвегия	14
Италия	15
Англия	15
Низкая Земля	16
Франция	17
Страны, импортирующие молочные концентраты	18
Английский рынок	18

## Глава 2 ПОДГОТОВКА МОЛОКА ДЛЯ СГУЩЕНИЯ

Краткое определение	20
Схема оборудования	22
Взвешивание, фильтрация, охлаждение и стандартизация молока	24
Подогревание молока	26
Уничтожение микрофлоры	27
Растворение сахара	27
Предупреждение приквашивания молока	27
Температурные условия	29
Способы подогревания молока	31
Подогревание молока непосредственно паром	32
Прибавление сахара	33
Тростниковый и овсяный сахар	34
Качество сахара	35
Количество сахара	36
Смешивание с сахаром	38

## Глава 3 СГУЩЕНИЕ МОЛОКА

Преимущества сгущения молока в вакуум-аппарате	39
Расходование тепла на предварительное подогревание молока до точки кипения	39
Расходование тепла на скрытую внутреннюю теплоту парообразования	40

Расходование тепла на скрытую внешнюю теплоту парообразования	40
Расходование тепла на работу вакуум-насоса	41
Сравнение расхода тепла при выпаривании молока в открытом котле и в вакуум-аппарате	41
Экономичность использования отработанного пара	42
Влияние вакуума на быстроту выпаривания молока	42
Выпаривание молока при различном вакууме и под атмосферным давлением при употреблении пара разного давления	43
Влияние сгущения в вакуум-аппарате на качество молока	44

## Глава 4 ОПИСАНИЕ ВАКУУМ-АППАРАТА

Краткое определение	46
Размеры вакуум-аппарата	46
Поверхность нагрева	47
Влияние разности температур между паром и молоком на выпаривательную способность вакуум-аппарата	48
Влияние размера и устройства поверхности нагрева на выпаривательную способность вакуум-аппарата	49
Паровая рубашка	50
Змееники	50
Влияние скорости циркуляции молока на выпаривательную способность вакуум-аппарата	50
Влияние скорости движения пара в паровой рубашке и змеениках на выпаривательную способность вакуум-аппарата	52
Влияние испарительной поверхности молока на выпаривательную способность вакуум-аппарата	55
Паровое пространство	55
Моллак	56
Быстродействующие вакуум-аппараты	56
Шотландский вакуум-выпарной аппарат	57

Быстродействующий вакуум-выпарной аппарат Буфлова	57
Быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штабера	59

## Глава 5 КОНДЕНСАТОРЫ И ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

Назначение конденсатора	60
Поверхностный конденсатор	60
Впрыскивающие конденсаторы	61
Барометрический впрыскивающий конденсатор	61
Мокрый вакуумный впрыскивающий конденсатор	62
Типы впрыскивающих конденсаторов	62
Факторы, влияющие на эффективность конденсатора	64
Влияние расположения конденсатора	64
Влияние поверхности всымокаиваемой воды	65
Влияние предельной чистоты деионизированной воды	66
Влияние замедления удаления охладительной воды	66
Количество воды, потребное для конденсатора	67
Уход за конденсатором	69
Молокоулавливатели	69
Вакуумные насосы	70

## Глава 6 ПРИМЕНЕНИЕ ПАРА В ПРОИЗВОДСТВЕ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

Насыщенный пар	72
Перегретый пар	73
Расход пара для сгущения молока	73
Потребное количество насыщенного пара для выпаривания 1 кг воды	73
Соотношение давлений пара в паровом котле и в вакуум-аппарате	76
Соотношение между показаниями манометра и температурой пара уменьшенного давления	76
Обращение перегретого пара в насыщенный	77
Использование отработанного пара в вакуум-аппарате	78
Конденсационный горшок (водостводчик)	79
Система выпарных аппаратов	80

## Глава 7 РАБОТА ВАКУУМ-АППАРАТА

Подготовка вакуум-аппарата	82
----------------------------	----

Работа вакуум-аппарата	83
Готовность данной варки	87
Методы определения готовности продукта	87
Определение степени сгущения молока по внешнему виду	88
Употребление ареометра Боше	88
Взятие образца от данной варки	92
Выпуск сгущенного молока из вакуум-аппарата после стандартизации	93
Стандартизация сгущенного молока до требуемого процента сухого вещества	93
Меры предосторожности при работе вакуум-аппарата	94
Влияние молочной корки на поверхность нагрева	95
Влияние просачивания воздуха на равномерность и безопасность работы вакуум-аппарата	95
Влияние санитарного ухода за вакуум-аппаратом на качество молока	95

## Глава 8 ОХЛАЖДЕНИЕ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

О кристаллизации сахара в сгущенном молоке	97
Период усиленной кристаллизации сахара в сгущенном молоке во время процесса его охлаждения	100
Способы охлаждения сгущенного молока	101
Охлаждение молока во флягах	101
Охлаждение посредством пропускания через змеевик, погруженный в холодную воду	102
Охлаждение посредством трубчатого холодильника	103
Охлаждение в змеевике вращающегося змеевика	104

## Глава 9 УПАКОВКА СГУЩЕННОГО МОЛОКА

Виды упаковки сгущенного молока	107
Упаковка в бочки	107
Упаковка в жестяные банки	107
Различные (капюлюющие) машины	108
Закупорка банок	108
Залачивание банок	109
Заватывание банок	109
Требования санитарии при упаковке	110

# 1 МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ СГУЩЕННЫМ МОЛОКОМ

## ГЛАВНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ЭКСПОРТЕРЫ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Молочные консервы — сгущенное и сухое молоко — как экспортный товар сравнительно недавнего происхождения, и насчитывается всего лишь около тридцати лет их обращения на международном рынке. Но несмотря на короткий период участия в мировом товарообороте, молочные консервы приобрели весьма важное значение не только как продукт питания для непосредственного потребления населением разных стран, но также и в виде сырья для целого ряда отраслей пищевой промышленности.

Благодаря усовершенствованным способам выработки молочные консервы за границей стали находить широкое применение даже для детского питания. За последние годы общее мировое производство молочных консервов достигло огромных размеров и согласно официальным данным Департамента торговли Североамериканских соединенных штатов колеблется от 1 250 тыс. до 1 590 тыс. тонн в год. Интенсивный рост этой отрасли молочной промышленности имел место только за последние двадцать шесть лет.

Согласно упомянутым данным первое место по производству сгущенного и сухого молока занимают Североамериканские соединенные штаты, на долю которых падает примерно 64% мировой продукции означенных продуктов; на долю Голландии — около 10%; на Англию и Канаду — несколько больше чем по 3%; на Швейцарию и Австралию — несколько больше чем по 2%, а на долю остальных вместе взятых стран — около 16%.

Мировой экспорт молочных консервов также достиг внушительной цифры.

Сведения Международного аграрного института в Риме за 1928 г. сообщают, что мировой экспорт превысил 350 тыс. тонн этих продуктов.

Главными экспортерами сгущенного и сухого молока являются страны с сильно развитым молочным хозяйством, низкой себестоимостью производимого свежего молока и расположенные вблизи наиболее выгодных крупных рынков сбыта.

Таковыми странами, которые обладают благоприятным сочетанием перечисленных факторов, являются:

- Голландия,
- Североамериканские соединенные штаты,
- Швейцария,
- Дания,
- Канада и др.

Мировой экспорт сгущенного и сухого молока между экспортирующими странами в процентном отношении распределяется примерно следующим образом:

Голландия	39,00	Англия	2,05
САСШ	21,01	Новая Зеландия	1,87
Швейцария	10,01	Ирландия	0,90
Дания	8,06	Франция	0,85
Канада	6,44	Германия	0,20
Австралия	3,97	Чехословакия	0,16
Норвегия	2,93	Бельгия	0,15
Италия	2,36	Прочие страны	0,04
		<b>Итого</b>	<b>100%</b>

Что же касается СССР, то последний до сего времени за исключением вывоза весьма незначительных опытных партий в мировом экспорте молочных консервов не участвовал вследствие недостаточного развития в нашей стране молочно-консервной промышленности<sup>1</sup>.

В текущем году с разворачиванием в СССР строительства заводов сгущенного молока для этой отрасли советской промышленности открываются богатейшие перспективы. Конструкция заводов предусматривает новейшие достижения американской техники как в отношении здания, так и самого оборудования.

Кроме того строительство подсобных заводов на базе крупных молочных хозяйств социалистического типа, дающих высококачественное молоко, является залогом успеха новых советских промышленных предприятий.

Главными импортерами вышеупомянутых продуктов будут те страны, которые имеют недостаточное внутреннее производство свежего молока, большое население, потребляющее молоко как один из обычных продуктов питания и обладающее в то же время достаточной покупательной способностью, и наконец облегчающие импорт таможенные ставки.

Благоприятное сочетание этих факторов, обуславливающих обширные рынки сбыта сгущенного и сухого молока, имеет место в следующих странах: Англии, британской Малакке, Кубе, голландской восточной Индии и др.

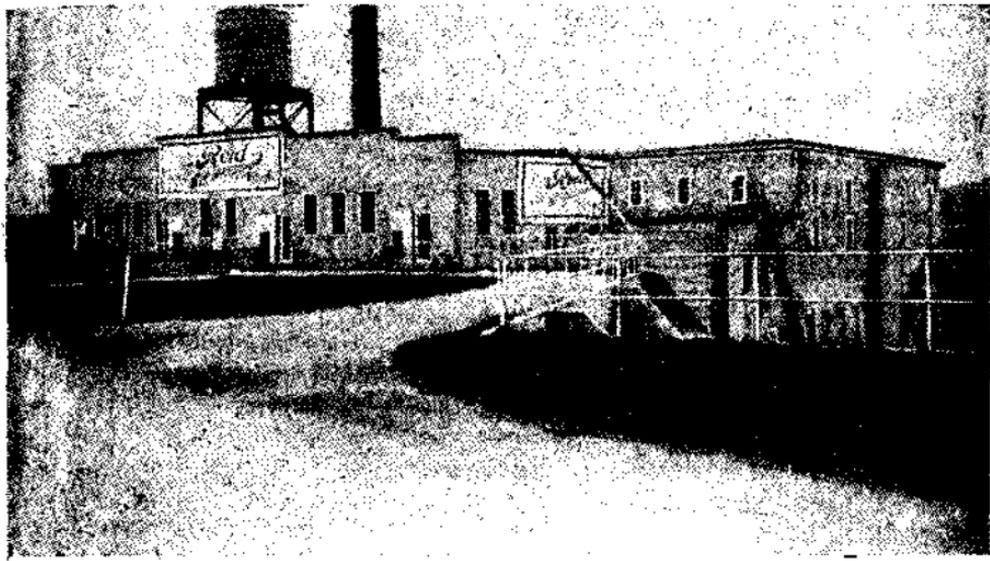
## КРАТКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СГУЩЕННОГО МОЛОКА И МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ИМ

С начала двадцатого столетия мировая торговля сгущенным и сухим молоком развивалась слабо, но постепенно увеличиваясь, уже в 1913 г. достигла внушительных размеров, причем главными экспортерами были европейские страны благодаря существовавшей в них низкой себестоимости производства этих продуктов.

Разразившаяся в 1914 г. мировая война резко изменила конъюнктуру внешних рынков молочных продуктов. С этого времени начали ощущаться в Западной Европе все более возрастающий недостаток кормов для молочного скота и зна-

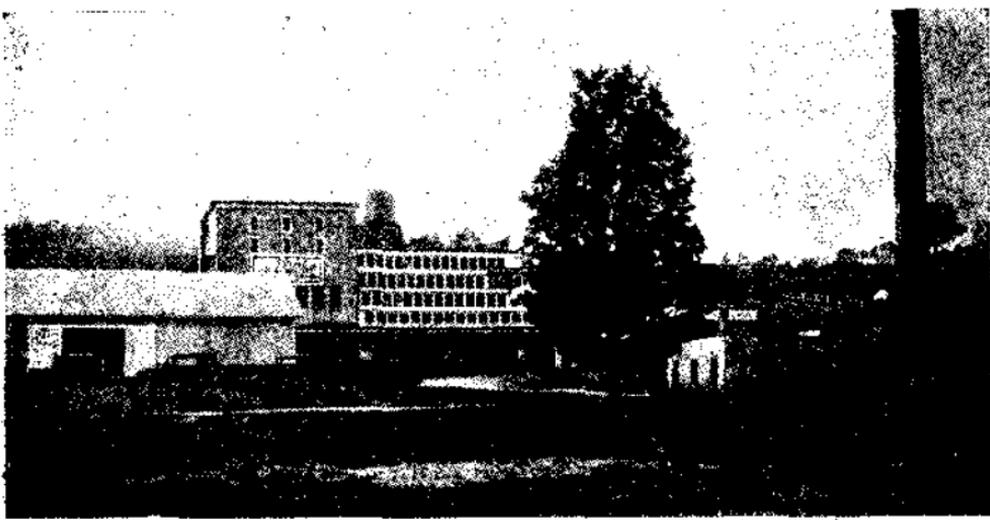
<sup>1</sup> См. нашу статью «Заброшенная отрасль молочной промышленности» в газете «Экономическая жизнь» № 172 (3193) от 30 июля 1929 г.

ительное сокращение количества скота, подвергавшегося убою на мясо. Естественно, что эти обстоятельства сильно сократили наличие сырьевых избытков в Европе для производства сгущенного и сухого молока; кроме того недостаток солоа и ограниченное количество сахара на западно-европейском рынке весьма удорожили производство молочных продуктов этого вида.



**Рис. 1. Завод сгущенного молока в Синсинатус в штате Нью-Йорк (главный фасад).**

По мере продолжения мировой войны влияние неблагоприятных факторов в западно-европейских странах настолько усилилось, что все производство сгущенного и сухого молока было сведено в них на-нет, и эти страны из крупных экспортеров этих продуктов превратились в их крупных импортеров.



**Рис. 2. Завод сгущенного молока в Синсинатус в штате Нью-Йорк (задний фасад).**

Место западно-европейских стран как главных экспортеров сгущенного и сухого молока было занято Североамериканскими соединенными штатами, Канадой, Австралией и Новой Зеландией, производство в которых упомянутых молочных продуктов приняло огромные размеры.

Последующие за мировой войной годы (1919—1922) явились ненормальными в отношении международной торговли Западной Европы сгущенным и сухим молоком. Только с 1923 г. западноевропейские страны настолько оправались от последствий мировой войны, что снова заняли в упомянутой торговле положение крупных экспортеров.

По мере того как Европа с 1919 г. по 1925 г., увеличивая свой экспорт сгущенного и сухого молока, довела его с 10,9 до 68,4% общего мирового экспорта этих продуктов, Северная Америка весьма сократила этот вид экспорта.

Что касается импорта, то в 1919 г. Европа ввезла 81,4% общего годового количества товарного сгущенного и сухого молока, Северная Америка—10,2%, Азия—6,6%, Южная Америка—1,3%, а остальное количество—Океания и Африка.

В 1923 г. Европа ввезла упомянутых молочных продуктов 60,3%, Азия—19,8%, Северная Америка—13,7%, Африка—4%, Южная Америка—2,1% и Океания—только очень незначительное количество.

В 1925 г. Европа еще более сократила импорт, в то время как Азия свой импорт несколько увеличила, а импортная торговля Северной Америки, Южной Америки и Океании осталась на прежнем уровне.

В мировой экспортной торговле молочными консервами за 1928 г., по данным за этот год Международного аграрного института в Риме, удельный вес европейских стран повысился до 78%.

Из стран, экспортирующих сгущенное и сухое молоко, Голландия, Североамериканские соединенные штаты, Швейцария, Дания, Канада, Австралия, Норвегия, Италия, Англия, Новая Зеландия и Франция вывозят около 99% общего мирового экспорта упомянутых продуктов, а все остальные страны—только около 1%.

## ГОЛЛАНДИЯ

Молочное хозяйство является одной из главных отраслей народного хозяйства Голландии. Продукция молока в этой стране достигла больших размеров. Районы, прилегающие к городам, сбывают молоко для непосредственного потребления, и только отдаленные районы сдают молоко преимущественно на переработку в разные молочные продукты. Хотя сбыт молока для непосредственного потребления является более выгодным для производителя, но, с другой стороны, последний при сдаче молока на заводы имеет меньшие накладные расходы и меньше хлопот благодаря хорошо организованной заводами системе сборки молока.

За последние 5 лет в Голландии чрезвычайно разрослась сеть комбинированных заводов по переработке молока на масло и сгущенное снятое молоко, причем эти продукты шли главным образом на экспорт. Одним из благоприятных условий к использованию обрата на сгущенное снятое молоко послужила весьма низкая стоимость мелкой жестяной тары, употреблявшейся для этого продукта.

Вообще же производство сгущенного и сухого молока в этой стране ведет свое начало с 1882 г., когда эти продукты уже вырабатывались в Голландии для снабжения ими голландских колоний. В настоящее время Голландия является самым мощным экспортером сгущенного и сухого молока.

При наличии в Голландии в изобилии свежего молока внутреннее потребление этой страной молока в сгущенном и сухом виде выражается в очень больших количествах. Использование этих продуктов на голландских шоколадных и конфетных фабриках также значительно меньше, чем во многих других странах. Таким образом почти все количество молочных консервов, вырабатываемых в Голландии, экспортируется. В 1919 г. удельный вес Голландии в мировом экспорте молочных консервов составлял всего 4,5%, а в 1925 г. он поднялся до 39%.

Стоимость голландского экспорта сгущенного и сухого молока в 1919 г. составляла в 13 580 тыс. руб.; стоимость экспорта этих же продуктов в 1925 г. достигла примерно 36 860 тыс. руб. Наибольшую долю в этом экспорте за 1925 г., а именно около 87% занимало сгущенное снятое молоко.

За последние годы экспорт из Голландии молочных консервов развивался следующим образом (в тоннах):

	1926 г.	1927 г.	1928 г.
Сгущенное цельное молоко с сахаром	26 499	28 869	28 555
"    снятое    "    "    "	100 482	110 403	121 025
"    цельное    "    "    "    без сахара	5 913	8 019	10 964
"    снятое    "    "    "    "	32	37	881
Сухое цельное молоко	8 701	10 734	11 467
"    снятое    "    "    "	3 312	3 172	3 756
Стерилизованное и другие виды молока	3 508	4 253	4 876

Таким образом из приведенных данных видно, что экспорт сгущенного снятого молока, являющегося главным продуктом голландского молочноконсервного производственного контингента только за последние два года возрос на 20,4%; за тот же период времени экспорт сухого цельного молока увеличился на 32%, а экспорт сгущенных сливок—на 86%.

Наилучшим рынком для сбыта голландского сгущенного и сухого молока служит Англия, рабочие массы которой предъявляют усиленный спрос на дешевое голландское сгущенное снятое молоко. Кроме того большое количество



рис. 3. Один из сливных пунктов в штате Нью Йорк, поставляющий молоко для молочноконсервного завода.

голландского сгущенного и сухого молока идет на английские кондитерские фабрики и затем в малых упаковках (в банках весом 175 и 466 г)—на потребление в домашних хозяйствах.

Германия так же, как и европейские страны у Средиземного моря, является емким рынком для упомянутых голландских продуктов. Африку и Дальний Восток можно пока рассматривать в приложении к упомянутому голландскому товару как многообещающие сбытовые рынки в будущем.

## СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЕ СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ

В этой стране налицо имеется сочетание целого ряда факторов, благоприятствующих развитию молочного хозяйства. Наибольших размеров производство молока достигло в районах, дающих обильные сборы седа и относительно дешевые зерновые корма, а также располагающих прекрасными пастбищными условиями; такими районами обладают северо-западные, центрально-западные и северо-восточные штаты.

На развитие молочной промышленности оказывают влияние близость крупных сбытовых рынков, высокие цены на молочные продукты, и надлежащие климатические условия.

В Североамериканских соединенных штатах молококонсервное производство обычно развивается успешно в районах, удаленных от крупных рынков сбыта натурального свежего молока, или же вблизи этих рынков, если имеются большие излишки натурального свежего молока.

Продукция сгущенного молока без сахара достигает максимальных размеров в центрально-западных штатах, а продукция сгущенного молока с сахаром максимальные размеры имеет в восточных штатах.

В 1919 г. 8,36% всего производства свежего молока в этой стране шло на выработку сгущенного и сухого молока, но эта цифра не является показательной вследствие усиленного спроса на упомянутые продукты, вызванного мировой войной.

В 1925 г. относительное количество свежего молока, употребленного в САСШ на выработку вышеупомянутых продуктов, снизилось почти вдвое, составив только 4,36% общего производства свежего молока в этой стране.

Потребление сгущенного и сухого молока внутри САСШ непрерывно увеличивается. В 1926 г. годовое потребление этих продуктов составляло 7,25 кг на человека. Соединенные штаты являются после Голландии вторым по мощности экспортером сгущенного и сухого молока; в 1928 г. их экспорт только сгущенного молока составил: сгущенного молока с сахаром—17 582 т, сгущенного молока без сахара—34 831 т. Сухого молока было вывезено из САСШ относительно небольшое количество—1 882 т.

Лучшими рынками для сбыта американского сгущенного молока (с сахаром) в нисходящем порядке их значения служат Куба, Филиппинские острова, Китай, Япония, Мексика и Панама. Большие количества американского сгущенного молока (без сахара) находят сбыт в Англии, на Филиппинских островах, в Германии, Панаме, Перу, Кубе и Мексике. В значительных количествах этот товар направляется Соединенными штатами в Китай, Панаму, Мексику и Кубу.

## ШВЕЙЦАРИЯ

Производство сгущенного молока (с сахаром) в этой стране началось с 1866 г., и в данное время эта отрасль молочной промышленности играет существенную роль в швейцарском народном хозяйстве. По неофициальным сведе-



рис. 4. Один из сливных пунктов в штате Нью-Йорк, поставляющий молоко для молочноконсервного завода.

В производстве продукции сгущенного молока выражается в 85%, сухого молока — только 15% общей продукции этих продуктов в Швейцарии. На эти виды производства идет примерно 5% всего годового получения свежего молока в Швейцарии.

В течение периода 1911—1918 гг. ежегодная выработка сгущенного молока (с сахаром) составляла в среднем около 40 910 тонн, а в течение периода 1918—1925 гг. она снизилась в среднем до 36 360 тонн. Местное потребление сгущенного молока (с сахаром) определяется примерно в 6 363 тонны в год. Среднее годовое потребление этого продукта на душу населения составляет около 6,6 кг.

В последнее время вырабатываемое в Швейцарии сгущенное и сухое молоко практически все экспортируется. При нынешних условиях по заявлению компетентных лиц максимальный экспорт этих продуктов из Швейцарии не может превысить 41 тыс. тонн.

В 1925 г. Швейцария экспортировала около 30 700 тонн сгущенного и сухого молока, или около 10% всего жирового экспорта этих продуктов. В последние годы ее экспорт разного вида сгущенного молока развивался следующим образом (в тоннах): 1926 г. — 33 539, 1927 г. — 36 848, 1928 г. — 37 310.

Важнейшими рынками сбыта швейцарского сгущенного и сухого молока являются Англия, а затем, в порядке их значения, Франция, Германия и Греция. Голливудным условием для размещения этих швейцарских молочных продуктов на западноевропейских рынках является непосредственная близость Швейцарии к этим рынкам, а главное — высокая репутация швейцарской продукции.

Следующими важными рынками сбыта служат меньшие западноевропейские страны. Кроме того расширяются для Швейцарии рынки сбыта в Африке, а именно: в Алжире, Марокко и Восточной Африке. Швейцарское сгущенное и сухое молоко находит хороший сбыт также в Голландии, Восточной Индии, Ю-Китае и Филиппинских островах, а также на Кубе.



Рис. 5. Завод сгущенного молока в Дефайенс в штате Огайо (САСШ).

## ДАНИЯ

Впервые выработка сгущенного молока (с сахаром) в Дании была организована для экспорта. Стоимость годовичного производства сгущенного и сухого молока в Дании составила в 1924 г. 13 018 740 руб., а в 1925 г. она снизилась на 1940 тыс. руб. В настоящее время в рассматриваемой отрасли промышленности доминирующее положение занимает производство сгущенного снятого молока. В течение последних десяти лет производство этого продукта неуклонно возрастало, в то время как производство сгущенного цельного молока сокращалось.

На внутреннее потребление идет лишь небольшое количество сгущенного и сухого молока и то главным образом для снабжения торгового флота и шоколадных фабрик.

Экспорт датских молочных консервов за 1926, 1927 и 1928 гг. выразился в следующих количествах (в тоннах):

	1926 г.	1927 г.	1928 г.
Сгущенное цельное молоко с сахаром	3 728	3 833	} 23 858
Сгущенное " " " без сахара	1 079	943	
Снятое молоко " с сахаром и без сахара	20 177	19 398	} 420
Сухое молоко	54	158	

За последние пятнадцать лет датский экспорт молочных консервов, достигший своего максимума в 1924 г. (34 167 тонн), постепенно падает до 1928 г. включительно.

Самым крупным рынком для сбыта датских молочных консервов является английский, затем для сбыта большого количества этих консервов служат другие европейские рынки, Африка и Дальний Восток.

## КАНАДА

Стоимость сгущенного и сухого молока в 1925 г. составляла всего лишь 3% от общей стоимости канадских молочных продуктов. Первый завод сгущенного молока (с сахаром) был построен в Новой Шотландии в 1883 г., но до 1914 г. этот вид производства развивался медленно, и только мировая война создала стимул для его интенсивного подъема.

В 1925 г. в Канаде насчитывалось уже 24 завода сгущенного и сухого молока со стоимостью продукции в 18 933 370 руб., тогда как в 1900 г. стоимость всей выработки упомянутых продуктов составляла лишь 522 870 руб.

В 1925 г. на заводы сгущенного молока (с сахаром) было доставлено 1 722 тонны свежего молока.

Внутри Канады большое количество сгущенного и сухого молока потребляется рабочими по разработке копей и турнстами; в 1925 г. стоимость внутреннего потребления этих продуктов выражалась не меньше чем суммой в 1 760 тыс. руб.

До мировой войны экспортная торговля Канады сгущенным молоком выражалась относительно небольшими количествами и только с началом мировой войны она получила значительное развитие, достигнув своего максимума в 1920 г. (24 606 тонн); в последующие годы экспорт молочных консервов сильно сокращается до 1924 г., когда он снова резко увеличивается (до 19 982 тонн); в дальнейшем происходит непрерывное падение экспорта канадских молочных консервов.

В 1926 г. стоимость экспорта сгущенного и сухого молока достигала суммы 9 422 510 руб., из коих на сухое молоко пришлось только 1 674 510 руб.; импорт в Канаду упомянутых продуктов выражается небольшими количествами и держится из года в год примерно на одном и том же уровне; в 1926 г. стоимость его составляла 632 710 руб.

Экспорт из Канады сгущенного и сухого молока за 1928 г. выразился в следующих количествах (в тоннах):

Сгущенное молоко с сахаром	9 284
"    "    "    без сахара	3 042
Сухое молоко	2 222

Важнейшими рынками сбыта для канадского сгущенного молока (с сахаром) являются Англия, Североамериканские соединенные штаты, Куба, Голландия, Ямайка, Тринидад и Перу.

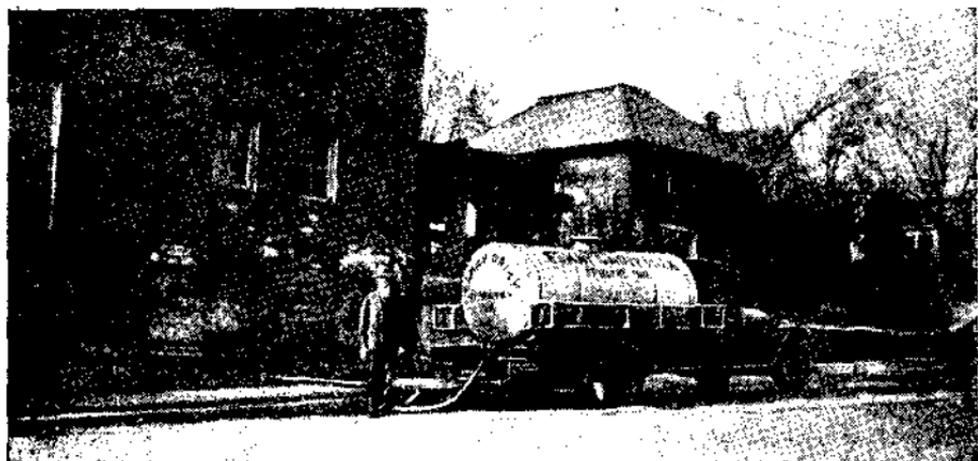
Со времени окончания мировой войны экспорт канадского товара в Англию упал. Увеличивается экспорт канадского сгущенного молока на Кубу, Ямайку, Тринидад и Перу. Что же касается канадского сухого молока, то главным его импортером являются Североамериканские соединенные штаты, увеличивающие за последние годы ввоз этого продукта.

На канадское сухое молоко увеличивается спрос и со стороны Англии, импортировавшей его в 1926 г. в количестве 954 тонн. Наоборот, германский рынок сокращает ввоз канадского сухого молока: в 1925 г. его было ввезено Германией 1 472 тонны, а в 1926 г.—только 264 тонны.

## АВСТРАЛИЯ

Австралия из импортера сгущенного и сухого молока превратилась в экспортера только недавно. В 1912 г. австралийский импорт составлял 522 тонны, экспорт—748 тонн; в 1924/25 г. импорт выразился только в 3% от экспорта эквивалентных продуктов. В 1924/25 г. стоимость экспорта последних выразилась 14 837 880 руб.

Наиболее важным экспортным продуктом является сгущенное молоко с сахаром, вывезенное в 1924/25 г. в количестве 13 180 тонн. Сгущенного молока с сахара было вывезено из Австралии в том же хозяйственном году—37 тонн, сухого молока—1 643 тонны.



**Рис. 6.** Доставка молока на завод сгущенного молока в Дефайенс в штате Огайо (САСШ).

В 1927 г. Австралия экспортировала: сухого молока—876 тонн, сгущенного молока с сахаром—7 247 тонн и сгущенного молока без сахара—21 тонну.

Главными рынками сбыта австралийского сгущенного молока (с сахаром) являются (в порядке их значения): британская Малакка, голландская восточная Индия и тихоокеанские острова. Главным рынком сбыта сухого молока являются Англия и Япония.

## НОРВЕГИЯ

За последние годы среднее годовое производство свежего молока в Норвегии выражается в 1 260 млн. литров, из которого только 3,5% идет на выработку сгущенного молока с сахаром, причем 98% последнего изготавливается из цельного молока.

Сухое молоко находит широкое применение в норвежской промышленности.

С 1919 г. до 1925 г. Норвегия увеличила стоимость экспортируемого сгущенного и сухого молока с 361 т.84 до 5 425 757 руб. В 1925 г. Норвегия занимает седьмое место среди стран, экспортирующих упомянутые продукты.

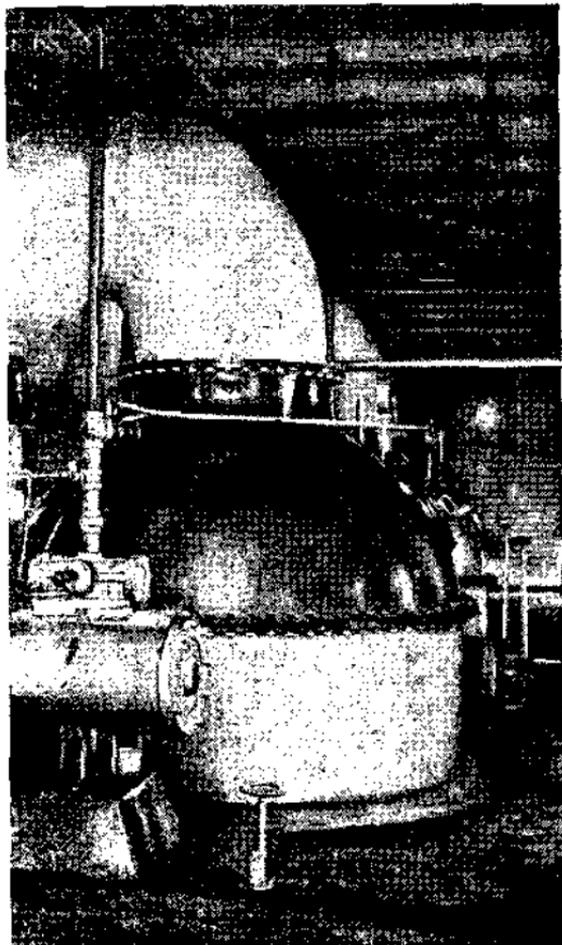
Во время мировой войны норвежский импорт сгущенного и сухого молока значительно превышал экспорт аналогичных продуктов, но уже в 1925 г. стоимость импорта снизилась до 254 064 руб.

В последующие годы наблюдается дальнейший рост экспорта, а именно (в тоннах):

	1927 г.	1928 г.
Сгущенное молоко с сахаром	6 708	7 471
Сгущенное " " без сахара	866	1 033
Сухое " молоко "	23	30

Следовательно в первом случае он увеличился на 12%, во втором—на 13% и в третьем—на 30%.

Норвежская продукция находит сбыт на многих рынках, из которых английский требует больше всего норвежского сгущенного снятого молока. Куба является крупнейшим импортером норвежского сгущенного молока с сахаром, которого в 1925 г. она ввезла 5 455 тонн.



**Рис. 7.** Вакуум-аппараты на заводе сгущенного молока в Дефайнсе в штате Огайо (САСШ).

Благоприятные перспективы сбыта норвежского сгущенного цельного молока с сахаром намечаются в отношении Дальнего Востока и Африки.

## ИТАЛИЯ

Производство в Италии сгущенного и сухого молока с 1913 г. к 1923 г. удвоилось. Кроме того, в последнее время было выстроено несколько новых заводов сгущенного молока. Выработка сухого молока в Италии является новым делом и существует здесь всего лишь несколько лет, причем эта отрасль молочной промышленности в Италии развивается успешно.

За последние годы экспорт итальянского сгущенного и сухого молока сильно возрос. В 1919 г. участие Италии в мировом экспорте этих продуктов выражалось в 0,11%, а в 1924 г. оно составляло уже 2,1%. Хотя экспортируемое количество обоих продуктов и увеличилось, но доминирующую роль в этом экспорте все же занимало сухое молоко.

В 1919 г. общая стоимость экспортированного итальянского сгущенного и сухого молока составляла 185 140 руб., а в 1924 г. она повысилась до 3 563 019 р. Впервые сухое молоко начало экспортироваться из Италии в 1922 г., когда его было вывезено на сумму 1 900 руб. В 1924 г. стоимость экспорта этого продукта выражалась уже в 1 078 914 руб. Еще более значительно возрос за этот

период времени экспорт сгущенного молока без сахара, а именно: с 127 тонн за 1919 г. до 4725 тонн за 1924 г.

В связи с ростом итальянского экспорта сгущенного молока импорт этого продукта в Италию неуклонно снижался: в 1919 г. он составлял 7360 тыс. руб. а в 1924 г.—только 159 543 руб. С другой стороны, импорт сухого молока непрерывно увеличивался, достигнув в 1924 г. суммы в 148 786 руб.

В 1925 г. экспорт итальянского сгущенного молока достигает наибольшего размера—7 858 тонн; в последующие годы происходит неуклонное сокращение этой отрасли экспорта (в тоннах):

	1927 г.	1928
Сгущенное молоко с сахаром	3 855	3 18
„ „ без сахара	184	8

Рынками сбыта этих продуктов являются страны Западной Европы, главным образом Англия. Имеются хорошие перспективы для сбыта итальянского сгущенного и сухого молока в Северной Африке и на Дальнем Востоке.

#### АНГЛИЯ

По приблизительному подсчету Великобритания и северная Ирландия производят ежегодно 6 300 млн. литров свежего молока, из которых около 3,5% идет на выработку сухого и сгущенного молока.

Из различных видов молочных консервов наилучшим спросом на английской рынку пользуется сгущенное молоко (с сахаром и без сахара). Экспортная торговля Англии сгущенным и сухим молоком имеет значительно меньшее значение, чем ее импортная торговля этими продуктами.

Тем не менее участие Англии в 1925 г. выражалось в 2,5% мирового экспорта сгущенного и сухого молока. В 1925 г. экспорт этих продуктов достиг 5 036 тонн, из которых 710 тонн были направлены в иностранные государства, 4 326 тонн нашли сбыт в английских доминионах.

Англия ввозит дешевые виды молочных консервов (например голландское снятое сгущенное молоко) и вывозит дорогие их виды.

В 1928 г. экспорт из Англии молочных консервов составил: сгущенного молока с сахаром—9 490 тонн и сгущенного молока без сахара—1794 тонны.

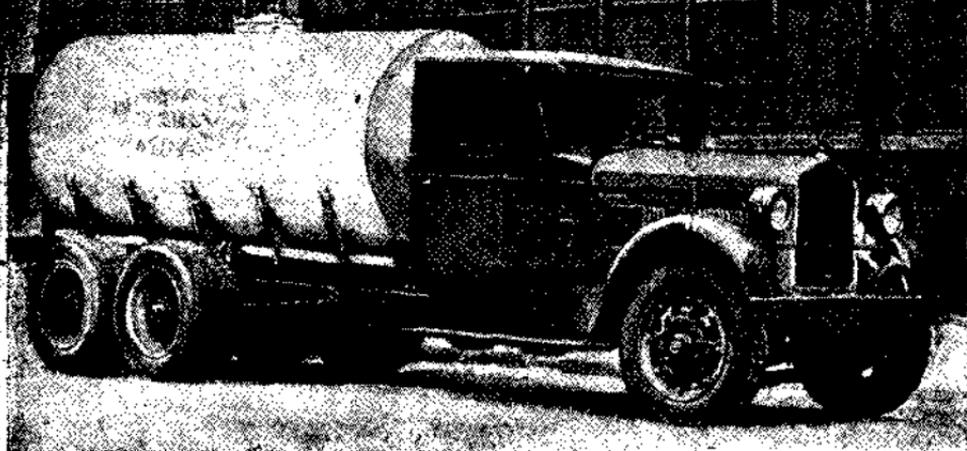
За последние годы английский реэкспорт упомянутых продуктов сокращался главным образом за счет уменьшения вывоза сгущенного цельного молока в Германию и Голландию; в 1928 г. он выразился в следующем количестве: сгущенного молока без сахара—170 тонн и сгущенного молока с сахаром—68 тонн.

Главными рынками сбыта для английского экспорта и реэкспорта вышеупомянутых продуктов являются английские владения, преимущественно Индия и Британская Южная Африка.

#### НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ

Выработка сгущенного и сухого молока сосредоточена в южной части Южного Острова, в районе Окленд, причем продукция сухого молока значительно больше, чем сгущенного. Последнее предназначается только для удовлетворения внутреннего спроса, тогда как первое имеет главным образом экспортное значение.

Развитие в Новой Зеландии экспортной торговли упомянутыми продуктами проходило удивительно быстрым темпом. За период 1909—1913 гг. средний годовой экспорт сгущенного и сухого молока составлял только 60 тонн, к 1919 г.



**Рис. 8.** Американская автомолцистерна, емкостью на 9,1 тонны молока.

сахаром) общей стоимостью в 4 973 720 руб. В 1925 г. экспорт выразился в 5 727 тонн сухого молока и 520 тонн сгущенного молока общей стоимостью в 5 152 420 руб. В 1919 г. Новая Зеландия имела долю в мировом экспорте вышеупомянутых продуктов в размере 0,99% а в 1925 г. — уже 1,87%.

В 1928 г. экспорт из Новой Зеландии составил 7 206 тонн сухого молока и 622 тонны сгущенного молока.

Важнейшим рынком для новозеландского сухого молока является Англия. Новозеландское сгущенное молоко экспортируется главным образом в Австралию и на острова Тихого океана.

Молочная промышленность этой страны вообще развивалась не так быстро как в соседних странах, и заводы сгущенного и сухого молока построены только в последние годы на иностранные капиталы.

В 1922 г. производство свежего молока во Франции выразилось в 11 687 726 тонн, а в 1923 г. — 12 075 907 тонн, из которых только незначительное количество пошло на выработку сгущенного и сухого молока. В 1922 г. во Франции было выработано 5 035 тонн сгущенного молока, а в 1925 г. выработка его поднялась до 8 545 тонн, т. е. дала увеличение в 69%. Так как за период 1922—1925 гг. производство свежего молока только немного увеличилось, то это обстоятельство указывает, что значительно больший процент свежего молока стал употребляться на выработку вышеупомянутых продуктов.

Потребление последних во Франции с каждым годом увеличивается.

В области внешней торговли доминирующую роль играет экспорт сгущенного молока. Экспортная торговля Франции молочными консервами за последние два года представляет следующие данные (в тоннах):

	1927 г.	1928 г.
С сахаром	3 384	4 001
без сахара	1 256	2 308

1550

12397

118956

ФРАНЦИЯ

Республиканская  
научно-техническая  
библиотека



## СТРАНЫ, ИМПОРТИРУЮЩИЕ МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ

За последние годы мировой экспорт молочных консервов направлялся в нижеперечисленные страны и размещался в них в среднем в процентном отношении следующим образом:

Англия	45,8	Британская Южи.	
Британская Ма- лакка	8,4	Африка	1,8
Куба	8,1	Китай	1,7
Германия	4,8	Перу	1,6
Гол. вост. Индия	4,6	Япония	1,5
Франция	3,9	Голландия	1,2
Филиппинские о-ва	3,8	Мексика	0,9
Британская Ин- дия	2,6	Франц. Индо-Ки- тай	0,8
САСШ	2,1	Бельгия	0,7
		Порто-Рико	0,7
		Ямайка	0,6

Удельный вес каждой из прочих стран, импортирующих молочные консервы, составляет менее половины процента среднего годового мирового импорта этих продуктов.

Вышеприведенные данные показывают, что первостепенным мировым рынком сбыта молочных консервов является английский рынок, который как ближайший и более доступный заслуживает наибольшего внимания со стороны СССР.

В особенности это обстоятельство приобретает серьезное значение в связи с развертыванием большого строительства в СССР заводов сгущенного молока, оборудованных по последнему слову американской техники, и вероятностью сбыта в ближайшие годы советских молочных консервов также и на внешние рынки.

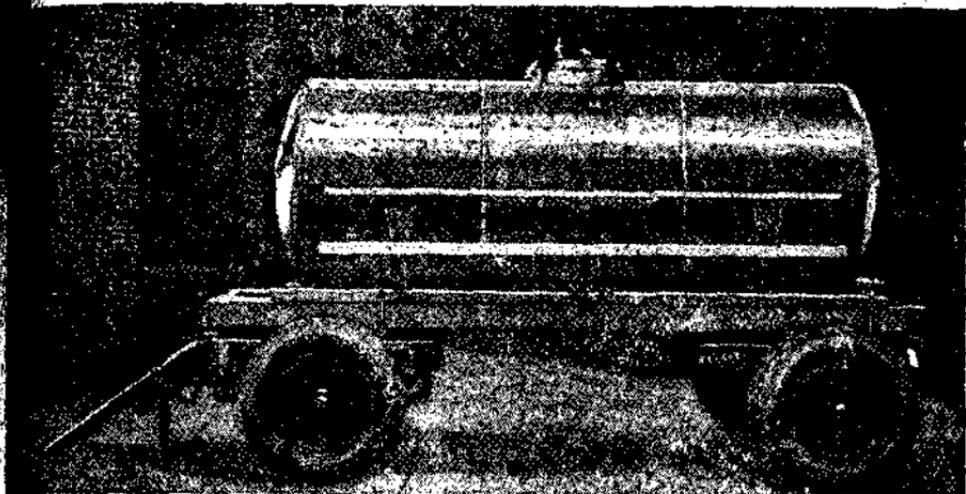
Германия в значительной степени перестает существовать для СССР как сбытовой рынок советских молочных консервов вследствие введения в ней за последнее время высокой запретительной импортной пошлины вообще на иностранные молочные консервы.

Помимо других европейских рынков Китай и Япония могут рассматриваться как будущие рынки сбыта советских молочных консервов.

### АНГЛИСКИЙ РЫНОК

Этот рынок, как уже упоминалось выше, является самым крупным сбытовым рынком молочных консервов. Развитие импортной торговли Англией только в отношении сгущенного молока за период с 1913 г. по 1924 г. происходило следующим образом (в тоннах):

Г о д ы		Г о д ы	
1913	63 617	1919	161 517
1914	62 250	1920	100 310
1915	80 143	1921	110 610
1916	86 761	1922	96 010
1917	83 134	1923	114 698
1918	130 447	1924	113 358



**Рис. 8.** Принциальная молцистерна для перевозки молока.

В 1925 г. в Англию было импортировано 14 710 тонн сгущенного цельного молока с сахаром, 81 088 тонн сгущенного снятого молока с сахаром, 18 084 тонны сгущенного молока без сахара, 6 985 тонн сухого молока без сахара и 1 737 тонн разного рода консервированного молока без сахара общей стоимостью в 53 926 562 руб. Наибольшее количество сгущенного цельного молока с сахаром было доставлено в Англию из Голландии, Швейцарии, Дании и Австралии, а наибольшее количество сгущенного снятого молока с сахаром — из Голландии, Дании и Ирландии; поставщиками сгущенного молока без сахара являлись Североамериканские соединенные штаты, Канада и Голландия; сухое молоко доставлялось преимущественно из Новой Зеландии, Голландии и Канады.

В последующие годы повышение английского импорта молочных консервов происходило следующим образом (в тоннах):

	1926 г.	1927 г.	1928 г.
Сгущенное цельное молоко с сахаром	13 056	12 852	15 088
" снятое " " "	90 068	94 234	99 162
" молоко без сахара "	18 390	20 879	21 641
Сухое молоко	6 868	7 000	10 145

**Итого 128 382 134 965 146 038**

Таким образом за последние три года импорт молочных консервов в Англию развивался весьма интенсивно.

## КРАТКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Сгущенное цельное молоко с сахаром представляет собою полужидкую массу, получающуюся после ряда процессов, имеющих целью и результатом удаление из молока значительного количества содержащейся в нем воды.

Как известно, молоко состоит из следующих частей: воды, казеина, альбумина, жира, молочного сахара и минеральных солей. Процентное отношение этих составных частей разнится в зависимости от целого ряда факторов, как-то: породы скота, кормов, лактационного периода и т. д.

Иностраный молочный скот дает молоко, более богатое водой и бедное казеином и жиром, чем русский молочный скот.

Так процентное содержание составных частей в молоке иностранного и русского молочного скота может быть представлено в среднем в следующем виде:

	Иностр. скот	Русский скот
Вода	87,6	86,7
Казеин	3,0	3,2
Альбумин	0,5	0,5
Жир	3,5	4,2
Молочный сахар	4,7	4,7
Минеральн соли	0,7	0,7

**Итого 100% 100%**

Что касается состава сгущенного молока с сахаром, то количественное содержание составных частей сырого молока за исключением воды было бы сохранено и в нем, если бы только в процессе производства сгущенное молоко не подвергалось стандартизации.

Но так как заводы сгущенного молока обычно проводят стандартизацию своего продукта, то и состав его значительно разнится в зависимости от принятого заводом того или иного стандарта.

Так завод «Borden's Condensed Milk Co» вырабатывает продукт следующего состава:

Вода	24,84 %	Молочный сахар	13,02 %
Жир	8,23 %	Минеральн. вещества	1,92 %
Белковые вещества	8,57 %	Сахар тростниковый	43,42 %

**Итого 100%**

Сухое вещество (без добавления сахара) составляет 31,74%

В то же время завод «Canada Milk Condensing Co» изготовляет продукт под маркой «Nestle», в котором содержание добавленного тростникового сахара значительно меньше, а именно:

Вода	30,84 %	Молочный сахар	12,40 %
Жир	8,93 %	Минеральные вещества	1,81 %
Белковые вещества	8,47 %	Сахар тростниковый	37,55 %

**Итого 100 %**

Сухое вещество составляет 31,61 %

Завод «American Condensed Milk Co» вырабатывает продукт под маркой «Red Cross» примерно с тем же содержанием тростникового сахара, но с большим содержанием сухого вещества:

Вода	26,50 %	Молочный сахар	14,80 %
Жир	9,31 %	Минеральные вещества	1,95 %
Белковые вещества	9,50 %	Сахар тростниковый	37,94 %

**Итого 100 %**

Сухое вещество составляет 35,56 %

В общей американской практике на производство каждого литра сгущенного цельного молока обычно идет от  $2\frac{1}{2}$  до  $2\frac{3}{4}$  литра свежего цельного молока; в качестве консервирующего вещества к нему прибавляют тростниковый сахар в количестве от 12 до 18 %, преимущественно 16 % от свежего цельного молока. Таким образом в американском сгущенном цельном молоке с сахаром наличие только тростникового сахара выражается обычно в 44 %.

В СССР принят следующий стандарт на сгущенное молоко с сахаром (до  $\frac{1}{3}$  первоначального объема):

Воды	27—30%
Жиры	9—11%
Белков	9—12,5%
Молочного сахара	12,5—15%
Свекловичного сахара	36—40%
Золы не более	2,4%
Кислотность сгущенного молока в градусах Тернера	—48°

В дальнейшем изложении мы будем употреблять термин «сгущенное молоко», причем следует иметь в виду, что это делается с целью сократить наименование продукта, и здесь речь идет все время о сгущенном молоке с сахаром.

На первых же порах необходимо отметить ту старую истину (справедливую в отношении всех молочных продуктов, а в том числе и в особенности в отношении сгущенного молока), что высокий сорт сгущенного молока может быть только из хорошего свежего молока.

Затем уместно вспомнить слова Г. Бордена<sup>1</sup> о том, что «основ-

<sup>1</sup> Г. Бордена в мировой молочной промышленности называют «отцом» сгущенного молока.

ное и самое неперемное условие успеха в производстве сгущенного молока заключается в соблюдении исключительной чистоты и опрятности». По заявлению Мериам «вся сущность производства сгущенного молока начинается и кончается чистотой». Тейзен в свою очередь говорит, что «на заводе сгущенного молока все должно блестеть». Эти виднейшие специалисты, говоря таким образом о производстве сгущенного молока, конечно прежде всего имеют в виду поступление на завод безупречного по своим качествам свежего молока.

Лица, компетентные в производстве сгущенного молока, утверждают, что молоко, которое при известных условиях может дать еще хороший сыр, даст низкосортное сгущенное молоко. По мнению американских специалистов своими успехами Г. Борден обязан уделению заносчиками молока исключительного внимания кормлению молочного скота и уходу за ним, а также надлежащей доставке молока от момента окончания доения до поступления на завод.

Из изложенного явствует, что на заводах сгущенного молока при приемке сырья эксперты должны обращать весьма серьезное внимание на поступающий продукт, никоим образом не допуская приемки молока, не удовлетворяющего установленным требованиям.

Сгущенное молоко обращается на международном рынке как в герметически закрытых жестянках различного веса, так и в бочечной таре.

Упаковка в жестянки предназначается для розничного сбыта, тогда как бочечная упаковка имеет в виду удовлетворение спроса со стороны оптовых потребителей, главным образом булочных, кондитерских и шоколадных фабрик, заводов сливочного мороженого и пр.

При правильных способах выработки сгущенного молока последнее может сохраняться в течение месяцев, но все же рекомендуется в дело употреблять свежеработанный продукт как обладающий самыми высокими качествами.

## СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ

Для наглядного представления о различных стадиях производства сгущенного молока ниже нами приводится примерная схема оборудования завода по выработке этого продукта (рис. 10). Здесь мы должны оговориться, что эта схема является не типовой, а лишь более или менее общей для существующих заводов сгущенного молока средней производительности в Североамериканских соединенных штатах.

При поступлении на завод свежего коровьего молока последнее выливается через специальные цедилки в бак для взвешивания (А), откуда оно, проходя через холодильник (В), попадает в приемные баки (С).

Между баком для взвешивания (А) и холодильником (В) весьма желательно помещать фильтр.

Из приемных баков (С), в которых молоко стандартизуется до нормального процентного соотношения жировых и нежировых составных частей, молоко посредством насоса (Е) передается в промежуточный бак (D), из которого оно самотеком идет в подогреватель (F) и в пастеризатор (G), а из последнего—в котел для смешивания с сахаром (H).

Из этого котла (Н) молоко с растворенным в нем сахаром засасывается вакуум-аппаратом, в котором происходит сгущение молока путем его уварки до требуемой концентрации.

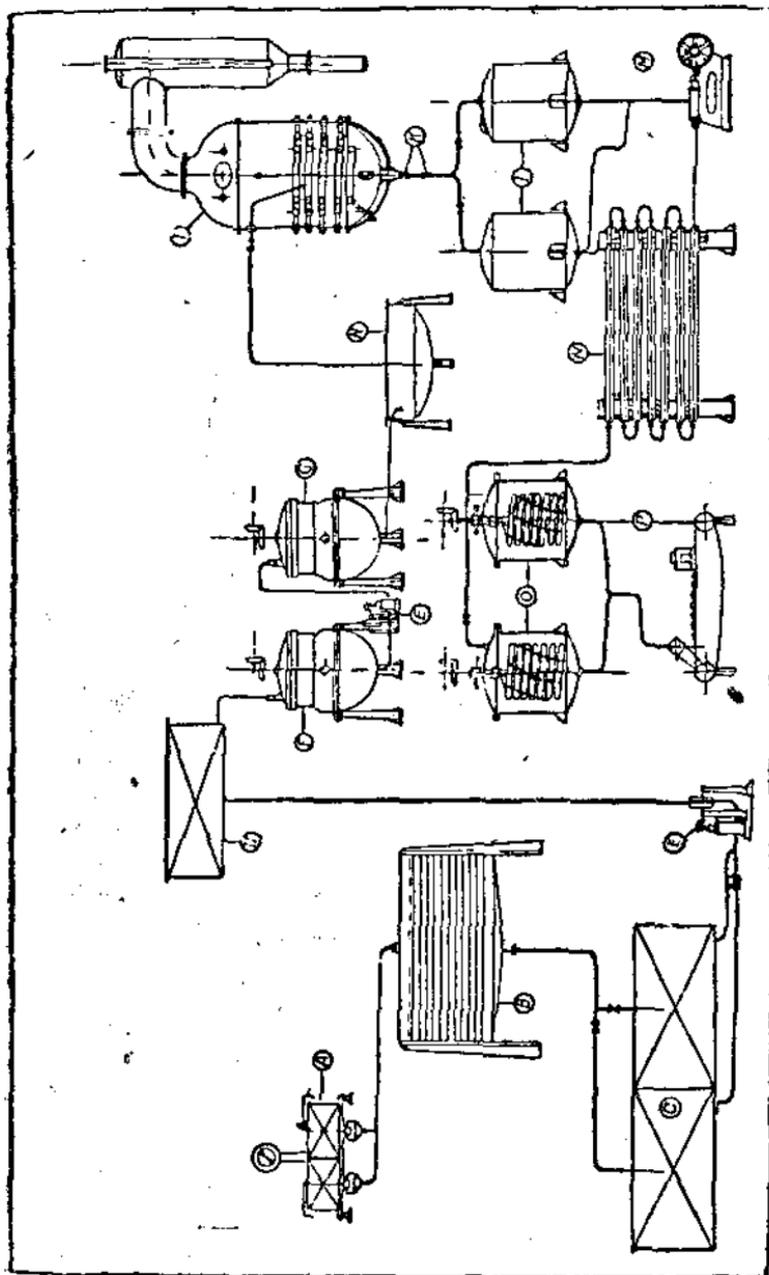


Рис. 10. Схема оборудования завода сгущенного молока с сахаром (по О. Ханнкеру).

О законченности процесса сгущения судят по пробе, забираемой при помощи специального крана (К), расположенного в нижней части аппарата.

Из вакуум-аппарата сгущенное молоко выпускается в промежуточные баки (*L*), предназначенные для его стандартизации в отношении общего состава.

Из этих баков (*L*) стандартизованное и сгущенное молоко при помощи насоса (*M*) прогоняется через холодильник (*N*) и размешивательные баки для охлаждения и проведения усиленной кристаллизации (*O*), попадает к машине, разливающей готовый продукт в жестянки, которые закупориваются, упаковываются в ящики и затем отправляются на склад. Для разлива в бочки также существуют специальные машины.

### **ВЗВЕШИВАНИЕ, ФИЛЬТРАЦИЯ, ОХЛАЖДЕНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ МОЛОКА**

Поступающее на завод свежее коровье молоко прежде всего подвергается экспертизе и только в случае удовлетворения определенным требованиям поступает через специальные сепараторы в бак для взвешивания, причем молоко каждого заносчика подвергается пробе на содержание в нем жира, являющегося основанием для расчета. После взятия пробы и соответствующих записей молоко через фильтр и холодильник выливается в приемные баки, где берется средняя проба на определение процентного содержания жировых и нежировых составных частей.

После определения по этой средней пробе наличного соотношения составных частей свежего молока вычисляется необходимое количество сахара, которое при смешивании с молоком, должно дать продукт, строго отвечающий требованиям стандарта, устанавливающего содержание сахара в готовом продукте в определенном соотношении к прочим составным частям молока.

Окончательный продукт производства, т. е. сгущенное молоко, также стандартизуется до получения определенного соотношения его составных частей. При стандартизации молока в приемных баках можно встретиться со следующими двумя случаями.

**ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ.** Требуется приготовить в 2,5 раза сгущенное молоко с содержанием жира в 8%.

В нашем распоряжении имеются 3 500 литров молока с содержанием жира в нем 3,1% и сливки с содержанием жира в них 25%. Спрашивается: сколько нужно прибавить сливок, чтобы получить подходящую стандартную смесь?

Для того чтобы, сгустивши в 2,5 раза, иметь 8% жира, нужно, чтобы в молоке было  $8 : 2,5 = 3,2\%$  жира. Как же составить смесь из нашего молока с 3,1% жира и сливок с 25% жира.

Для этого существует простейший и точный способ при помощи «квадрата Пирсона». В центре этого квадрата пишется то содержание жира, которое должна иметь смесь молока и сливок до сгущения, т. е. 3,2%. В верхнем левом углу пишется содержание жира сливок (25%), а в нижнем левом углу—содержание жира в нашем молоке (3,1%).

Теперь расчет делается необыкновенно просто: из 250 (считая в десятых долях) вычитается центр—32 и разность пишется напротив по диагонали, т. е. в правом нижнем углу, что составит 218.

Таким же образом вычитаем из 32, т. е. жира требуемой смеси, — жир данного молока и, получаем 1. Это значит, что на каждые 18 литров нашего молока нужно прибавить 1 литр сливок, чтобы получить подходящую смесь.

Проверка:

218 кг молока содержат  $3,1 \times 218 = 6758$  г жира  
1 кг сливок                       $25 \times 10 = 250$  ..

219 кг смеси содержат 7008 г жира  
а 100 г частей =  $700,8 : 219 = 3,2\%$

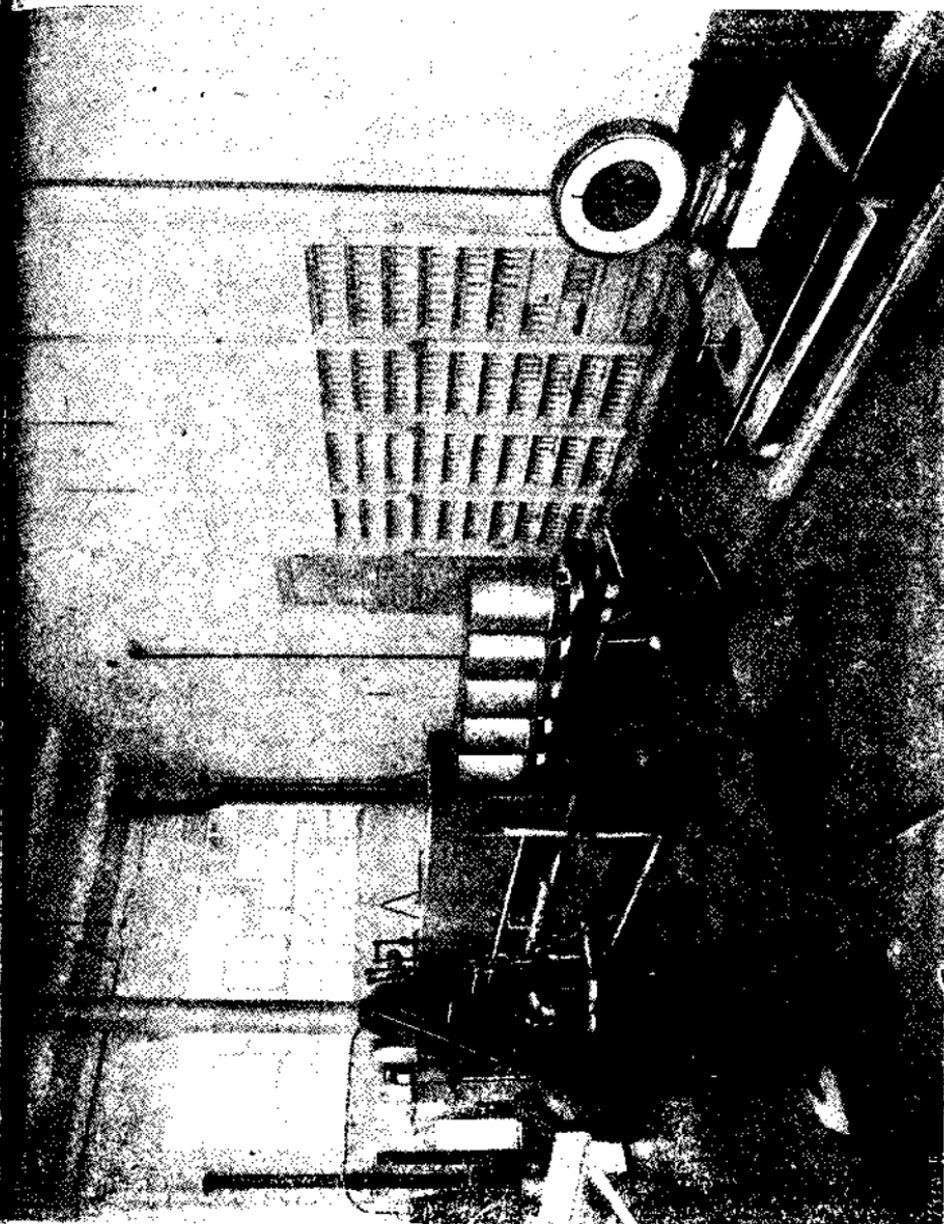
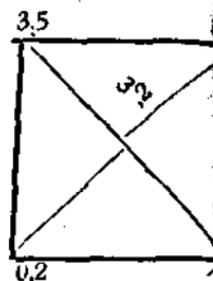


Рис. 11. Приемная молока на одном из небольших молококонсервных заводов в САСШ.

Следовательно мы на каждые 218 частей молока должны взять 1 часть сливок, а на 3500 кг молока:  $3500 : 218 = 16,055$  кг сливок.

**ВТОРОЙ СЛУЧАЙ.** На 3500 кг молока с содержанием жира в 3,5% нужно взять столько снятого молока с содержанием жира в 0,2%, чтобы получить стандартное сгущенное молоко с содержанием жира в 8%. Эта жирность сгущенного молока соответствует  $8 : 2,5 = 3,2\%$  жира в смеси молока, подвергаемого сгущению.

Задача решается так же, как и предыдущая. В середине квадрата Пирсона пишем требуемую жирность молока, т. е. 3,2. В левом верхнем углу пишем жирность нашего молока 3,5, в нижнем левом углу пишем жирность снятого молока 0,2.



Решение таково: из 35 вычитаем 32 и разность 3 пишем в правом нижнем углу, что соответствует количеству снятого молока; из 32 вычитаем 2 и по диагонали в правом верхнем углу пишем 30. Следовательно, на каждые 30 частей нашего молока мы берем 3 части снятого, или на 10 частей цельного — 1 часть снятого. Значит на 3500 литров нашего молока мы должны взять 350 литров снятого.

Проверка:

3500 кг молока содержат (по 3,5%) — 122,5 кг жира  
 350 „ снят. молока содержат (по 0,2%) —  
 0,7 кг жира

3850 кг смеси содержат 123,2 кг жира  
 а 100 частей =  $123,2 \times 100 : 3850 = 32\%$

### ПОДОГРЕВАНИЕ МОЛОКА

После того как требуемая партия молока собрана в приемные баки, и само молоко стандартизовано в отношении содержания жира и нежировых составных частей, первой операцией в производственном процессе является предварительное подогревание молока.

Главной целью этого подогревания является:

1 Уничтожение большинства бактерий, плесневых и дрожжевых грибов.

2 Ускорение растворения сахара.

3 Предупреждение прикипания молока к поверхности нагрева вакуум-аппарата.

Кроме того процесс предварительного подогревания ослабляет тенденцию готового продукта с течением времени густеть, в значительной мере устраняя этот порок.

Каким бы свежим ни было молоко при поступлении на завод, все же оно обычно содержит микроорганизмы разного вида и в различных количествах. Некоторые из них могут являться инфекционными, и присутствие их в молоке делает последнее опасным для здоровья потребителя. Поэтому во избежание передачи инфекции молоко должно подогреваться до температуры, достаточно высокой для того, чтобы уничтожить большинство микроорганизмов. Кроме того, молоко может содержать бактерии, плесневые и дрожжевые грибки, дрожжи, вызывающие нежелательное брожение. При попадании их в сгущенный продукт способность последнего сохраняться может уменьшаться. Он может с течением времени загустеть, уменьшив свои полезные для здоровья свойства и понизив вообще свои качества как товар.

### РАСТВОРЕНИЕ САХАРА

Весьма существенно, чтобы весь прибавляемый к молоку тростниковый или свекловичный сахар растворялся полностью и тем самым уменьшалась бы тенденция сахара образовывать большие кристаллы в готовом продукте. Это опасение относится в особенности к не растворившемуся сахару, попадающему в вакуум-аппарат к окончанию процесса сгущения.

Присутствие в готовом продукте больших кристаллов сахара мешает появлению порока, имеющего техническое наименование «хруст на зубах», и образование в жестянках осадка, к которому рынок относится весьма отрицательно. При надлежащем же подогревании молока растворение в нем сахара значительно облегчается, тем уменьшается опасность образования вышеуказанного явления.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРИКИПАНИЯ МОЛОКА

Если холодное молоко вступает в соприкосновение с горячей поверхностью нагрева и если при этом оно не размешивается достаточно энергично, то происходит его прикипание к этой поверхности. В вакуум-аппарате молоко подогревается и поддерживается в состоянии кипения обычно посредством паровой рубашки и специальных нагревателей, обогреваемых паром высокого давления. Если в вакуум-аппарат подать холодное молоко, то тот промежуток времени, в течение которого оно до начала обусловливаемой нагревом циркуляции остается неподвижным, будет вполне достаточным для его прикипания к горячей поверхности нагрева, вследствие чего готовый продукт приобретет следующие пороки: «пригорелый привкус» и «коричневые пятна».

Помимо этого поступление молока в вакуум-аппарат в холодном виде затягивает процесс выпаривания воды. Если же молоко поступает в вакуум-аппарат горячим, то вследствие пониженного давления внутри аппарата оно начинает сильно кипеть и приходит в состояние энергичной циркуляции, исключая возможность его прикипания и пригорания. Кроме того при этом условии достигается максимально возможная быстрота выпаривания воды.

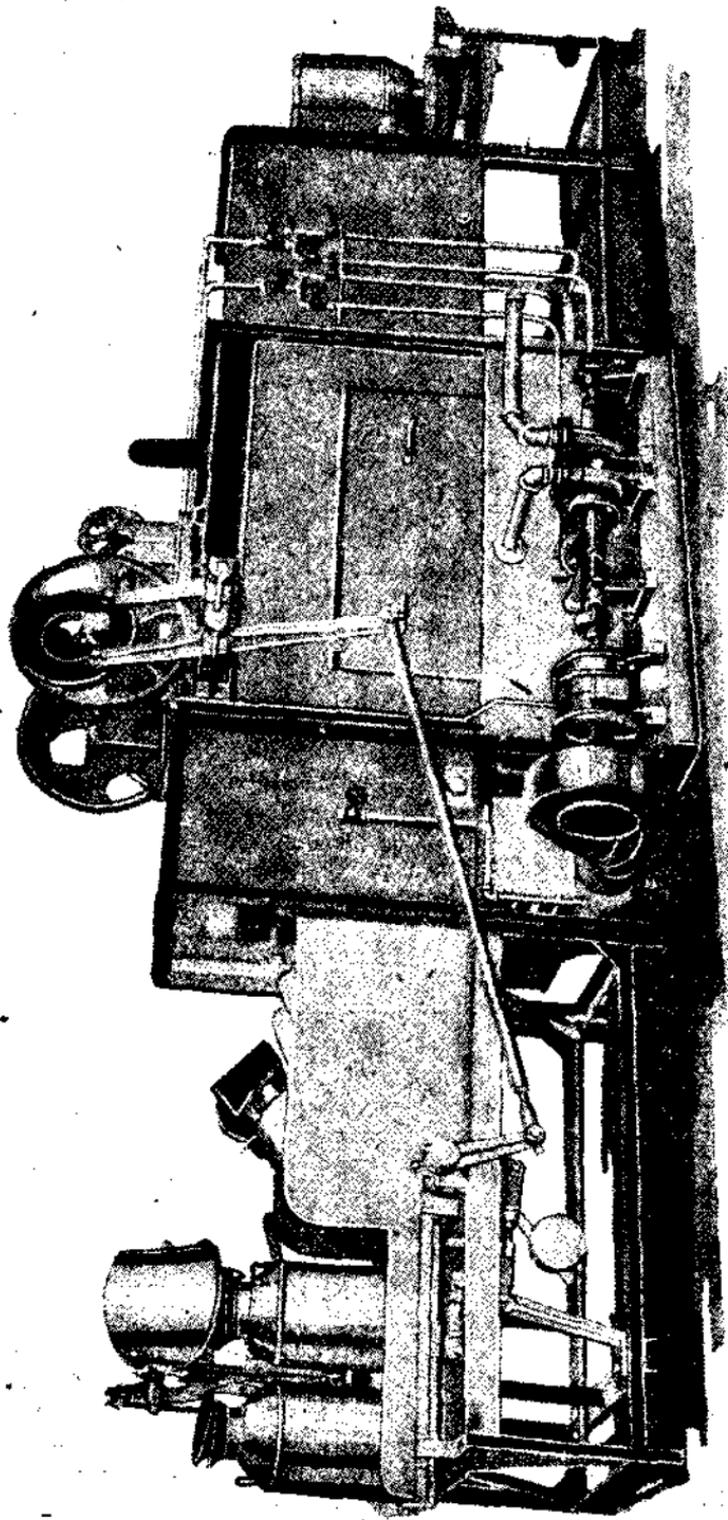


Рис. 12. Один из современных типов американской флаговойой машины, пропускающей 360 флагов в час.

Температура, до которой молоко предварительно подогревается перед смешиванием его с сахаром и последующим сгущением в вакуум-аппарате, колеблется в значительных пределах в зависимости от усвоенных разными заводами приемов производства. На большинстве американских заводов температура этого подогревания близка к температуре кипения молока, а именно от 88 до 99° С. Однако в некоторых случаях упомянутую температуру ограничивают пределом, употребляющимся при способе «длительной» пастеризации, т. е. примерно 63° С.

В то же время в практике некоторых европейских заводов предварительное подогревание молока доводится до температуры выше точки его кипения, причем процесс ведется в закрытых котлах и под давлением выше атмосферного.

С точки зрения легкости осуществления первый способ, т. е. подогревание до 88—99° С, является на первый взгляд как будто бы предпочтительнее, так как при этих температурах облегчается растворение сахара и достигается удовлетворительный эффект в смысле уничтожения бактериальной флоры.

Однако недавние исследования по вопросу вязкости сгущенного молока, преследующие цель выявить причины увеличивающейся со временем его густоты, указывают, что температура подогревания имеет весьма большое влияние на этот процесс, причем тепловым режимом, приближающийся к точке кипения, значительно усиливает упомянутый порок.

Подтверждением этого положения являются работы Роджерса, Дейшера и Эванса, показывающие, что тенденция молока густеть в течение времени значительно увеличивается при температуре подогревания в 95° С, обычно применяющейся на практике.

Вязкость продукта, при выработке которого пользовались температурой подогревания в 63° С в течение 30 минут, является слабой, и при этой температуре тенденция к увеличению вязкости готового продукта при дальнейшем хранении значительно уменьшается.

Результаты последних работ Лейтона и Дейшера показывают, что проведение подогревания молока при температуре в 65° С слегка стабилизирует качество готового продукта по сравнению с продуктом, при выработке которого подогревание не применялось. При температуре подогревания в 75° С качество готового продукта также несколько стабилизируется, тогда как при температуре в 85° С эта стабильность начинает исчезать, что становится уже весьма заметным в продукте, приготовленном из молока, имевшего подогревание в 95° С. При дальнейшем повышении температуры подогревания стабильность качества снова начинает появляться при температурах в пределах от 110 до 120° С.

Таким образом с точки зрения задерживания процесса загустения готового продукта, поскольку на это явление оказывает влияние температура предварительного подогревания, можно считать, что наиболее подходящими температурами подогревания будут: 1) 63° С в течение 30 минут или 2) температуры, превышающие точку кипения, несмотря на то, что в повседневной американской практике применяются температуры от 88 до 99° С.

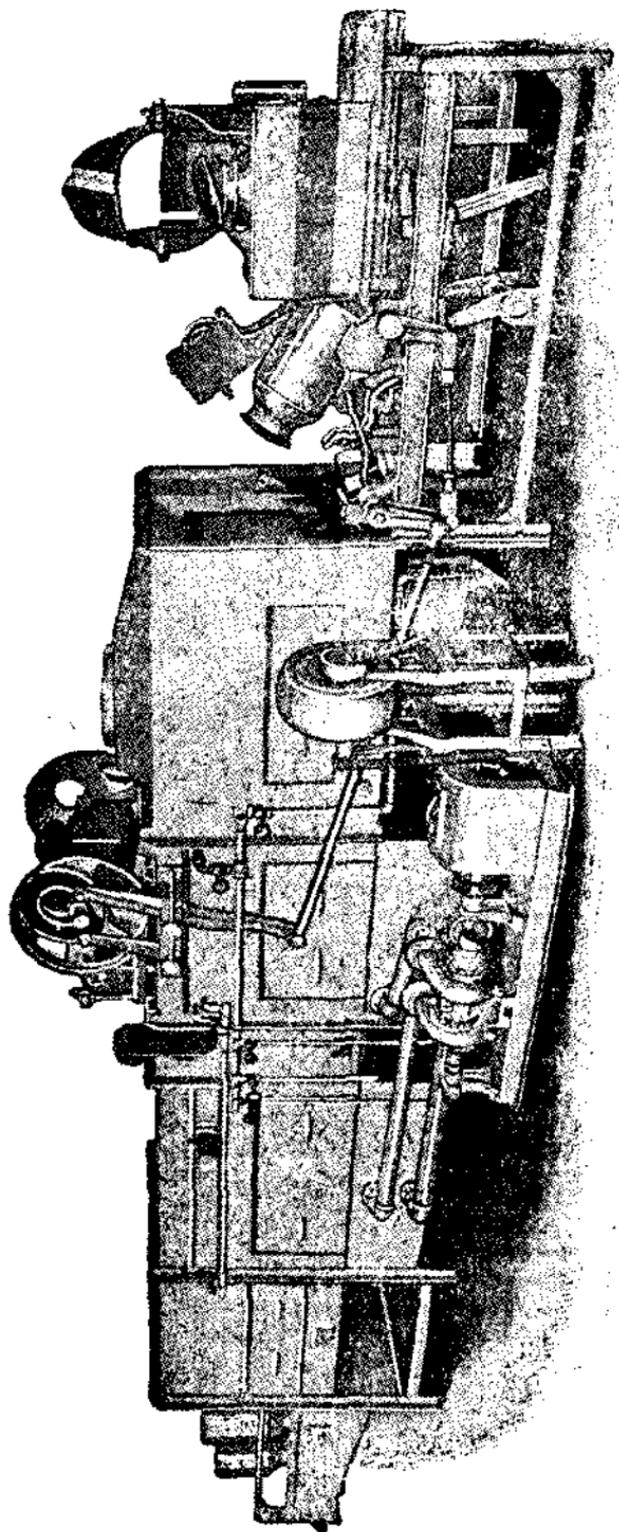


Рис. 13. Один из современных типов большой американской флагманской пропускной машины, пропускающей в час до 720 флаг.

В отношении уничтожения в молоке бактериальной флоры наиболее эффективными будут повидимому температуры, указанные во втором случае, т. е. лежащие выше точки кипения.

Однако бактериологические исследования доказали, что «длительный» способ пастеризации при  $63^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут является настолько же действительным в этом смысле, как и способ «короткой» пастеризации при более высоких температурах, лежащих однако ниже точки кипения. Вследствие этого в бактериологическом отношении низкие температуры подогревания молока должны давать удовлетворительные результаты, но позднейшее исследование Даунса указывает, что в сгущенном продукте, приготовленном из молока, подогревание которого велось при температуре  $63^{\circ}\text{C}$ , наблюдается некоторая склонность к развитию прогорклости.

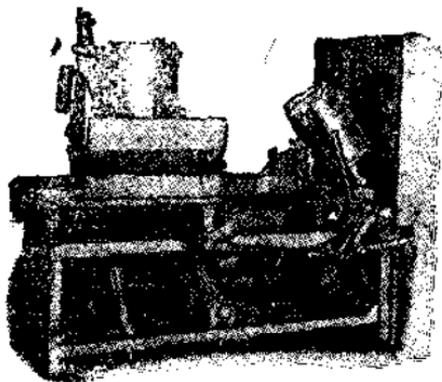
Из изложенного видно, что температура подогревания в  $110^{\circ}\text{C}$  определенно предпочтительнее температур в  $88-99^{\circ}\text{C}$ .

Однако следует заметить, что все же еще полностью не выяснено, в какой степени более высокие температуры подогревания молока могут неблагоприятно отражаться на качестве готового продукта. О. Ханзикер не исключает возможности, что температуры выше точки кипения способствуют увеличенному осаждению содержащихся в молоке солей, в особенности кальциевых.

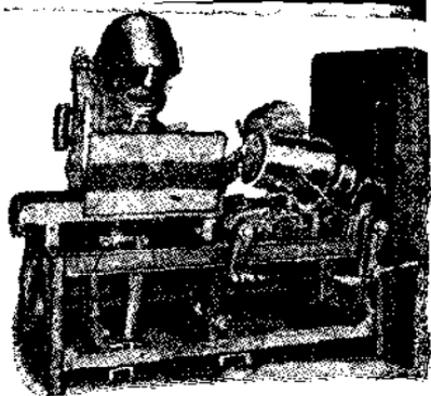
Тот же О. Ханзикер указывает, что присутствие в сгущенном молоке частиц нерастворимых минеральных солей может служить причиной образования кристаллов молочного сахара, достаточно крупных, чтобы вызвать уже упоминавшийся «хруст на зубах».

## СПОСОБЫ ПОДОГРЕВАНИЯ МОЛОКА

Полное, эффективное и быстрое подогревание большого количества молока является задачей, требующей самого пристального внимания. При разрешении этой проблемы неизменным препятствием служила до сего времени склонность молока прикипать к горячей поверхности нагрева, для избежания чего нередко жертвуют полнотой подогревания. В целях достижения полноты подогревания молока и устранения в то же время его пригорания на различных заводах применяются разнообразные способы и многочисленные типы машин. Одни из заводов пользуются большими медными котлами, в которых молоко подогревается до требуемой температуры посредством пропуска пара непосредственно через молоко. Другие предприятия пользуются медными котлами с паровой рубашкой и вращающимися в них мешалками: в этих случаях молоко подогревается паровой рубашкой, в которую пропускают пар высокого давления. Во избежание пригорания молока к стенкам котла, оно непрерывно размешивается. Обычно в таких котлах подогревание до  $77^{\circ}\text{C}$  осуществляется посредством паровой рубашки, а дальнейшее повышение температуры до необходимого уровня производится путем непосредственного пропуска пара через молоко («острый пар»). Существуют и такие заводы, которые производят подогревание молока посредством больших, непрерывно действующих пастеризаторов, в которых теплопередающей средой служит горячая вода или пар; в этих аппаратах молоко проходит тонким слоем между двумя нагреваемыми горячей



**Рис. 14.** Первое положение фляги, выходящей из флягомоечной машины.



**Рис. 15.** Второе положение фляги, выходящей из флягомоечной машины.

водой поверхностями, одна из которых вращается. Наконеч имеют и такие заводы, на которых молоко прогоняется под известным давлением через систему труб, помещенных в горячей воде или в паровой коробке.

Встречаются и комбинированные способы подогревания молока непрерывно действующим пастеризатором, а затем—в обыкновенном одностенном (острым паром) или с паровой рубашкой котле. В подобных случаях молоко подогревается почти до желаемой температуры в пастеризаторе и из последнего самотеком идет в котел, где подогревание и заканчивается. Такой способ обеспечивает эффективность подогревания молока и, если процесс происходит правильно, предупреждает пригорание молока к поверхности нагрева.

На некоторых европейских заводах подогревание молока производят в закрытых котлах под повышенным давлением, причем эти котлы имеют паровую рубашку, а внутри—вращающиеся мешалки. В таких котлах подогревание молока до его поступления в котел для смешивания с сахаром производится при температуре от 105 до 120° С.

#### ПОДОГРЕВАНИЕ МОЛОКА НЕПОСРЕДСТВЕННО ПАРОМ

В Северамериканских соединенных штатах на большинстве заводов сгущенного молока применяется указанный выше способ подогревания молока, при котором острый пар вводится непосредственно в молоко до тех пор, пока оно не закипит. Это является самым старым и вместе с тем самым примитивным способом. Будучи технически весьма простым, он все же имеет ряд очевидных недостатков, а именно:

1

Большое количество расходуемого на подогревание пара, конденсируясь в молоке, увеличивает подлежащее выпариванию количество воды.

2

Это обстоятельство в свою очередь удлиняет процесс сгущения и удорожает стоимость производства.



Рис. 16. Третье положение флаги, выходящей из флаговой машины.

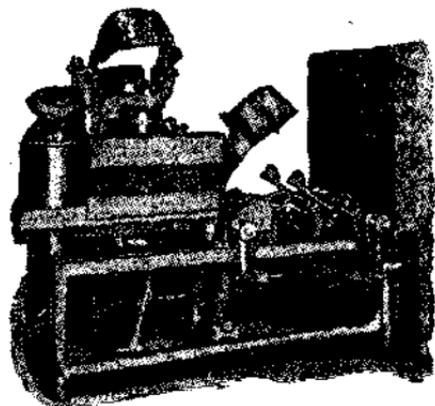


Рис. 17. Четвертое положение флаги, выходящей из флаговой машины.

Приведенные соображения в особенности верны, когда, с одной стороны, паровой котел расположен в некотором расстоянии от подогревателя, в котором производится подогревание молока, а с другой — паропроводы недостаточно хорошо изолированы. Отрицательные стороны этого способа еще усиливаются тем, что пар, проходя по плохо изолированным паропроводам, становится «мокрым» и что блок, которое предназначается к подогреванию, холодное.

Помимо изложенных недостатков непосредственного использования пара для подогревания молока, можно привести еще некоторые соображения, говорящие против этого способа. При применении упомянутого способа молоко может загрязняться смазочными маслами, накипью с внутренних стенок паровых труб и прочими посторонними веществами, которые могут попадать в молоко вместе с паром. Но однако указать на то, что между котлом для подогревания и паровым котлом можно поставить особый сепаратор, который в значительной степени предупредит проникновение с паром в молоко желательных примесей, а также задержит и часть влаги в случае кризиса пара.

Кроме вышеотмеченных имеются и другие серьезные основания, говорящие против непосредственного введения пара в молоко. Практика показывает, что пар оказывает вредное влияние на качество молока, развивая в последнем склонность к пороку, называемому «пыльным и нечистым привкусом», который впоследствии переходит в «железистый привкус».

Вследствие всех вышеперечисленных отрицательных сторон непосредственного действия пара на молоко новейшие американские и европейские заводы сгущенного молока в целях выработки продукта высшего качества от этого способа отказались.

## ПРИБАВЛЕНИЕ САХАРА

При производстве сгущенного молока с сахаром последний применяется в качестве консервирующего вещества, благодаря чему устраняется необходимость подвергать готовый продукт стерилизации.

Поэтому сахар, употребляющийся для этой цели, по своему качеству должен обладать определенными консервирующими свойствами, не должен легко подвергаться брожению и, находясь в концентрированном растворе, должен препятствовать жизнедеятельности бактерий. Этим требованиям отвечает хорошо рафинированный тростниковый или свекловичный сахар, который в концентрированном растворе с трудом поддается брожению и задерживает развитие бактерий, обыкновенно встречающихся в сгущенном молоке. По своим свойствам тростниковый сахар признан американской практикой наиболее подходящим консервирующим веществом и почти исключительно в качестве последнего употребляется в производстве сгущенного молока в Североамериканских соединенных штатах.

## ТРОСТНИКОВЫЙ И СВЕКЛОВИЧНЫЙ САХАР

В качестве одного из главных продуктов, необходимых при выработке сгущенного молока (конечно с сахаром, как об этом здесь все время идет речь), в одинаковой степени может служить высокорафинированный тростниковый сахар или сахар свекловичный.

По своему химическому составу свекловичный сахар идентичен тростниковому, почему в европейских странах в разных производствах свекловичный сахар в значительной мере употребляется вместо тростникового.

Кроме того европейские заводы сгущенного молока могут приобретать свекловичный сахар по более низкой цене, чем тростниковый. В силу этого обстоятельства в Европе при консервировании сгущенного молока пользуются обычно свекловичным сахаром.

Что касается САСШ, то там при выработке сгущенного молока с сахаром считают необходимым употреблять в дело только тростниковый сахар.

Столь недоброжелательное отношение американской молочной промышленности к свекловичному сахару появилось еще в самую раннюю пору развития свеклосахарной промышленности в этой стране.

Применявшийся в те времена для консервирования сгущенного молока свекловичный сахар был признан нежелательным как часто вызывающий брожение в готовом продукте. Тогда это обстоятельство объяснялось тем, что в сахарной свекле якобы имелись попавшие в нее из почвы настолько стойкие спорозоносные и вызывающие брожение бактерии, что их споры проходили через все процессы сахарного производства, сохраняя свою жизнеспособность.

Подобное явление конечно совершенно невозможно при современных способах производства свекловичного сахара. Тем не менее отрицательное отношение американских заводов сгущенного молока к свекловичному сахару все же имело свое веское основание.

По всей вероятности, как об этом говорит О. Ханзикар, в ранней стадии производства свекловичного сахара в Североамериканских соединенных штатах первоначальный продукт плохо рафинировался, благодаря чему в рыночном свекловичном сахаре могли содержаться небольшие количества кислоты инвентированного сахара и других нежелательных примесей, вызывающих затем брожение

сгущенном молоке. Поэтому неудивительно, что американские заводы сгущенного молока заняли в отношении свекловичного сахара преобладающую позицию. С тех пор по установившемуся обычаю американские предприятия предъявляют требования только на тростниковый сахар, избегая покупать сахар свекловичный, несмотря на то, что последний при высокой степени современного рафинирования по отзывам компетентных лиц нисколько не уступает по чистоте тростниковому.

По сообщению О. Ханзикера на американском рынке бывают случаи, когда высокоррафинированный свекловичный сахар сбывается как тростниковый. Обычно это случается в те годы, когда сбор сахарного тростника в Вест-Индии проходит ниже нормального. Недостаток сахара на американском рынке покрывается импортом европейского свекловичного полуфабриката, который надлежащим образом рафинируется на американских сахарных заводах и после этого поступает в продажу как «чистый тростниковый сахар».

В действительности же по утверждению О. Ханзикера для консервирования сгущенного молока нет никакого основания проводить разницу между свекловичным и тростниковым сахаром, прошедшим надлежащее рафинирование. Надо отметить, что в сыром виде между ними имеется некоторая вкусовая разница: в тоже время как тростниковый сахар приятен на вкус, свекловичный обладает резким, неприятным привкусом. Но это только в сыром виде. Что же касается рыночных сортов современных тростникового и свекловичного сахара, то они не могут быть отличены один от другого никакими химическими анализами.

## КАЧЕСТВО САХАРА

Применяющийся при производстве сгущенного молока сахар должен быть самого высокого качества. Низкосортный сахар может отразиться самым неблагоприятным образом на достоинстве сгущенного молока как пищевого продукта.

Не вполне рафинированный сахар, как уже указывалось выше, может содержать достаточные количества кислоты и инвертированного сахара для того, чтобы создать благоприятные условия для развития жизнедеятельности бактерий, а раз брожение в продукте начнется, оно неизменно ведет к его порче.

При наличии высокосортного сахара необходимо обращать самое серьезное внимание на его хранение, так как в противном случае и высокосортный сахар может служить причиной порчи сгущенного молока.

Необходимо помнить, что сахар гигроскопичен, и поэтому его следует хранить в сухом месте. Если сахар подвергается действию воздуха, насыщенного влагой, то он будет впитывать последнюю. Затем при хранении сахара в сыром помещении он склонен плесневеть, уплотняться в комья и даже, как это часто наблюдается, приобретает кислый привкус.

Таким образом даже при наличии высокосортного сахара употребление его в дело при небрежном хранении представляет собой опасность получить дефективное сгущенное молоко, неудовлетворительное качество которого скажется прежде всего на внешнем

виде жестянок, доньшки которых будут вздуты от газов (так называемый «бомбаж»), развившихся в банках благодаря брожению.

Фальсификацию сахара посторонними примесями, как-то: порошкообразной белой глиной, известковой пылью и пр., можно встретить на американском рынке, но ее легко обнаружить, поместив ложку такого подозрительного продукта в стакан горячей воды: чистый сахар в воде растворится, тогда как все примеси, которые обычно не растворимы, выпадут на дно стакана в виде осадка.

## КОЛИЧЕСТВО САХАРА

Количество сахара, прибавляемого в сгущенное молоко для консервирования последнего, колеблется в зависимости от многих условий. В первые годы развития производства сгущенного молока американские заводы придерживались утвержденного правительством стандарта, предписывавшего предел минимального содержания в сгущенном молоке жира и вообще сухого вещества, ниже которого нельзя было спускаться. При этом стандарте вошло в обычай на 100 кг нормального цельного молока вводить от 15 до 16 кг сахара; при такой пропорции сгущенное молоко содержало около 30—34 % сухого вещества и в нем от 40 до 43% сахара.

В последние годы приведенная пропорция в американском сгущенном молоке существенно изменилась в сторону увеличения количества сахара; в то же время молоко сгущалось в меньшей степени.

Дальнейшая американская практика заставила понизить в сгущенном молоке процент содержания сухих веществ примерно до 28% и повысить процент примеси в нем сахара примерно до 45%. В этих случаях американские заводы (придерживающиеся стандарта содержания сухого вещества в сгущенном молоке около 28%) при выработке сгущенного молока вводили в каждые 100 кг нормального цельного молока от 15 до 16 кг сахара.

Сгущенное цельное молоко предназначается для замены свежего цельного молока, и в этом отношении введение в сгущенное молоко чрезмерного количества сахара является нежелательным. Чем больше сахара содержится в сгущенном молоке, тем больше последнее разнится по составу и свойствам от свежего цельного молока. Сахар не так легко усваивается организмом человека, как другие составные части сгущенного молока; поэтому присутствие в нем чрезмерного количества сахара понижает, как сказано выше, усвояемость молока и тем самым уменьшает его ценность как пищевого продукта.

В нормальном цельном молоке его составные части находятся в наиболее выгодном сочетании, и присутствие в сгущенном продукте большого количества сахара нарушает это сочетание в ту сторону, что такое сгущенное молоко будет богато углеводами и относительно бедно белковыми веществами. Последнее обстоятельство приобретает особое значение, когда сгущенное молоко предназначается для детского питания и для лиц, страдающих слабым пищеварением.

На количество сахара в сгущенном молоке может влиять также конъюнктура дачного рынка, а именно; цены рынка на сахар и на свежее цельное молоко.

Когда экономические факторы нарушают нормальную разницу цен на сахар и на свежее молоко, то в промышленности обычно наблюдается тенденция увеличивать количество той составной части, от которой зависит понижение себестоимости готового продукта.

Однако привходящие условия не всегда позволяют подчиняться требованиям существующих цен на сырье. В летние, жаркие дни молоко подвергается действию такой температуры, которая может пагубно отразиться на качестве продукта; в особенности это касается загустения сгущенного молока в результате жизнедеятельности бактерий.

Своими опытами О. Ханзикер доказал, что прибавление 18 кг сахара на 100 кг нормального цельного молока дает концентрацию сахара в сгущенном молоке в размере 45%; подобная концентрация сахара препятствует жизнедеятельности бактерий, ведущей к загустению сгущенного молока.

К тем же результатам пришли Райс и Даунс, которые установили, что наличие в сгущенном молоке отношения сахара к воде в размере 53,5—64,5% препятствует загустению молока, вызываемого жизнедеятельностью бактерий.

О том, как вычислить требуемое количество сахара, которое нужно прибавить к нормальному цельному молоку, чтобы получить в готовом продукте, т. е. в сгущенном молоке, определенное соотношение прибавленного сахара и сухого вещества молока, покажем на следующим примере.

#### ПРИМЕР.

Предположим, что имеем стандартизованное молоко с содержанием в нем 13,3% сухих веществ.

Партия стандартизованного молока состояла из 3500 кг, при этом сухого вещества в нем имелось 13,3%. Сколько в эту партию молока следует прибавить сахара, чтобы получить сгущенное молоко с содержанием сухих веществ молока в количестве 28% и прибавленного сахара—44%?

В готовом продукте отношение сухого вещества молока к сахару будет  $28:44 = 1:1,57$ . Так как стандартизованное молоко содержит 13,3% сухого вещества, то к 100 кг стандартизованного молока нужно прибавить:  $13,3 \times 1,57 = 20,881$  кг сахара, или, другими словами, сахара в размере 20,881% от веса упомянутой партии стандартизованного молока.

Ко всей партии нужно прибавить:

$$\frac{3\,500 \times 20,881}{100} = 730,835 \text{ кг сахара}$$

Проверим полученный результат.

Общее количество сухого вещества во всей партии молока:

$$\frac{3\,500 \times 13,3}{100} = 465,5 \text{ кг}$$

$$465,5 \times 1,57 = 730,835 \text{ кг сахара}$$

В обычной американской практике сахар прибавляется к предварительно подогретому горячему молоку прежде чем последнее попадает в вакуум-аппарат. На некоторых заводах для смешивания сахара с горячим молоком предназначается отдельный котел, в который для этой цели вводят небольшое количество горячего молока. Этот котел носит название «сахарного» котла; обычно он снабжается съемной мешалкой (приводящейся в движение с помощью эксцентрика), которая облегчает растворение сахара.

Из «сахарного» котла образовавшийся раствор сахара выливается по специальному трубопроводу в большой, вделанный в полу помещения котел, из которого этот раствор засасывается разрежением воздуха уже в вакуум-аппарат.

На других заводах «сахарный» котел и большой котел для означенной смеси заменяются одним котлом, в который молоко поступает непосредственно из подогревателя. В данном случае над котлом рекомендуется устраивать металлическое сито (от 10 до 13 отверстий на 1 кв. см). Через известные промежутки времени в металлическое сито всыпаются небольшие порции сахара, который растворяется горячим молоком, проходящим через это сито из подогревателя. Для размешивания сахара в сите можно пользоваться специальной лопаточкой.

На американских заводах подача сахара к котлу для смешивания его с молоком производится особыми механическими приспособлениями. Имеются и такие заводы, на которых растворение сахара производится в кипятке в отдельных котлах, после чего получающийся сироп засасывается в вакуум-аппарат вместе с горячим молоком. Подобный способ заслуживает одобрения в том отношении, что при пользовании им сводится к минимуму опасность попадания в вакуум-аппарат нерастворившихся кристаллов сахара. Кроме того этот разбавленный водой сахарный сироп может подвергаться кипячению без опасности сообщить молоку пригорелый привкус.

# 3

## СГУЩЕНИЕ МОЛОКА

### ПРЕИМУЩЕСТВА СГУЩЕНИЯ МОЛОКА В ВАКУУМ-АППАРАТЕ

В настоящей главе будут рассмотрены физические факторы, влияющие на удаление воды из молока посредством его подогревания. Сгущение молока, достигаемое удалением из него известного количества воды, может производиться двумя основными способами.

1  
Выпариванием воды под атмосферным давлением в открытых котлах.

2  
Выпариванием воды под давлением, меньшим атмосферного, в герметически закрытом котле (вакуум-аппарате), в котором во время процесса поддерживается разрежение («вакуум»).

Хотя еще многие заводы пользуются для сгущения молока открытыми котлами, однако в последнее время для этого процесса применяются главным образом вакуум-аппараты.

Предпочтение, которое отдается большинством заводов упомянутому второму способу, объясняется тремя главными факторами:

1  
Экономичность выпаривания воды.

2  
Быстрота выпаривания.

3  
Низкая температура молока при выпаривании.

Выпаривание в вакууме является особенно выгодным в том случае, если в данном предприятии имеется отработанный пар, чем значительно повышаются степень использования последнего и общая эффективность предприятия.

С точки зрения расхода тепла в вакуум-аппарате при обычной американской практике температуре кипения в нем молока в  $60^{\circ}\text{C}$  не только не получается экономии, а, наоборот, полная затрата тепла всей вакуумной установки даже несколько увеличивается.

Чтобы уяснить причину повышенного расхода тепла при вакуумном процессе, рассмотрим последовательно отдельные участки теплового расхода.

### РАСХОДОВАНИЕ ТЕПЛА НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ПОДОГРЕВАНИЕ МОЛОКА ДО ТОЧКИ КИПЕНИЯ

Первая стадия расходования тепла заключается в предварительном подогревании молока до температуры кипения (или значительно выше последней), при которой в вакуум-аппарате начинается выпаривание воды.

В дальнейших подсчетах измеряемой в калориях затраты тепла в различных стадиях рабочего процесса необходимо везде подразумевать «кило-калорию», являющуюся тем количеством тепла, которое

необходимо затрачивать для повышения температуры 1 кг воды  $1^{\circ}\text{C}$  при давлении 1 атм. (760 мм ртутного столба).

Так как теплоемкость молока равна 0,93, то для повышения температуры 1 кг молока на  $1^{\circ}\text{C}$  при давлении в 1 атм. требуется 0,93 калории.

В вакууме, как известно, температура кипения воды ниже  $100^{\circ}\text{C}$ , и следовательно для доведения воды до состояния кипения в вакуум-аппарате требуется меньшее количество калорий.

Экономия расходования тепла при пользовании вакуум-аппаратом зависит от степени разрежения, причем каждому состоянию вакуума соответствует своя определенная точка кипения.

Так если вода при данном вакууме кипит при  $60^{\circ}\text{C}$ , т. е. при температуре на  $100 - 60 = 40^{\circ}\text{C}$  меньше нормальной точки кипения ( $100^{\circ}\text{C}$ ), то в этом случае и расход тепла для предварительного подогревания воды до этой температуры будет меньше на 40 калорий.

В пересчете этого примера на молоко экономия тепла выразится в  $0,93 \times 40 = 37,2$  калории.

Таким образом при пользовании вакуум-аппаратом расход тепла на предварительное подогревание молока по сравнению с этим процессом под атмосферным давлением получается меньший.

## **РАСХОДОВАНИЕ ТЕПЛА НА СКРЫТУЮ ВНУТРЕНнюю ТЕПЛОТУ ПАРООБРАЗОВАНИЯ**

Для превращения воды, подогретой при данном давлении до температуры кипения, в пар того же давления и той же температуры требуется затрата известного дополнительного количества тепла называемого «скрытой внутренней теплотой парообразования». Для превращения 1 кг воды при  $100^{\circ}\text{C}$  и 1 атм. давления (760 мм ртутного столба) в пар необходимо затратить этого вида теплоты количестве 537 калорий.

Если же мы будем понижать давление, то оказывается, что отнесенная к 1 кг скрытая внутренняя теплота парообразования будет с понижением давления не уменьшаться, а, наоборот, увеличиваться.

При вакууме в 604,8 мм (что эквивалентно давлению в 0,2 кг на 1 кв. см) и соответствующей температуре кипения в  $60,8^{\circ}\text{C}$  скрытая внутренняя теплота парообразования составит 563,8 калорий, или на 26,8 калории больше, чем при одной атмосфере давления и соответствующей последнему температуре кипения в  $100^{\circ}\text{C}$ .

## **РАСХОДОВАНИЕ ТЕПЛА НА СКРЫТУЮ ВНЕШНЮЮ ТЕПЛОТУ ПАРООБРАЗОВАНИЯ**

Пар, выходя из кипящей воды, встречает при своем движении вверх некоторое сопротивление, которое происходит от давления воздуха и водяных паров на поверхность воды.

Чтобы преодолеть это сопротивление, необходимо сообщить пару некоторое дополнительное количество калорий тепловой энергии, называемое, как известно, внешней скрытой теплотой парообразования.

При испарении воды при температуре в  $100^{\circ}\text{C}$  давление воздуха водяных паров на поверхность воды выражается в среднем в 1 кг на 1 кв. см (точнее 1,033 кг).

В вакууме выходящему из кипящей воды пару приходится преодолевать меньшее сопротивление, почему в этом случае скрытая внешняя теплота парообразования будет меньшей, чем при атмосферном давлении.

Однако благодаря свойству пара сильно расширяться эта экономия при испарении воды в вакууме не будет так велика, как того можно было бы ожидать.

## **РАСХОДОВАНИЕ ТЕПЛА НА РАБОТУ ВАКУУМ-НАСОСА**

При выпаривании молока в вакуум-аппарате воздух из последнего, конденсированные в воду пары (конденсационная вода) и охлаждающая вода конденсатора удаляются посредством насоса. Последнему приходится в своей работе преодолевать разницу давления воздуха в помещении и внутреннего давления в вакуум-аппарате; принимая внешнее давление равным 1 кг на 1 кв. см, а пониженное давление в вакуум-аппарате — 0,2 кг на кв. см, получаем эту разницу в 0,8 кг на 1 кв. см.

Тепловой эквивалент упомянутой работы вакуумного насоса определяется примерно в 27,5 калории на каждый выпариваемый из молока килограмм воды. На заводах, не пользующихся при производстве сгущенного молока вакуум-аппаратом, этого дополнительного расхода тепловой энергии не имеется, но зато у них больше скрытая теплота парообразования внешняя, так как под атмосферным давлением, как упоминалось выше, пар при выходе из кипящего молока встречает большее внешнее сопротивление и должен затратить больше работы на свое освобождение.

## **СРАВНЕНИЕ РАСХОДА ТЕПЛА ПРИ ВЫПАРИВАНИИ МОЛОКА В ОТКРЫТОМ КОТЛЕ И В ВАКУУМ-АППАРАТЕ**

Для получения наглядного представления о тепловой экономике выпаривательного процесса в открытом котле и в вакуум-аппарате приведем следующие сравнительные данные.

Предполагая:

1) что в обоих случаях начальная температура молока была  $15,5^{\circ}\text{C}$  и

2) что выпаривание в вакуум-аппарате производится при давлении в 604,8 мм, чему соответствует температура кипения  $60,8^{\circ}\text{C}$ , можем составить следующий расчет (см. таблицу на 42 странице).

Из приведенных данных очевидно, что выпаривание молока в вакуум-аппарате по сравнению с выпариванием молока в открытых котлах под атмосферным давлением не представляет выгод в смысле расхода тепловой энергии, так как пользование вакуум-аппаратом требует несколько большего расхода тепла.

Расход тепла на 1 кг молока	Выпаривание	
	Под атмосферным давлением	В вакуум-аппарате
	в калориях	
На подогревание до точки кипения	78,6	42,1
Внутренняя скрытая теплота парообразования	501,9	523,2
Внешняя скрытая теплота парообразования	37,5	33,9
<b>Итого</b>	<b>618,0</b>	<b>599,2</b>
Расход тепловой энергии вакуум-насосом	—	25,6
<b>Всего</b>	<b>618,0</b>	<b>624,8</b>

### ЭКОНОМИЧНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО ПАРА

Если вакуум-аппарат не представляет выгоды в отношении теплового расхода, то при относительно низкой температуре кипения в нем молока (около 60°C) он дает возможность рационального использования отработанного пара низкого давления. При этом следует заметить, что разность температур кипящего молока и пара не понижается до такой степени, чтобы происходило замедление в передаче теплоты от пара к молоку. В этом кроется определенное преимущество вакуумного способа выпаривания. Таким образом на заводах, где имеется в изобилии отработанный пар, почти весь процесс сгущения молока происходит за счет использования отработанного пара, чем увеличивается рентабельность работы всего предприятия.

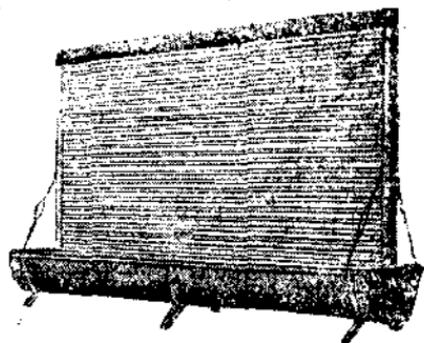
### ВЛИЯНИЕ ВАКУУМА НА БЫСТРОТУ ВЫПАРИВАНИЯ МОЛОКА

Выпаривание молока в вакуум-аппарате происходит быстрее, чем при атмосферном давлении.

В процессе сгущения молока в отношении температурных условий производитель должен считаться не только с температурой подогреваемого молока, но и с температурой поверхности нагрева ввиду чувствительности молока к высоким температурам.

Так как при атмосферном давлении молоко кипит при температуре в 100°C, то для ускорения выпаривания молока в открытом котле необходимо применение высокой температуры перегретого пара, чтобы достигнуть между последним и молоком той разницы температур, при которой оказалась бы возможной требуемая теплопередача.

Кипение же молока при такой высокой температуре и соприкосновение его в течение необходимого для завершения процесса сгущения продолжительного времени (от 1 до 3 часов) с очень горячей поверхностью нагрева неизбежно разрушат натуральные свойства молока и понизят питательные качества готового продукта.



**Рис. 18. Поверхностный трубчатый холодильник.**

С другой стороны, процесс сгущения молока в вакуум-аппарате под пониженным давлением при обычной температуре (около  $60^{\circ}\text{C}$ ) и соответствующем ей давлении (около 600 мм) дает возможность поддержания большой разницы температур между молоком и паром, даже, при употреблении в дело насыщенного пара низкой температуры.

Это обстоятельство в свою очередь обеспечивает быструю теплопередачу и вследствие этого быстрое выпаривание воды при относительно низкой точке кипения, не подвергая в то же время молоко действию чрезмерно высокой температуры поверхности нагрева.

Основным фактором, который определяет быстроту выпаривания, является быстрота теплопередачи, или, другими словами, количество теплоты, сообщаемой паром молоку через квадратный метр поверхности нагрева в единицу времени. Быстрота теплопередачи в свою очередь зависит от разности температур между паром и молоком.

Чем больше эта температурная разность, тем больше теплоты передается через единицу поверхности нагрева в единицу времени, вследствие чего происходит и более быстрое выпаривание воды.

Далее, чем выше разрежение (вакуум), т. е. чем ниже давление в вакуум-аппарате, тем ниже температура, при которой молоко кипит. Понижение же в вакуум-аппарате точки кипения молока увеличивает разность температур между паром и молоком (исключая необходимость повышения давления и температуры пара) и, создавая более быструю теплопередачу, увеличивает быстроту выпаривания молока.

### **ВЫПАРИВАНИЕ МОЛОКА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВАКУУМЕ И ПОД АТМОСФЕРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ПАРА РАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Если произведем подсчет расхода тепла при выпаривании молока под атмосферным давлением, а затем при вакууме в 605 мм и 708 мм и об эффективности выпаривания (при давлении пара в 0,37 кг и 0,72 кг) будем судить по количеству выпаренной из молока воды, то получим нижеследующие данные:

Давление или разрежение	Температура молока по Цельсию	Колич. воды выпариваемое на квадратн. метр поверхности нагрева в час (в кг)	
		Давление пара 0,37 кг	Давление пара 0,72 кг
Давление атмосферы (760 мм)	100°	5,	8,6
Разр. 604,8 мм (вак. аппарат.)	60,8°	25,7	29,2
708,3 мм         „	38,8°	36,7	40,1

Эти цифры показывают:

1

что в вакуум-аппарате выпаривание воды из молока на квадратный метр поверхности нагрева происходит значительно интенсивнее, чем при атмосферном давлении и

2

чем выше вакуум, тем больше быстрота выпаривания.

Приведенные цифры указывают также и на то обстоятельство, что повышение давления пара в паровой рубашке и в змеевиках не отражается существенным образом на скорости выпаривания молока в вакуум-аппарате.

### ВЛИЯНИЕ СГУЩЕНИЯ В ВАКУУМ-АППАРАТЕ НА КАЧЕСТВО МОЛОКА

Как уже упоминалось выше, выпаривание молока при коммерческом подходе к делу требует быстрой теплопередачи от пара к молоку. Быстрота же теплопередачи главным образом зависит от разности температуры между паром и молоком. Чем больше эта разность, тем быстрее теплопередача и тем полнее использование тепловой энергии.

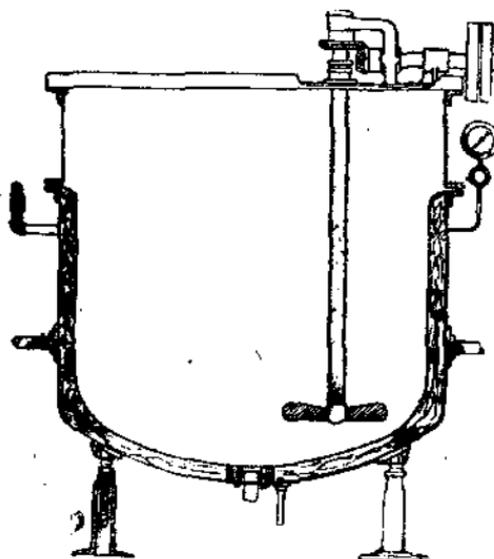


Рис. 19. Бак для предварительного подогревания молока, с мешалкой.

При атмосферном давлении температура кипения воды обычно принимается в  $100^{\circ}\text{C}$ . Чтобы при этих условиях достичь разность температур, обеспечивающую быструю теплопередачу, необходимо применение перегретого пара высокого давления и высокой температуры.

Сгущение при атмосферном давлении требует продолжительного подогревания при температуре в  $100^{\circ}\text{C}$ , причем соприкосновение молока с весьма горячими поверхностями нагрева вредно отражается на его качестве, вызывая изменение химических и физических свойств, и кроме того сообщает конечному продукту пригорелый привкус и нежелательный темный оттенок.

Все эти вместе взятые условия выпаривания молока при атмосферном давлении сильно понижают его товарные достоинства.

Пользование же вакуум-аппаратом дает возможность выпаривания при относительно низкой температуре. При обыкновенном вакууме молоко кипит при температуре от  $54$  до  $60^{\circ}\text{C}$ . Подобная низкая температура кипения сильно увеличивает разность температур между паром и молоком, что создает возможность использования насыщенного пара низкой температуры, предохраняя молоко от пагубного действия высоких температур. Натуральные свойства молока и его состав не претерпевают нежелательных изменений; его вкус, цвет и товарные достоинства остаются нормальными.

## КРАТКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Говоря о вакуум-аппарате, необходимо иметь в виду целый агрегат, состоящий из следующих, органически связанных между собой частей:

1

Собственно вакуум-аппарат, представляющий собой герметический, сферический или иной формы варочный котел.

2

Конденсатор (или холодильник), предназначенный для охлаждения и сгущения водяных паров, выделяющихся при варке в воду (конденсационная вода, конденсат).

3

Вакуумный насос, производящий и поддерживающий внутри вакуум-аппарата необходимое рабочее разрежение (вакуум) путем удаления из вакуум-аппарата насыщенного водяными парами воздуха конденсационной и охлаждающей воды.

Вакуум-аппарат изготавливается из разных металлов: меди, железа и стали.

На практике в громадном большинстве случаев применяются вакуум-аппараты из меди, хотя за последнее время начинают вводиться вакуум-аппараты из стали, внутренняя поверхность которых покрыта стеклянной глазурью.

## РАЗМЕРЫ ВАКУУМ-АППАРАТА

Вакуум-аппараты изготавливаются самых разнообразных размеров; о величине их принято обычно судить по емкости (в литрах или галлонах). В Америке кроме того очень часто величину вакуум-аппаратов характеризуют диаметром корпуса и метражем поверхности нагрева. Так наиболее ходовые размеры употребляющихся в Североамериканских соединенных штатах вакуум-аппаратов, предназначенных для сгущения молока, являются аппараты диаметром от 0,91 до 2,13 м. При диаметре в 0,91 м поверхность нагрева вакуум-аппарата выражается приблизительно в 6,96 кв. м. Вакуум-аппарат диаметром в 2,13 м имеет поверхность нагрева от 16,71 до 24,14 кв. м.

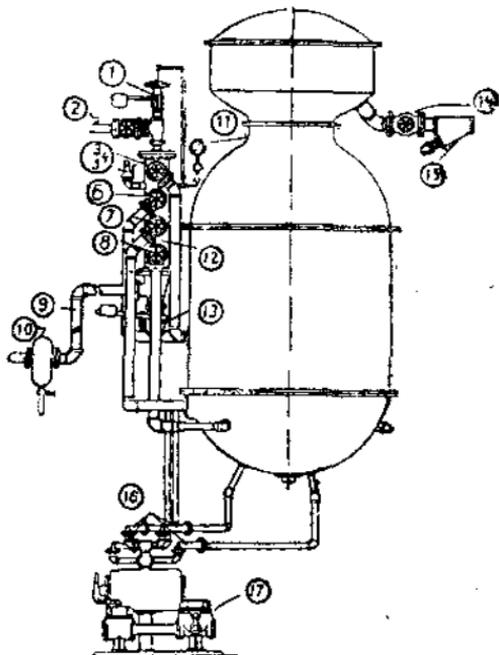
Преобладающим типом вакуум-аппарата в американской промышленности сгущенного молока является вакуум-аппарат диаметром 1,83 м с поверхностью нагрева от 13,92 до 19,96 кв. м.

Приведенный рисунок вакуум-аппарата, изготовленного американской фирмой „Majonnier Bros. & Co“, имеет следующую арматуру, показанную в схеме на рис. 21.

Поверхностью нагрева вакуум-аппарата называется та часть соприкасающейся с молоком внутренней поверхности его, которая



**Рис. 20.** Вакуум-аппарат изготовленный фирмой Majonnier Bros & Co.



**Рис. 21.** Схема расположения арматуры на вакуум-аппарате Majonnier Bros & Co.

1. Регулятор давления пара. 2. Подвод свежего пара. 3. Паровой запорный вентиль. 4. Регулирующий вентиль внешнего змеевика. 5. Предохранительный клапан. 6. Регулирующий вентиль внутреннего змеевика. 7. Регулирующий вентиль нижнего змеевика. 8. Регулирующий вентиль паровой рубашки. 9. Трубопровод для отработанного пара. 10. Паровой сепаратор. 11. Манометр. 12. Паровая распределительная колонка. 13. Вспомогательный клапан для отработанного пара. 14. Водозапорный вентиль. 15. Водяной фильтр. 16. Отводчик конденсата. 17. Автоматический питающий насос.

## ПОВЕРХНОСТЬ НАГРЕВА

с другой стороны омывается паром и передает приносимое последним тепло молоку, вызывая его подогревание и поддерживая кипение.

Поверхность нагрева может быть образована:

1 „паровой рубашкой“ (двухстенная часть корпуса с циркулирующим в межстенном пространстве паром),

2 „змеевиком“ (один или несколько), расположенным внутри аппарата, и

3 „паровой коробкой“, помещаемой также внутри корпуса и пронизанной трубами, по которым циркулирует сгущаемое молоко, либо наконец

4 различными комбинациями этих трех устройств.

Размер и конструкция поверхности нагрева являются самым важным фактором, влияющим на выпаривательную способность вакуум-аппарата. Последняя прямо пропорциональна: 1) разнице температур между паром и молоком и 2) суммарной поверхности нагрева.

Кроме того на выпаривательную способность вакуум-аппарата оказывают существенное влияние скорость циркуляции молока, скорость прохождения пара через «паровую рубашку» и змеевики и величина поверхности уровня молока, выделяющей наружу образующиеся внутри жидкости пузырьки водяного пара.

Все перечисленные факторы непосредственно или косвенно влияют на размеры и устройство поверхности нагрева.

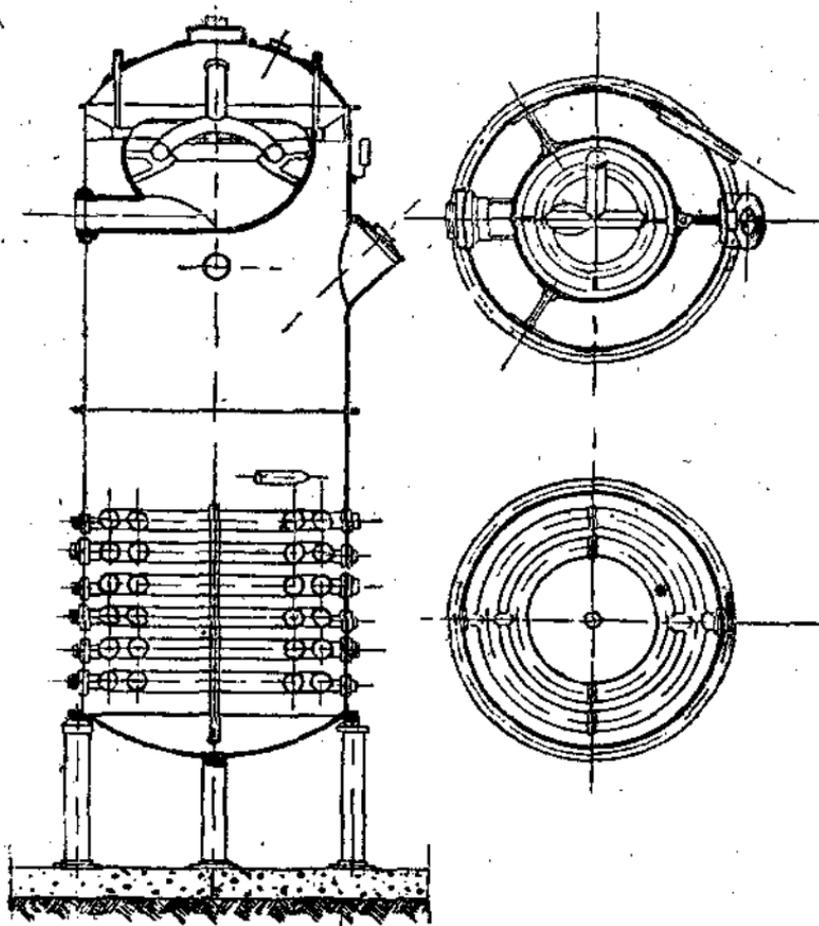
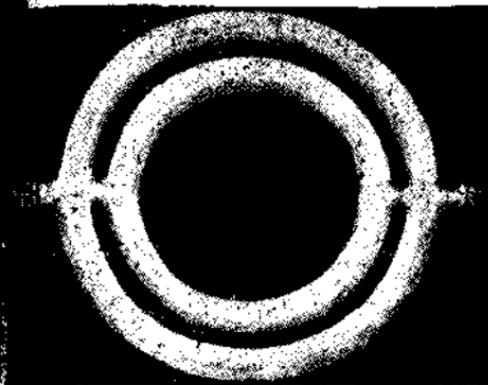


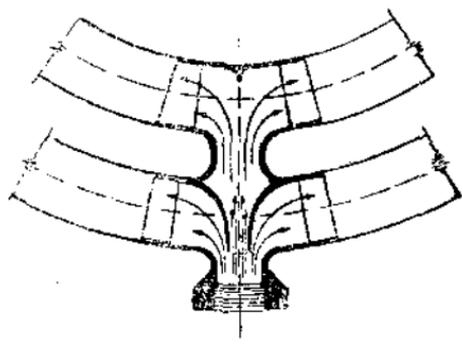
Рис. 23. Вакуум-аппарат новейшей конструкции Arthur Harris & Co.

### **ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР МЕЖДУ ПАРОМ И МОЛОКОМ НА ВЫПАРИВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ВАКУУМ-АППАРАТА**

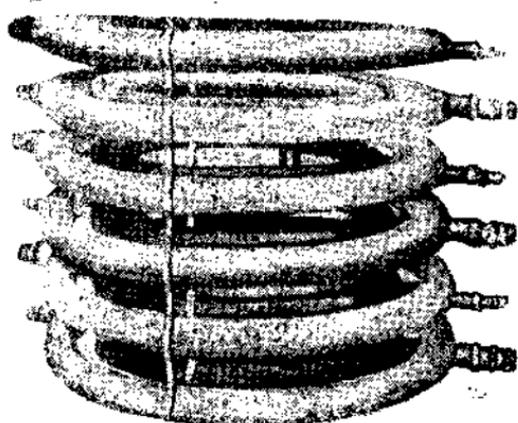
Выпаривательная способность вакуум-аппарата повышается с увеличением разности температур между паром и водой. Практически считают, что эта выпаривательная способность прямо пропорциональна упомянутой разности. Чем выше температура пара, омывающего поверхность нагрева, и чем ниже температура кипения молока, тем больше теплопередача от пара к молоку на квадратный метр поверхности нагрева в час.



**Рис. 23.** Отдельная секция змеевиков новейшей конструкции Arthur Harris & Co.



**Рис. 24.** Распределение пароструйки отдельной секции змеевиков новейшей конструкции Arthur Harris & Co.



**Рис. 25.** Сложенный змеевик новейшей конструкции из отдельных секций в собранном виде для помещения в вакуум-аппарат Arthur Harris & Co.

Однако увеличению разности температур поставлен предел: 1) чувствительностью молока к высоким температурам (почему при подогревании молока пользуются паром низкого давления) и 2) относительной сложностью поддержания в вакуум-аппарате высокого вакуума, влияющего, как, известно, на точку кипения молока в том смысле, что чем выше разрежение в вакуум-аппарате, тем ниже точка кипения молока.

### **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА И УСТРОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА НА ВЫПАРИВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ВАКУУМ-АППАРАТА**

Очевидно, что чем больше поверхность нагрева, тем больше соприкосновения между молоком и этой поверхностью. Количество тепла, сообщаемого молоку в час, пропорционально площади поверхности нагрева, и поэтому чем больше площадь нагрева, тем больше выпаривательная способность вакуум-аппарата.

Поверхность нагрева представляет собою, как упоминалось выше, или паровую рубашку, или систему паровых змеевиков, или комбинацию того и другого; кроме того поверхность нагрева может представлять собою систему проходящих через паровую коробку труб, по которым циркулирует подогреваемое молоко.

Паровой рубашкой называется пространство, заключенное между двойными стенками нижней части вакуум-аппарата; внутренняя ее стенка делается из меди, а наружная—из чугуна или меди; обычная ее форма почти плоская или выпуклая, причем в различных типах выпуклость колеблется от нескольких сантиметров до полудиаметра котла.

Паровая рубашка снабжается двумя входными отверстиями для пара и одним или двумя выходными отверстиями для отвода воды, образовавшейся здесь от конденсации водяного пара. В самой нижней части паровой рубашки имеется отверстие диаметром от пяти до десяти сантиметров для выпуска из вакуум-аппарата сгущенного молока. К этому отверстию приделан короткий патрубок того же диаметра, снабженный двумя кранами, находящимися на небольшом друг от друга расстоянии. При наличии этого приспособления представляется возможность получения проб сгущенного молока во время работы вакуум-аппарата.

В некоторых последней конструкции вакуум-аппаратах паровая рубашка отсутствует вовсе, а нижняя часть вакуум-аппарата делается в одну стенку, слегка выпуклую, в целях наилучшего сопротивления разности давлений внешнего и внутреннего. В таких вакуум-аппаратах поверхность нагрева образована одними змеевиками.

#### ЗМЕЕВИКИ

Змеевики располагаются в нижней части вакуум-аппарата. Большинство вакуум-аппаратов имеет два или более змеевика, снабженных паровыми впускными вентилями и кранами для отвода конденсата через конденсационные горшки наружу. Пар вводится в змеевики только тогда, когда последние покрыты молоком, почему змеевики должны быть расположены ниже рабочего уровня молока в вакуум-аппарате.

В аппаратах с выпуклым нижним дном (которое может иметь паровую рубашку) употребляются обычно змеевики „корзиночного“ типа, доходящие до самой нижней части дна. В вакуум-аппаратах с менее выпуклым и неглубоким дном (с паровой рубашкой или без нее) большая часть змеевиков расположена в цилиндрической части аппарата, почему в таких вакуум-аппаратах рабочий уровень молока должен быть выше.

#### ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ МОЛОКА НА ВЫПАРИВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ВАКУУМ-АППАРАТА

Эффективность поверхности нагрева, или, другими словами, ее способность передавать теплоту молоку, существенным образом зависит от той скорости, с какой молоко, циркулируя, омывает поверхность нагрева. Чем больше скорость циркуляции, тем быстрее теплопередача.

Согласно опытам Сэра и Джульса, эта дополнительная теплопередача, являющаяся в результате циркуляции молока, приблизительно пропорциональна кубическому корню из увеличения скорости цирку-

и. молока. Побудительная причина явления циркуляции заклю-  
ется в том влиянии, которое оказывают нагревание и охлаждение  
удельный вес продукта.

Действительно молоко, которое приходит в соприкосновение с  
поверхностью нагрева, становится теплее и вследствие этого легче,  
остальное молоко в вакуум-аппарате. Меньший удельный вес  
этого подогретого молока заставляет его подниматься вверх. Когда  
оно достигает парового пространства, то благодаря выпариванию из  
него воды оно быстро охлаждается, делается тяжелее и опускается  
в нижнюю часть вакуум-аппарата, где подогревается, делается  
легче и снова поднимается вверх и т. д.

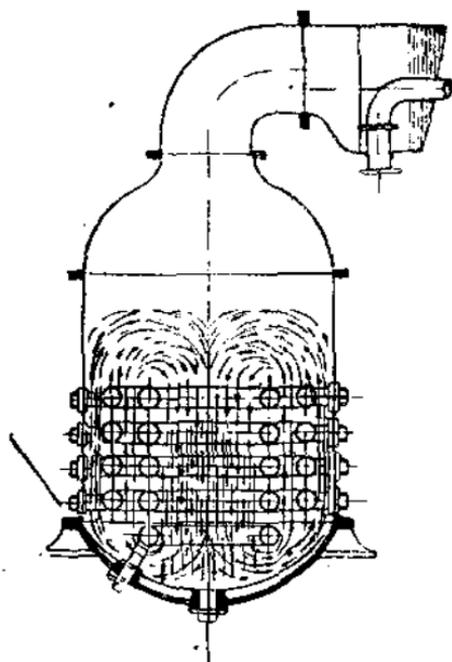
Таким образом достигается непрерывная циркуляция молока в  
вакуум-аппарате.

На скорость циркуляции молока оказывают влияние: 1) раз-  
ность температур поверхности нагрева и молока, 2) степень концен-  
трации молока и 3) конструкция поверхности нагрева.

Чем больше разность между температурами поверхности нагрева  
молока, тем больше разница в удельном весе молока, соприкасаю-  
щегося с поверхностью нагрева и остального. Отсюда чем меньше  
удельный вес подогретого молока, тем быстрее оно поднимается  
вверх.

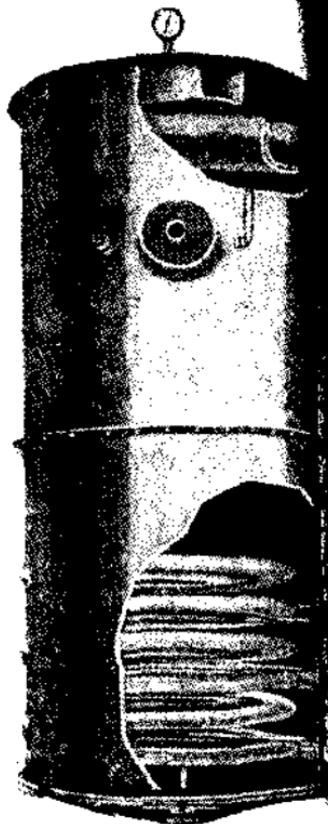
Чем жиже молоко, тем быстрее оно будет подогреваться, под-  
ниматься вверх и замещаться новым молоком.

В начальной стадии процесса сгущения, когда молоко относи-  
тельно жидко и обладает большей подвижностью, оно омывает по-  
верхность нагрева с большей скоростью, чем к концу процесса сгу-  
щения, когда оно становится гуще и приобретает большую вязкость.  
Скорость циркуляции молока в вакуум-аппарате в весьма значитель-  
ной степени зависит от наличия противотоков и является максимальной,  
когда движение жидкости происходит непрерывно только в одном  
направлении; противотоки препятствуют и замедляют циркуляцию.  
Поэтому поверхность нагрева в вакуум-аппарате должна быть устроена  
таким образом, чтобы, насколько возможно, устранить появление про-  
тивотоков. В вакуум-аппаратах, имеющих паровую рубашку и змее-  
вики, распределение поверхности нагрева в массе жидкости полу-  
чается такое, которое препятствует циркуляции молока только в одном  
направлении. Паровая рубашка побуждает молоко идти к центру, в  
то время как змеевики побуждают его подниматься вверх возле сте-  
нок вакуум-аппарата, переходить сверху к центру, где и спускаться  
низ. В результате происходит встреча двух потоков молока (од-  
ного—от змеевиков, другого—от паровой рубашки). Подобное поло-  
жение конечно не дает возможности развиться максимальной ско-  
рости циркуляции. С другой стороны, в вакуум-аппаратах, не имею-  
щих паровой рубашки, противотоки в значительной мере исклю-  
чаются, молоко циркулирует в одном направлении: поднимается от  
нагрева змеевиков около стенок вакуум-аппарата, переходит через  
верхние змеевики к центру и, не встречая противотока, по централь-  
ной части возвращается вниз, чтобы снова, нагревшись от змеевиков,  
подняться вверх и т. д. Циркуляция молока в данном случае на-  
столько велика, что происходящая теплопередача существенно уси-  
ливает быстроту выпаривания молока. Несмотря на то, что при упо-



**Рис. 26.** Циркуляция молока в вакуум-аппарате.

**Рис. 27.** Вакуум-аппарат новейшей конструкции Rogers с внутренним конденсатором

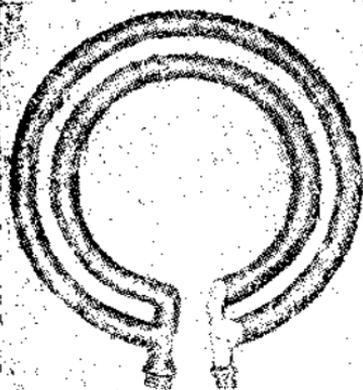


мянутой конструкции вакуум-аппаратов противотоки и отсутствующей циркуляция в них может быть еще улучшена путем установки в центральной части вакуум-аппарата специальной трубы, через которую движение молока будет направляться вниз. При этой трубе совершенно устраняются малейшие противотоки, и ничто уже не задерживает потока жидкости, непрерывно идущего только в одном направлении.

### **ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПАРА В ПАРОВОЙ РУБАШКЕ И ЗМЕЕВИКАХ НА ВЫПАРИВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ВАКУУМ-АППАРАТОВ**

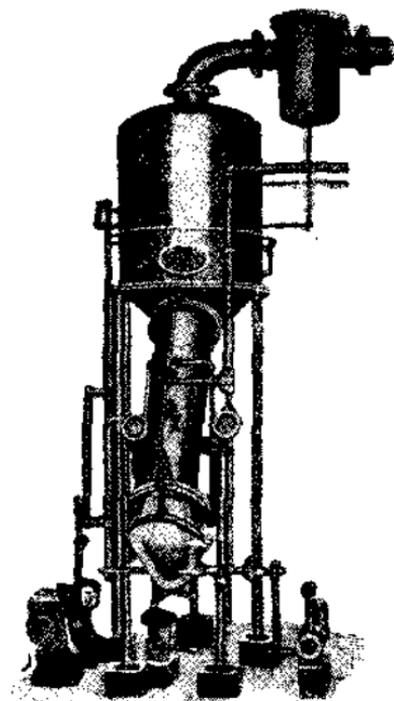
Пар, находящийся в паровой рубашке или змеевиках в быстром движении, передает больше теплоты, чем пар, имеющий небольшое движение или находящийся в покое. Причина этого явления объясняется О. Ханзикером следующим образом: чем большее количество молекул пара ударяется о поверхность нагрева, тем больше теплота передается от пара к поверхности нагрева.

Молекулы пара, ударяясь о поверхность нагрева, утрачивают при этом часть своей энергии. Теплопередача будет наилучшей в тех участках поверхности нагрева, на которых непрерывно «ударяется» наибольшее количество постоянно сменяемых молекул пара. Поэтому



**Рис. 28.** Отдельная секция змеевиков новейшей конструкции „Rogers“.

**Рис. 29.** Быстродействующий вакуум-выпарный аппарат Буфлосека.



очевидно, что быстродвижущийся пар доставляет на одну и ту же площадь поверхности нагрева большее количество свежих молекул, чем пар, медленно движущийся.

По только что изложенной причине наибольшая теплопередача имеет место на тех участках поверхности нагрева, которые расположены в непосредственной близости от входа пара в паровую рубашку или змеевики.

Теплопередача уменьшается по мере продвижения пара от его входа в вакуум-аппарат и является наименьшей у выхода его из аппарата. Это положение легко проверить при действии вакуум-аппарата.

Молоко кипит сильнее всего у тех участков поверхности нагрева, которые находятся в непосредственной близости от входа пара в вакуум-аппарат; по мере же удаления их от последнего кипение молока постепенно ослабевает и в случаях большой длины паровых змеевиков совершенно прекращается у конца последних.

Чем больше пространство, куда входит пар, тем меньше его скорость и тем меньше от него теплопередача. Длинные широкие змеевики являются менее эффективными, чем короткие и узкие. Теплопередача увеличивается с уменьшением длины и диаметра змеевика. Так как наибольшее количество теплоты передается паром у его входа в вакуум-аппарат, то змеевик наиболее эффективным является в начале и наименее эффективным у конца. Чем меньше диаметр

змеевика, тем больше тех молекул пара, которые приходят в соприкосновение со стенками змеевика.

По этой причине несколько коротких змеевиков с одним только оборотом или даже полуоборотом и самостоятельными кранами для выпуска пара и для его выпуска дают более эффективную теплопередачу, чем один или два длинных змеевика.

Далее присутствие в змеевиках конденсационной воды препятствует эффективности теплопередачи пара, так как покрывающую внутреннюю стенку змеевика водяная пленка действует как изолятор.

Из этого следует, что чем быстрее и полнее удаляется конденсационная вода, тем эффективнее теплопередача. Короткие змеевики установленные в вакуум-аппарате с небольшим наклоном, способствуют более быстрому и полному удалению конденсационной воды, они также способствуют удалению неконденсирующихся газов и воздуха, которые, присутствуя в змеевиках, образуют «пробки» и тем самым препятствуют свободному прохождению пара и задерживают теплопередачу.

Применение в вакуум-аппарате системы отдельных коротких змеевиков („секций“), расположенных друг над другом и имеющих самостоятельный выпуск и выпуск пара (см. рис. 19), представляет в отношении использования поверхности нагрева те преимущества, что облегчает сгущение небольших партий молока и дает возможность употребления в дело части поверхности нагрева.

Пар может быть пущен в самые нижние секции почти непосредственно вслед за пополнением вакуум-аппарата молоком, и действие этих секций практически может продолжаться до окончания процесса, при таком положении исключается опасность пригорания молока к змеевикам, выступающим над поверхностью молока.

Употребление секций также удобно в отношении экономического использования отработанного пара, так как они дают возможность одновременного питания всей системы секционных змеевиков большим количеством пара.

Лучшее распределение теплоты во всей массе молока может быть достигнуто таким устройством змеевиков, при котором выпуск в низ пара производится равномерно по всей периферии вакуум-аппарата.

Короткие змеевики с самостоятельным выпуском и выпуском пара имеют несомненное преимущество перед длинными змеевиками в отношении быстроты и объема теплопередачи, выпаривательной способности вакуум-аппарата и экономичности его действия. Применение в вакуум-аппарате паровой рубашки дает меньший эффект в теплопередаче, чем змеевик.

Пар, входя в змеевой трубопровод, движется в последнем в узком пространстве, благодаря чему создается максимальное соприкосновение между паром и поверхностью нагрева, что не может иметь места в паровой рубашке. При выпуске же пара в паровую рубашку он, распространяясь в последней, приходит в соприкосновение с относительно небольшой площадью поверхности нагрева.

Паровые рубашки с двумя или более впускными отверстиями для пара являются более эффективными по сравнению с паровыми рубашками, имеющими только одно впускное отверстие.

## ВЛИЯНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МОЛОКА НА ВЫПАРИВАТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ ВАКУУМ-АППАРАТА

Чем больше поверхность испарения, тем быстрее происходит само испарение. Поверхность испарения в свою очередь зависит от поперечных размеров вакуум-аппарата и характера кипения молока. Обычно принято считать, что при прочих равных условиях, чем больше диаметр вакуум-аппарата, тем больше поверхность испарения. Этот вывод основан на том общем мнении, что испарение в широком и коротком вакуум-аппарате происходит быстрее, чем в узком и длинном, имеющем одинаковую с первым поверхность нагрева. Но это не является правильным по следующим соображениям, приводимым О. Ханзикером.

В длинных и узких вакуум-аппаратах общая глубина массы молока значительно больше. Чтобы получить в этом случае требуемую поверхность нагрева, необходимо установить большее количество змеевиков один над другим, что дает поверхность нагрева, удлиненную в вертикальном направлении. Частицы молока, проходя из нижних его слоев в верхние, получают при таком устройстве поверхности нагрева больше теплоты и становятся более горячими и легкими. Это обстоятельство сообщает им повышенную скорость движения вверх. При увеличенной скорости циркуляции молока создается более быстрая теплопередача, и это в свою очередь усиливает быстроту выпаривания молока. При увеличенной скорости движения молока в вакуум-аппарате происходит более сильное выбрасывание его вверх в паровое пространство и следовательно падение его обратно с большей высоты, что увеличивает поверхность испарения молока. Увеличивающаяся таким образом поверхность испарения компенсирует влияние относительно небольшого диаметра длинного и узкого вакуум-аппарата по сравнению с поверхностью испарения в коротком и широком.

### ПАРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО

Ту часть вакуум-аппарата, куда происходит выделение водяных паров, мы условимся называть сокращенно „паровым пространством“. Эта часть в большинстве вакуум-аппаратов обычно делается цилиндрической и должна иметь достаточную высоту во избежание потерь молока при разбрызгивании его во время кипения.

Высота парового пространства зависит от устройства змеевиков, а именно: чем выше расположен последний змеевик, тем больше должна быть высота парового пространства.

С наружной части вакуум-аппарата к паровому пространству подводятся два трубопровода; по одному из них происходит снабжение змеевиков паром, а по другому—всасывание молока. Молочный трубопровод, имеющий обычно от 50 до 75 мм в диаметре, снабжен краном, который регулирует поступление молока в вакуум-аппарат. Молочный трубопровод заканчивается внутри аппарата патрубком, который должен быть направлен вниз; в противном случае предварительно подогретое—в большинстве случаев выше вакуумной точки кипения—молоко будет с повышенной силой разбрызгиваться над его

уровнем в вакуум-аппарате, и будет происходить его утечка через конденсатор.

Во избежание этого явления молочный трубопровод может входить в вакуум-аппарат также и по касательной; при таком расположении поступающее молоко будет приобретать спиральное движение, и так как оно обладает более высокой температурой, чем молоко в вакуум-аппарате, то это движение будет усиливать теплотеплопередачу и следовательно увеличивать быстроту выпаривания.

В нижней части парового пространства имеется кран для отбора пробы сгущенного молока во время действия вакуум-аппарата. По степени густоты пробы судят о готовности продукта.

#### КОЛПА

Колпаком называется верхняя часть вакуум-аппарата, в которой собираются выделившиеся из молока водяные пары. Эта часть имеет большой, герметически закрывающийся лаз, наблюдательное стекло, термометр, вакуум-метр, лампочку для освещения внутреннего пространства и воздушный кран. В некоторых вакуум-аппаратах последней конструкции здесь помещен и конденсатор.

Через наблюдательное стекло можно следить за процессом выпаривания. Термометр, находящийся на колпаке, обычно бывает настолько длинным, что оканчивается почти у дна вакуум-аппарата, показывая благодаря этому температуру нижних слоев молока. Некоторые специалисты предпочитают короткие термометры, показывающие температуру образующегося пара.

### БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ВАКУУМ-АППАРАТЫ

Эти вакуум-аппараты отличаются от аппаратов обычного типа главным образом устройством поверхности нагрева и парового пространства.

Они не имеют ни паровой рубашки, ни змеевиков. Нижняя часть вакуум-аппаратов состоит из вертикальной или наклонной системы прямых труб, заключенных в паровую коробку. Трубы открыты с обоих концов. Молоко в этих трубах, когда оно не находится в состоянии кипения, поднимается не на всю их длину. При нагревании же труб находящееся в них молоко начинает кипеть и, поднимаясь вверх, достигает конца труб и выливается из них, возвращаясь обратно или по другим трубам этой же трубчатой системы или через специальную камеру. Такая циркуляция молока во время действия вакуум-аппарата продолжается непрерывно.

При относительно малом диаметре упомянутых труб молоко проходит по поверхности нагрева с огромной скоростью, и благодаря этому обеспечивается непрерывное соприкосновение большой поверхности молока с поверхностью нагрева. В свою очередь это делает теплопередачу очень энергичной, увеличивает быстроту выпаривания и усиливает эффективность использования отработанного пара.

В дальнейшем изложении нами приводится описание — в главных чертах — конструкций быстродействующих вакуум-аппаратов: шотландский вакуум-выпарный аппарат, быстродействующий вакуум-выпарный аппарат Буфлова и быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штайера.

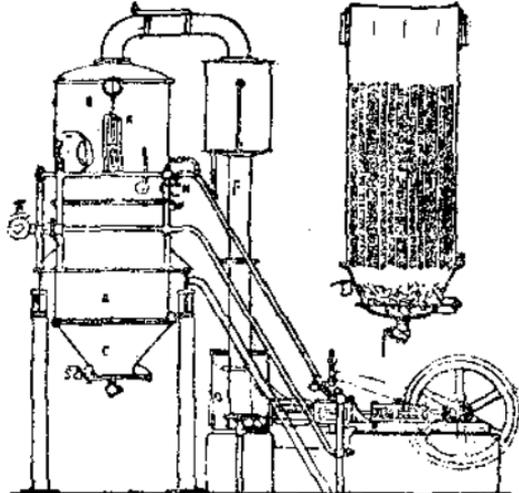


рис. 30. Шотландский вакуум-выпарный аппарат

### ШОТЛАНДСКИЙ ВАКУУМ-ВЫПАРНЫЙ АППАРАТ

Этот тип вакуум-аппарата характеризуется расположенной в нижней части аппарата вертикальной системой прямых труб двух диаметров: 51 мм (2") и 102 мм (4"), пронизывающих паровую коробку.

Одни из труб, имеющие диаметр в 51 мм, нагреваются паром и предназначены для кипячения; поднимающееся по этим трубам молоко, отделяя водяные пары и до некоторой степени сгущаясь, перебрасывается через верхний горизонтальный лист и опускается вниз по другим трубам диаметром в 102 мм. Затем еще более сгустившееся молоко снова поднимается по трубам диаметром в 51 мм и т. д. Таким образом достигается непрерывная циркуляция молока, которая происходит весьма быстро; прохождение одних и тех же частичек молока по всей длине труб занимает всего лишь одну секунду.

Под нижним горизонтальным листом имеется камера, куда собирается известная часть сгущенного молока. Над верхним горизонтальным листом расположена та часть вакуум-аппарата, которая носит название парового пространства.

Нижняя часть шотландского вакуум-выпарного аппарата отвинчивается, и благодаря этому открывается необходимый доступ к системе труб при их чистке.

### БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ АППАРАТ БУФЛОВЕКА

Быстродействующий вакуум-выпарный аппарат Буфловека состоит из трех главных частей:

1

парового пространства,

2

системы заключенных в паровой коробке наклонных прямых труб, в которых происходит нагревание молока и его восходящее движение, и

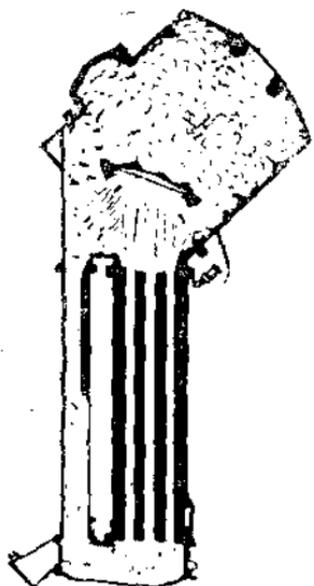


Рис. 31. Продольный разрез быстродействующего вакуум-аппарата Буфловака

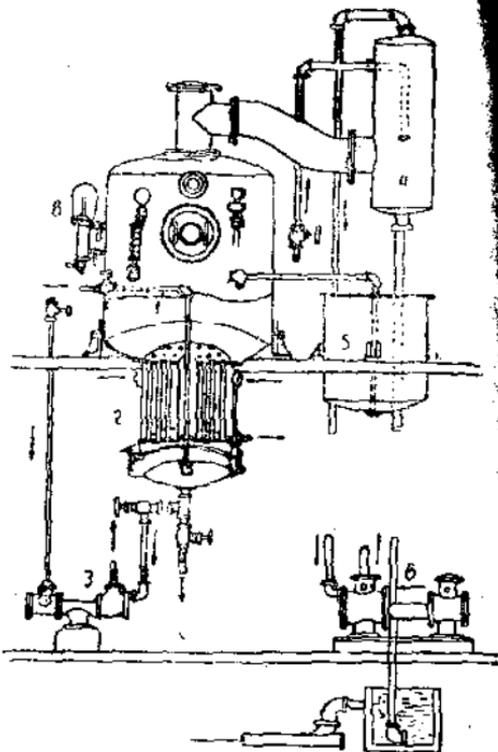


Рис. 32. Быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штайера

з

одной наклонной трубы большего диаметра для нисходящего движения сгущенного молока.

Паровое пространство представляет собой вертикальный цилиндрический котел, сообщающийся в верхней своей части посредством трубопровода с конденсатором. Внизу к паровому пространству имеющему цилиндрическую форму, присоединены паровая коробка с системой паровых труб и упомянутая большая труба для отвода сгущенного молока вниз. В паровом пространстве расположен по известному наклону к направлению системы труб ребристый металлический лист для отклонения струй молока к большой отводной трубе. Паровое пространство имеет кран для впуска воздуха и съемный люк (с наблюдательным стеклом) достаточных размеров, для того чтобы через него можно было вынимать для чистки ребристый металлический лист.

Система прямых труб, верхними своими концами открывающаяся в паровое пространство, служит для подогревания молока; нижние концы труб заканчиваются в камере, где собирается сгущающееся молоко.

По этим трубам подогреваемое паром молоко с большой скоростью выбрасывается в паровое пространство, где и разбрызгивается, встречая на своем пути ребристый металлический лист. Выделяющиеся при этом водяные пары направляются вверх через особую трубу в кон

нсатор, а распыленное молоко падает к устью большой отводной рубы и отводится последней вниз, в камеру для сгущенного молока, чтобы снова повторить описанный процесс циркуляции.

В быстродействующий выпарный аппарат Буфловека молоко вводится через нижнюю камеру; из этой же камеры после окончания процесса сгущения удаляется готовый продукт.

### **БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВАКУУМ-АППАРАТ ГЕРМАНА ШТАЙЕРА**

Этот вакуум-аппарат сконструирован примерно по типу шотландского выпарного аппарата. Он состоит из двух вертикальных, соединенных вместе цилиндрических резервуаров: сверху — большего, снизу — меньшего диаметра. Нижний резервуар является изолированной внутри аппарата паровой коробкой, пронизанной системой нагревательных труб. Центральная труба системы имеет значительно больший диаметр, чем все остальные, и служит в процессе циркуляции для отвода вниз сгустившегося молока в имеющуюся под паровой коробкой сборную камеру.

Процессы, происходящие в этом вакуум-аппарате, аналогичны таковым же в шотландском выпарном аппарате.

# ГЛАВА 5 КОНДЕНСАТОРЫ И ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

## НАЗНАЧЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА

Конденсатор (или холодильник) является необходимой составной частью всякой вакуумной установки. В нем происходит охлаждение и превращение в жидкое состояние (конденсирование) водяных паров образовавшихся в вакуум-аппарате при кипячении молока. Конденсация пара имеет целью образование вакуума (разрежение), появляющегося благодаря разности объемов пара и его конденсата. Вакуумный насос непрерывно удаляя конденсационную воду, тем самым поддерживает вакуум.

Конденсация пара достигается, как известно, отнятием от него скрытой теплоты парообразования, что может быть выполнено:

1

или приведением пара в соприкосновение с холодными поверхностями или

2

энергичным перемешиванием его со струями или каскадами холодной воды.

Первый способ требует поверхностного конденсатора, а второй — конденсатора впрыскивающего. В противоположность последнему в поверхностном конденсаторе конденсируемый пар и охлаждающая вода отделены друг от друга металлическими стенками.

## ПОВЕРХНОСТНЫЙ КОНДЕНСАТОР

Этот тип конденсатора состоит обычно из системы труб, проходящих через цилиндрический или иной формы кожух. Через последний происходит циркуляция охлаждающей воды, омывающей трубчатую систему, по которой течет пар. Последний, приходя в соприкосновение со стенками труб, охлаждается и конденсируется, а образующаяся в результате конденсации пара вода стекает в приемник, откуда затем отводится насосом наружу.

Главное преимущество поверхностного конденсатора заключается в том, что в нем не происходит смешивания охлаждающей воды с конденсатом, что бывает очень важно при использовании последнего для питания парового котла. Кроме того при наличии этого типа конденсатора представляется возможность точного определения количества выпаренной из молока воды и использования этой воды отдельно от охлаждающей воды. Однако поверхностный конденсатор имеет относительно малую пропускную способность, и в нем расход воды не так экономичен, как в конденсаторах другой конструкции.

Устройство поверхностных конденсаторов обходится всегда дороже, они требуют большого расхода охлаждающей воды, уход за ними сложнее, долговечность их гораздо меньше, и в работе они

ют гораздо меньшую эффективность, чем впрыскивающие конденсаторы. Поверхностными конденсаторами пользуются лишь в тех случаях, когда невозможно дешево добывать воду, годную для питания котлов, как например на морских пароходах и в рудниках, где имеющаяся вода требует дорогостоящей очистки от растворенных в ней солей, образующих в паровом котле накипь. Когда же в распоряжении имеется в достаточном количестве хорошая питательная вода или когда ее дешево и легко получать, то в таких случаях следует отдать предпочтение более дешевым и более простым впрыскивающим конденсаторам.

## ВПРЫСКИВАЮЩИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Конденсаторы этой конструкции встречаются двух распространенных типов, а именно:

1. Барометрический впрыскивающий конденсатор.
2. Вакуумный впрыскивающий конденсатор.

В обоих этих типах пар конденсируется путем энергичного его перемешивания со струями или каскадами холодной воды, причем охлаждающая вода и вода, получившаяся от конденсации пара, удаляются из конденсатора вместе.

### БАРОМЕТРИЧЕСКИЙ ВПРЫСКИВАЮЩИЙ КОНДЕНСАТОР

В этом типе конденсатора конденсат и охлаждающая вода отводятся по трубе в специальную воздухонепроницаемую цистерну, находящуюся обычно в земле, при чем конденсатор располагается таким образом, что выход из него конденсационной воды превышает уровень воды в цистерне приблизительно на 10,7 м. Вообще расположение конденсатора зависит от высоты места над уровнем моря, или, другими словами, от величины барометрического давления той местности, где находится данная вакуумная установка. Чем ниже высота места, т. е. чем больше барометрическое давление, тем выше должен быть расположен конденсатор над цистерной. На уровне моря, как известно, атмосферное давление уравнивается водяным столбом высотой приблизительно в 10,4 м.

Водяной столб сохраняет вакуум и дает в то же время возможность удаляемой из конденсатора воде стекать автоматически. Обычно принято строить цистерну емкостью приблизительно на одну треть больше емкости всей длины отводной трубы. Цистерна так устроена, что излишнее количество воды в ней уходит через особой конструкции гидравлический затвор. Благодаря этому во время действия вакуум-аппарата вода в цистерне поддерживается все время на одном и том же уровне.

Так как при пользовании барометрическим впрыскивающим конденсатором вода из него удаляется не насосом, то в данном случае требуется установка так называемого «сухого воздушного» насоса для выкачивания только воздуха и неконденсирующихся газов.

Этот насос присоединяется трубопроводом к верхней части конденсатора, что является преимуществом в отношении большей эффективности удаления воздуха; температура воздуха при подобном соединении является наименьшей благодаря тому обстоятельству, что в конденсаторе воздух вступает в соприкосновение с холодной водой.

С другой стороны, применение барометрического конденсатора вынуждает устанавливать вакуум-аппарат и конденсатор на большом возвышении для того, чтобы обеспечить необходимый столб воды, выливающейся автоматически из цистерны.

В эксплуатации заводов сгущенного молока вышеупомянутым барометрическим впрыскивающим конденсатором пользуются далеко не всегда.

### МОКРЫЙ ВАКУУМНЫЙ ВПРЫСКИВАЮЩИЙ КОНДЕНСАТОР

Этот тип конденсатора является наиболее распространенным на заводах сгущенного молока. Он отличается от барометрического конденсатора главным образом тем, что при его применении отпадает необходимость иметь «водяной столб» и цистерну, так как вся вода, воздух и прочие неконденсирующиеся газы удаляются насосом, которым и заканчивается конденсационная система.

### § ТИПЫ ВПРЫСКИВАЮЩИХ КОНДЕНСАТОРОВ

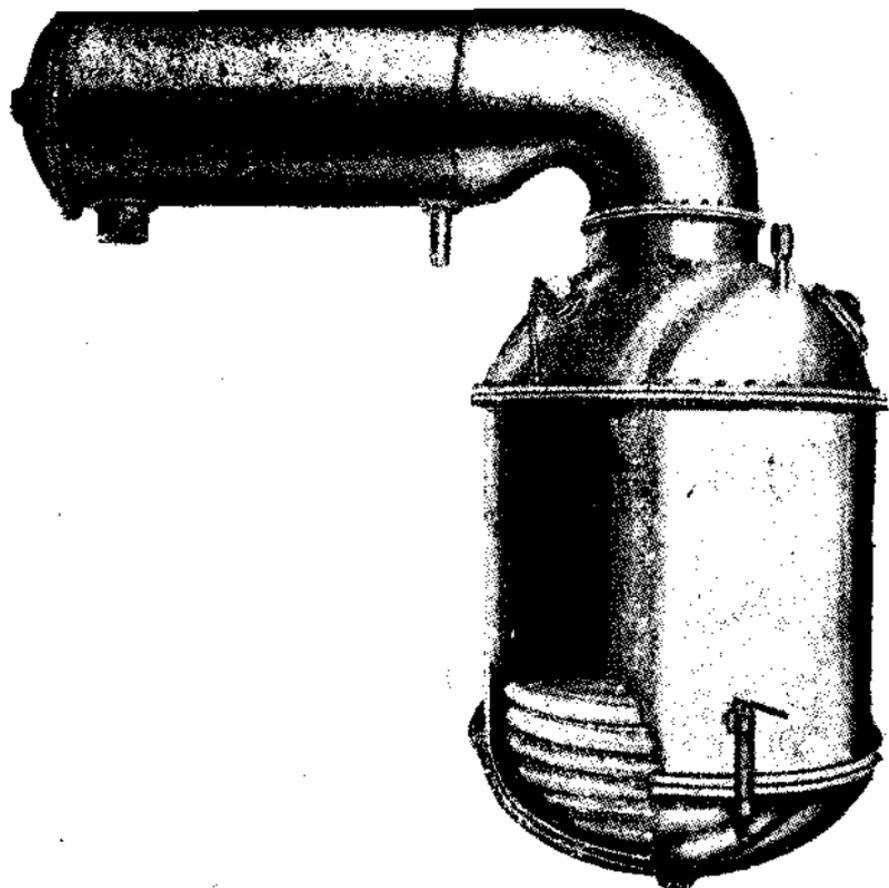
Впрыскивающий конденсатор состоит из большого металлического цилиндра, горизонтального или вертикального, снабженного необходимыми приспособлениями для энергичного перемешивания насыщенного водяными парами воздуха со струями или каскадами холодной воды. Внутреннее их устройство бывает различным, в зависимости от изготовления их теми или иными заводами. Максимальная эффективность конденсатора достигается такой конструкцией, которая дает максимальную водную поверхность и наиболее продолжительное соприкосновение ее с паром. Такая конструкция создает наилучшую теплоотдачу и наиболее экономична в использовании воды.

Быстрота конденсации пара в конденсаторе уменьшается по мере удаления пара от входного отверстия в конденсатор и приближается к нулю у выходного отверстия.

Вследствие этого факта диаметр цилиндра конденсатора не должен быть больше, чем диаметр патрубка, соединяющего конденсатор с вакуум-аппаратом, при условии, что этот патрубок имеет соответствующие размеры и конденсатор правильно спроектирован. На практике же многие из находящихся в эксплуатации конденсаторов имеют больший диаметр, чем это вызывается оптимальной эффективностью.

Конденсаторы, встречающиеся на заводах сгущенного молока, обычно изготавливаются из меди, хотя затрата в данном случае столь дорогого металла не имеет под собой резонных оснований. Молоко не приходит в непосредственное соприкосновение с конденсатором, и поэтому изготовление его из менее дорогого металла, как например стали, признается видными специалистами в молочном деле вполне целесообразным.

Горизонтальный впрыскивающий конденсатор снабжается обычно дырчаткой, впрыскивающей воду трубкой («эжектор» или «эжекционная труба»), расположенной по длине цилиндра; подвод воды в эту трубку делается у начала конденсатора (на ближнем к вакуум-аппарату его конце), а выходное отверстие для отвода воды из конденсатора устраивается в конце последнего. Для максималь-



**Рис. 33. Вакуум-аппарат с горизонтальным впрыскивающим конденсатором**

Для эффективности впрыскивающая трубка должна быть расположена в верхней части цилиндра. Подобное расположение увеличивает силу, с которой выходящие из верхних отверстий трубки струи охлаждающей воды ударяются в верхнюю стенку конденсатора. Происходящее при этом распыление воды увеличивает ее поверхность, вступающую в соприкосновение с паром, и интенсифицирует процесс конденсации.

**Вертикальные конденсаторы** располагаются или наверху вакуум-аппарата или сбоку последнего. В некоторых вертикальных конденсаторах впрыскивающая трубка располагается по оси цилиндра. Тогда в эту трубку подводится обычно сверху, а отводится через отверстие внизу конденсатора.

Пар из вакуум-аппарата поступает в конденсатор обычно через боковую стенку верхней части конденсатора.

Существует еще много разных конструкций вертикальных конденсаторов.

Самой последней конструкцией являются конденсаторы, устраиваемые внутри вакуум-аппарата, в верхней части его парового пространства.

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНДЕНСАТОРА

При одинаковых температурных условиях и количествах охлаждающей воды эффективность конденсатора зависит главным образом от его расположения, поверхности впрыскиваемой воды, продолжительности соприкосновения воды с паром и наконец от надлежного удаления из конденсатора воды и воздуха. Рассмотрим более детально эти моменты.

### ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНДЕНСАТОРА

Конденсатор, расположенный внутри вакуум-аппарата, дает большую эффективность, чем конденсатор, расположенный вне вакуум-аппарата. Когда вакуум-аппарат находится в действии, точка самого высокого вакуума лежит между конденсатором и вакуум-насосом, точка самого низкого вакуума — в вакуум-аппарате. Так как выпаривательная способность поверхности нагрева увеличивается с повышением вакуума, то вакуум-аппарат с расположенным внутри него конденсатором (рис. 15) обладает максимальной выпаривательной способностью. При расположении же конденсатора вне вакуум-аппарата образующиеся в последнем водяные пары, прежде чем попасть в конденсатор, должны пройти через постепенно суживающиеся каналы. Это создает трение и в свою очередь понижает вакуум и повышает температуру в вакуум-аппарате, что отражается на уменьшении быстроты выпаривания. Таким образом чем меньше диаметр соединительного патрубка и чем больше расстояние между вакуум-аппаратом и конденсатором, тем больше трение и ниже вакуум в вакуум-аппарате. При расположении конденсатора вне вакуум-аппарата пар должен пройти через несколько последовательно суживающихся каналов.

Первой инстанцией является сам вакуум-аппарат, второй инстанцией является колпак, в котором пар, поднимаясь вверх, попадает в постепенно суживающееся пространство. Третьей инстанцией будет соединительный патрубок, имеющий еще меньший диаметр.

При таком пути прохождения пара скорость движения его увеличивается.

Это увеличение скорости при внешнем конденсаторе имеет отрицательные стороны, что усиливается опасностью выбрасывания молока вместе с паром в конденсатор, что конечно приводит к убыткам в производстве.

Поэтому в целях возможного сокращения этого нежелательного явления необходимо устанавливать соединительный патрубок между вакуум-аппаратом и конденсатором большого сечения.

И наконец при расположении конденсатора вне вакуум-аппарата пар ударяется во впрыскиваемую охлаждающую воду только одной стороны или с одного конца. Получающаяся при этом условная площадь соприкосновения между входящим паром и впрыскиваемой водой относительно мала, что в свою очередь приводит к следующему:

1  
для конденсации пара требуются большие количества воды,

температура отводимой воды снижается,

увеличивается разность температур между паром в вакуум-аппарате и удаляемой из конденсатора водой. Это означает, что эффективность использования воды невелика, так как, чем меньше разность температур между паром и удаляемой водой, тем полнее и поэтому экономичнее использование воды, что является весьма важным фактором в экономике рабочего процесса всей вакуумной установки.

Перечисленные отрицательные моменты являются обычными для всех конденсаторов, расположенных вне вакуум-аппарата. Между тем большинство из этих явлений в значительной степени или даже полностью может быть устранено путем помещения конденсатора внутри вакуум-аппарата, что имеет преимущества.

Прежде всего пар конденсируется в самом вакуум-аппарате, а следовательно точка самого высокого вакуума находится внутри аппарата. Это обстоятельство обуславливает максимально возможную испарительную способность поверхности нагрева, минимальную температуру молока и высокую быстроту выпаривания.

Внутреннее расположение конденсатора, с одной стороны, устраняет необходимость прохождения пара по пути в конденсатор через постепенно суживающиеся каналы, а с другой—весьма сокращает общий объем подлежащих удалению из аппарата конденсата охлаждающей воды и воздуха. Устраняется также и трение при прохождении пара от вакуум-аппарата до конденсатора, и сводится до минимума опасность выбрасывания молока в конденсатор.

Пар вследствие впрыскивания охлаждающей воды на обеих сторонах конденсатора приходит в немедленное соприкосновение с большой поверхностью воды, чем достигается весьма эффективное ее использование и понижается водяной расход. Затем при внутреннем конденсаторе устраняются соединительный патрубок, паропроводы и ряд соединений, которые могут служить местом проникновения в аппарат воздуха и причиной снижения вакуума.

Приведенные преимущества внутреннего расположения конденсатора заставляют признать подобную конструкцию чрезвычайно рациональной.

## ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВПРЫСКИВАЕМОЙ ВОДЫ

Эффективность конденсатора повышается с увеличением поверхности впрыскиваемой воды, которая прежде всего зависит от степени ее распыленности. При данном количестве охлаждающей воды, достаточным для конденсации всего пара, образующегося в вакуум-аппарате, чем сильнее ее распыление при впрыскивании, тем больше поверхность соприкосновения между паром и водой, тем быстрее конденсация и тем полнее использование воды.

Степень распыления впрыскиваемой воды определяется прежде всего диаметром отверстий впрыскивающей трубки или тарелки.

Нормально эти отверстия должны иметь диаметр около 2—2,5 мм. Степень распыленности зависит также и от устройства конденсатора

и напора под которым подводится вода. В конденсаторах, имеющих такое расположение впрыскивающих деталей, при котором поступающая через отверстия вода ударяется о стенки конденсатора, происходит интенсивное распыливание воды. Сила упомянутого удара зависит от разности между атмосферным давлением и давлением внутри вакуум-аппарата, а также от того, на какой высоте находится резервуар с водой, подающий последнюю в конденсатор. Если этот резервуар расположен на одном уровне с конденсатором, то сила впрыскивания будет равна полной разности давлений вне и внутри вакуум-аппарата. При расположении резервуара ниже конденсатора сила впрыскивания уменьшается и наоборот.

### ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВПРЫСКИВАЕМОЙ ВОДЫ

Чем продолжительнее действие впрыскиваемой воды на пар, тем больше теплоты будет отнято водой и следовательно тем выше будет эффективность конденсатора.

Продолжительность действия является важным фактором, в особенности в конденсаторах, имеющих относительно грубое распыливание, и в тех случаях, когда запасы воды ограничены. При подобном впрыскивании падение водяных капель в вертикальном конденсаторе обычной (около 0,9 м) высоты не является достаточным для требуемого поглощения тепла.

В этом случае эффективность может быть повышена только путем увеличения продолжительности действия впрыскиваемой воды на пар. Это обычно достигается замедлением падения впрыскиваемой воды. Для этой цели в конденсаторе устанавливаются одна или несколько задерживающих полок, каковой мерой достигается не только более продолжительное действие охлаждающей воды на пар, но также и влияние на него новых поверхностей воды, которые являются в результате изменений направления ее падения, существенно увеличивающих способность воды поглощать тепло.

Конденсаторы с внутренними задерживающими полками должны иметь больший диаметр по сравнению с конденсаторами, не имеющими этих полок.

Однако в конденсаторах с достаточным распылением впрыскиваемой воды (при величине капелек от 0,75 до 2,5 мм в диаметре) поглощение теплоты происходит настолько энергично, что установка задерживающих полок является излишней.

### ВЛИЯНИЕ ЗАМЕДЛЕНИЯ УДАЛЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

Промедление с отводом собранной у выходного отверстия конденсатора теплой воды вызывает вторичное ее испарение, что понижает эффективность конденсатора.

Распределение давления в последнем таково, что вакуум постепенно повышается по направлению движения охлаждающей и конденсационной воды. Таким образом входящий в конденсатор пар конденсируется в точке относительно низкого вакуума, а вода падает в точке более высокого вакуума (возле выходного отверстия), кото-

му соответствует более низкая температура испарения. Отсюда видно постоянная тенденция охлаждающей воды ко вторичному испарению и тем большая, чем выше температура уходящей воды, чем больше поверхность подвергающейся действию пара охлаждающей воды и чем дольше охлаждающая вода задерживается в конденсаторе.

По этим соображениям весьма важно иметь в конденсаторе входное отверстие для охлаждающей воды и вакуум-насос таких размеров, которые обеспечивали бы немедленный отвод собирающейся воды.

### **КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ, ПОТРЕБНОЕ ДЛЯ КОНДЕНСАТОРА**

Количество требующейся в конденсаторе воды определяется температурой воды, поступающей в конденсатор, температурой воды, уходящей из конденсатора, и наконец температурой, при которой молоко сгущается в вакуум-аппарате.

Очевидно, что чем холоднее вода, поступающая в конденсатор, тем выше температура воды, уходящей из конденсатора, и чем выше температура в вакуум-аппарате, тем меньше воды необходимо для конденсации данного количества пара.

Чем больше раздвинуты температуры воды, поступающей в конденсатор и удаляемой из него, а также чем меньше температурная разность между вакуум-аппаратом и отводимой водой, тем меньше потребуется воды и тем экономичнее будет ее использование.

Количество воды, требующейся для конденсации одного килограмма пара (или количество пара, эквивалентного одному килограмму содержащейся в молоке воды), может быть легко вычислено, как это показано на следующем примере.

**ПРИМЕР.** Температура охлаждающей воды, предназначенной для питания конденсатора, равна  $15^{\circ}\text{C}$ . Температура воды, удаляемой из конденсатора, равна  $48^{\circ}\text{C}$ .

Температура в вакуум-аппарате равна  $60^{\circ}\text{C}$ .

**ВОПРОС.** Сколько потребуется охлаждающей воды для конденсации пара из одного килограмма воды, выпаренного из молока в вакуум-аппарате?

**РЕШЕНИЕ.** Для повышения температуры одного килограмма воды  $0^{\circ}\text{C}$  до  $48^{\circ}\text{C}$  потребуется 48 калорий.

Общее количество калорий, заключающихся в одном килограмме насыщенного водяного пара при температуре в  $60^{\circ}\text{C}$  равно 610 калориям. Из этого числа калорий в процессе конденсации пара в воду той же температуры  $48^{\circ}\text{C}$  необходимо отнять:  $610 - 48 = 562$  калориям,

а чего потребуется:  $\frac{562}{48 - 15} = 17$  кг воды начальной температуры в  $15^{\circ}\text{C}$ .

Общее количество удаляемого из конденсатора воды равно сумме количеств воды охлаждающей и конденсационной.

При поддержании одинакового давления пара в паровой рубашке змеевиках уменьшение температуры кипения молока в вакуум-аппарате повышает скорость выпаривания, так как увеличивается

разность между температурами молока и рабочего пара, что в свою очередь усиливает теплопередачу.

При том же давлении пара единственное средство понизить температуру в вакуум-аппарате заключается в употреблении большого количества воды в конденсаторе.

Указанным увеличением охлаждающей воды при прочих равных условиях достигается ускорение конденсации пара, что отражается на понижении давления (т. е. на повышении вакуума) в вакуум-аппарате, что также заставляет молоко кипеть при более низкой температуре.

По мере увеличения количества воды, доставляемой в конденсатор, температура воды, уходящей из конденсатора, падает. Это указывает на уменьшение количества тепла, поглощаемого каждой весовой единицей охлаждающей воды, отчего утилизация последней является менее эффективной, так как в этих условиях для сгущения данного количества молока требуется повышенный расход воды. А так как увеличение количества впрыскиваемой воды понижает температуру воды, удаляемой из конденсатора, в большей степени, чем понижается температура молока в вакуум-аппарате, то разрыв между температурами воды в конденсаторе и в вакуум-аппарате увеличивается, и экономичность процесса падает.

Так как для того, чтобы обусловить движение пара из вакуум-аппарата в конденсатор, всегда должна быть разность давлений между ними, то поэтому для количества воды, которым можно понизит температуру в вакуум-аппарате, существует известный предел. Точно так же, когда подача охлаждающей воды начинает превышать определенное количество ее, которое необходимо для конденсации образовавшегося в вакуум-аппарате пара, то этим превышением быстроту выпаривания никоим образом повысить нельзя, и увеличение расхода воды будет только напрасной ее тратой. Сгущение молока при высокой температуре в вакуум-аппарате ( $65,5^{\circ}\text{C}$  и выше) ведет к экономии расхода воды, но быстрота выпаривания при этом относительно низка.

Сгущение же при низкой температуре ( $55^{\circ}\text{C}$  и ниже) увеличивает быстроту выпаривания, но расход воды получается сравнительно большим. Приведенные положения предусматривают одно и то же давление рабочего пара.

С точки зрения сохранения натуральных качеств молока, его химических и физических свойств вакуум-аппарат должен работать при самых низких температурах и соответствующих им максимальной скорости выпаривания и экономичном расходе воды.

Опыты по сгущению молока показали, что при средних условиях работы вакуум-аппарата в температурных пределах от  $57$  до  $60^{\circ}\text{C}$  при расхождении примерно от  $8$  до  $14^{\circ}\text{C}$  между температурой в вакуум-аппарате и температурой удаляемой из конденсатора воды соотношение между быстротой выпаривания и экономичностью расхода воды получается удовлетворительным. Эта температура выпаривания является достаточно низкой, чтобы избежать заметных нежелательных изменений в свойствах составных частей молока и предупредить развитие в нем неприятного пригорелого привкуса и темной окраски.

Для правильной работы конденсатора необходимо поддерживать его всегда в надлежащем состоянии. Отверстия во впрыскивающих патрубках (трубке или тарелке) должны быть свободны от каких бы то ни было засорений, вполне возможных в том случае, если вода содержит много органических веществ, что может иметь место, если вода доставляется из не совсем чистого водоема, если она не фильтруется и когда уходу за конденсатором не уделяется должного внимания. При этих условиях конденсатор не может хорошо действовать, впрыскивание в таком аппарате получается неравномерным и неоднородным, вода используется неэкономично и в работе вакуум-аппарата может возникнуть затруднение.

Поэтому конденсатор должен чиститься довольно часто, чтобы поддерживать впрыскивающие приспособления свободными от засорения. Регулярная чистка всех частей конденсатора необходима также с санитарной точки зрения. Не только загрязненная вода, но также остатки молока, которые могут быть выброшены при кипении в конденсатор, могут создать источники заражения, если своевременно не будут отсюда удалены.

Одно или несколько наблюдательных стекол, находящихся в необходимых местах, и правильно расположенный люк с крышкой облегчают осмотр и доступ ко всем частям конденсатора. При отсутствии этих приспособлений осмотр и чистка внутренности конденсатора редко представляются достаточно удобными.

### МОЛОКОУЛАВЛИВАТЕЛЬ

Молокоулавливатель представляет собой небольшой прибор, часто устанавливаемый между колпаком и конденсатором конечно в том случае, когда конденсатор находится вне вакуум-аппарата. Назначением молокоулавливателя является собирание и возвращение обратно в вакуум-аппарат всего того молока, которое при энергичном выпаривании может быть выброшено из вакуум-аппарата и которое без этого прибора ушло бы из конденсатора вместе с охлаждающей водой, обусловив прямую потерю для производства. При надлежащем выпуске молока в вакуум-аппарат и правильно устроенных змеевиках, также при надлежащем размере соединительного патрубка между вакуум-аппаратом и конденсатором нет основания опасаться утечки больших количеств молока конечно при том условии, если молоко в вакуум-аппарате держится на требуемом уровне.

Однако если конструкция вакуум-аппарата такова, что допускает выбрасывание молока в конденсатор и в особенности, если партия молока, поступающая в вакуум-аппарат для сгущения, превышает его пропускную способность, то утечка продукта, о наличии которой можно судить по пенности и молочному цвету удаляемой из конденсатора воды, может принять большие размеры, достигая иногда нескольких сотен килограммов, почему в этих случаях установка молокоулавливателя должна быть признана вполне целесообразной.

Конструкция молокоулавливателя такова, что пар, входя в этот прибор возле его верхней части, встречает спускающуюся вниз, неподходящую до дна перегородку, которую он вынужден в своем те-

чении обогнуть, изменив направление на 180°. В этот момент увлеченные паром частички молока силой инерции отбрасываются на дно молокоулавливателя, а пар устремляется вверх и по соединительной трубке проходит в конденсатор. Задержанное молокоулавливателем молоко по другой соединительной трубке автоматически стекает обратно в вакуум-аппарат.

Некоторые молокоулавливатели снабжены системой специальных перегородок, оказывающих существенную помощь в возвращении выброшенного молока обратно в вакуум-аппарат; эти перегородки делаются съемными и так располагаются внутри прибора, что их легко вынимать для чистки после дневной работы.

Молокоулавливатель не является однако абсолютной гарантией предотвращения утечки молока и служит лишь относительным предохранительным средством.

При надлежащей конструкции и правильной работе вакуум-аппарата в большинстве случаев упомянутый прибор является излишним. В тех же случаях, когда конденсатор расположен внутри вакуум-аппарата, значение молокоулавливателя совершенно утрачивается.

Отрицательной стороной пользования молокоулавливателем является вызываемое им уменьшение вакуума вследствие встречаемого паром дополнительного сопротивления в молокоулавливателе, в особенности при наличии в последнем специальных перегородок. Кроме того молокоулавливатель требует дополнительного ухода по поддержанию его в чистоте.

Если же внутренние части молокоулавливателя не допускают легкой съемки и не чистятся основательно, то этот прибор может сделаться серьезным источником заражения молока и порчи готового продукта. Санитарное его состояние и легкость стерилизации могут быть улучшены путем устройства постоянного подвода к нему пара.

## ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

Существуют три типа вакуумных насосов, а именно:

- 1  
эксгаустор,
- 2  
центробежный насос и
- 3  
поршневый насос.

Первые два типа были признаны для заводов сгущенного молока нерациональными, и лишь поршневая конструкция насоса нашла себе обширное практическое применение в производстве сгущенного молока.

Поршневые вакуумные насосы имеются двух видов: сухой насос и мокрый насос.

Главное различие между ними заключается в том, что в установке с сухим вакуумным насосом накапливающаяся в конденсаторе вода удаляется без помощи насоса, тогда как при мокром насосе эта вода проходит через него.

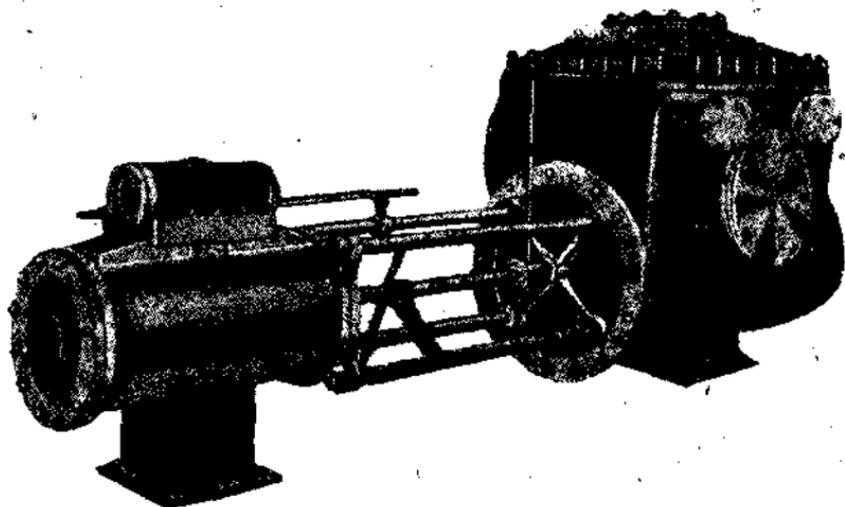


Рис. 34. Вакуум-насос.

В этом случае, когда вакуум-аппарат снабжен поверхностным конденсатором или конденсатором барометрического действия, на заводе сгущенного молока должен употребляться сухой вакуумный насос. Последний допускает большую скорость хода поршня, чем насос мокрый, который с каждым ходом поршня должен забирать из конденсатора воду.

Так как громадное большинство заводов сгущенного молока пользуется мокрым вакуумным впрыскивающим конденсатором, то мокрый вакуумный насос является типом насоса, встречающимся на большинстве упомянутых заводов.

Вакуумный насос приводится в движение: 1) непосредственно паром, 2) от ремня, 3) двигателем внутреннего сгорания или же наконец 4) электромотором.

Установка парового насоса требует наименьших затрат и занимает небольшую площадь, но обуславливает большой расход пара, почему эксплуатация паронасосной установки имеет преимущество лишь в том случае когда отработанный пар может быть после насоса использован в паровой рубашке и в змеевиках вакуум-аппарата.

Главный недостаток использования парового однопоршневого насоса заключается в равномерности его хода благодаря чувствительности последнего к могущему меняться режиму котельного давления.

Двухпоршневый вакуумный насос является более экономным в работе, но его первоначальная стоимость значительно выше, и для своей установки он требует большую площадь.

Надлежащие размеры вакуум-насоса зависят главным образом от размеров вакуум-аппарата.

Для достижения экономичности работы вакуум-насос должен быть установлен возможно ближе к вакуум-аппарату.

# 6 ПРИМЕНЕНИЕ ПАРА В ПРОИЗВОДСТВЕ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

Различают два вида водяного пара: 1) насыщенный (влажный и сухой) и 2) перегретый.

## НАСЫЩЕННЫЙ ПАРА

Происходящий в паровом котле процесс парообразования характеризуется сообщением заключенной в котле воде от сгорающего топлива такого количества тепла, которое обуславливает кипение воды и превращение ее в пар, собирающийся над водой, в так называемом «паровом пространстве» котла.

Как известно, точка (или температура) кипения воды находится в некоторой зависимости от наружного давления, под которым происходит процесс парообразования. Чем больше это давление, тем выше соответствующая ему температура кипения. Так если при одной атмосфере давления (760 мм ртутного столба) вода кипит при  $100^{\circ}\text{C}$ , выделяя пары того же давления, то при 2 атм. давления эта температура будет уже  $120,6^{\circ}\text{C}$ . Это явление легко объясняется тем, что с увеличением давления на поверхность образующей пар воды каждой молекуле последней, при своем обращении из жидкого состояния в пар, связанном с увеличением своего объема во много раз и с работой по освобождению себя из толщи воды, приходится затрачивать все большие и большие количества тепла, отражающегося на температуре кипения подъемом этой температуры.

Образующиеся в паровом котле в процессе кипения пары собираются в паровом пространстве над водой; так как объем этого пространства в общем постоянен, то при отсутствии расхода пара давление последнего будет по мере течения парообразования непрерывно повышаться. Точно так же будет расти и соответствующая каждому состоянию давления температура кипения.

Данный объем парового пространства при определенном давлении и соответственной ему температуре может вместить строго определенное весовое количество водяного пара, который как бы «насыщает» это пространство, почему и носит техническое название «насыщенного».

При упомянутом постоянстве соответствующих друг другу давления и температуры всякое изменение объема парового пространства вызывает в насыщенном паре при уменьшении объема сгущение в жидкость того весового количества пара, которое заключалось в том объеме, на который было сокращено паровое пространство; при увеличении—дополнительное испарение нового количества воды, насыщающего при данном режиме произведенное увеличение объема.

Установленная выше зависимость давления насыщенного водяного пара от его температуры, а также данные об объеме, занимаемом 1 кг, или о весе 1 куб. м насыщенного пара при определенной давлении (или температуре), обычно выражаются в особой таблице которой пользуются при разных вычислениях.

Как мы указали выше, насыщенный пар может быть влажным и сухим.

Если пар содержит свободную воду в виде мельчайших взвешенных в нем капелек ее, его называют влажным паром. Это обычное состояние насыщенного пара, который находится в соприкосновении с жидкостью, его образовавшей. Большая часть используемого в практике насыщенного пара есть влажный пар.

Так как всегда наблюдается некоторая конденсация пара на внутренних стенках паропроводов вследствие утраты трубами теплоты через лучеиспускание и охлаждение протекающего пара, то для того чтобы компенсировать подобную конденсацию пара, более рационально пользоваться насыщенным паром сухим, освобожденным тем или иным образом (обычно путем установки особых сепараторов) от примеси водяных частиц.

На заводах сгущенного молока влажный насыщенный пар встречается в виде отработанного или «мятого пара», т. е. такого, который уже был использован в работе какой-либо паровой машины.

### ПЕРЕГРЕТЫЙ ПАР

Если пар, насыщенный при известной температуре, отвести из котла и нагреть до более высокой температуры, то получится пар перегретый, температура которого при данном давлении выше, нежели температура насыщения, соответствующая этому давлению. Само собой разумеется, что перегретый пар всегда будет сухим.

### РАСХОД ПАРА ДЛЯ СГУЩЕНИЯ МОЛОКА

В практике изготовления сгущенного молока, как уже упоминалось выше, обычно пользуются насыщенным паром. Рассмотрим далее несколько примеров подсчета.

#### ПОТРЕБНОЕ КОЛИЧЕСТВО НАСЫЩЕННОГО ПАРА ДЛЯ ВЫПАРИВАНИЯ ОДНОГО КИЛОГРАММА ВОДЫ

**ПРИМЕР 1.** Давление пара в рубашке и змеевиках в обычно встречающихся условиях работы вакуумных установок по сгущенному молоку примем равным 0,37 кг на 1 кв. см.

Выпаривание в вакуум-аппарате происходит при разрежении 602,7 мм; температура удаляемой из паровой рубашки и змеевиков конденсационной воды — 100° С.

Расход тепла на выпаривание 1 кг воды	562,6 калории
Количество калорий, освобождаемое 1 кг пара давления 0,39 кг на 1 кв. см при конденсации его в воду и передаваемое молоку	534,12 "

— Температура пара давления 0,37 кг на 1 кв. см. 108° С  
Количество калорий, переданных молоку конденсационной водой

$$108 - 100 = 8 \text{ калорий}$$

Общее количество калорий, переданных молоку:

$$534,12 + 8 = 542,12 \text{ калории}$$

Откуда потребное количество пара для выпаривания молока 1 кг воды:

$$\frac{562,6}{542,42} = 1,038 \text{ кг}$$

### ПРИМЕР 2.

Давление пара—0,72 кг на 1 кв. см.  
Расход тепла для выпаривания 1 кг воды 562,6 калор.

Количество калорий, переданных молоку  
при конденсации пара давления  
0,72 кг на 1 кв. см 529,8

Температура пара давления 0,72 кг на 1 кв. см 114,9° С

Температура конденсационной воды 100° С

Количество калорий, переданных конденсационной водой молоку:

$$114,9 - 100 = 14,9 \text{ калорий}$$

Общее количество калорий, переданных молоку:

$$529,8 + 14,9 = 544,7 \text{ калории}$$

Откуда потребны количество пара для выпаривания 1 кг воды:

$$\frac{562,6}{544,7} = 1,032 \text{ кг}$$

Приведенные данные показывают, что увеличение давления насыщенного пара не влияет существенно на изменение его количества необходимого для выпаривания 1 кг воды. При повышении давления пара уменьшение выражается в очень незначительном количестве. Для рассмотренных выше двух примеров экономия парового расхода выразится в переводе на проценты:

$$\frac{1,038 - 1,032}{1,038} \times 100 = 0,578\%$$

т. е. при пользовании паром давления 0,72 кг на 1 кв. см последнего требуется меньше всего на 0,578% по сравнению с паром давления 0,37 кг.

Однако увеличение давления насыщенного пара, не отражаясь сколько-нибудь значительно на его расходе, существенно влияет на весьма важную в производстве сгущенного молока сторону: быстроту выпаривания, как видно из сопоставления следующих данных, значительно ее увеличивая.

Пар с давлением в 0,72 кг.

Разность температур пара и молока:  $114,9^\circ - 59,8^\circ$  равно  $55,1^\circ\text{С}$ .

Пар с давлением в 0,37 кг на 1 кв. см.

Разность температур пара и молока:  $108 - 59,8 = 48,2^\circ\text{С}$ .

Увеличение этой разности для первого случая равно  $6,9^\circ\text{С}$ .

А так как теплопередача прямо пропорциональна разности температур, то и скорость выпаривания также прямо пропорциональна теплопередаче.

Следовательно увеличение температур в сравниваемых случаях на  $6,9^{\circ}\text{C}$  дает для процесса, проводящегося при рабочем давлении пара в  $0,72$  кг, следующее увеличение быстроты выпаривания:

$$\frac{6,9 \times 100}{48,2} = 14,3\%$$

ставляющее весьма заметный выигрыш и для экономки процесса для качества готового продукта.

## СООТНОШЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ ПАРА В ПАРОВОМ КОТЛЕ И В ВАКУУМ-АППАРАТЕ

Среднее рабочее давление пара, образующегося в паровом котле, колеблется обычно от 5 до 8 избыточных атмосфер ( $5-8$  кг на кв. см). В целях устранения конденсации пара в паропроводах между вакуум-аппаратом и паровым котлом допускается небольшое перегревание пара, но в обычной практике пар подводится к вакуум-аппарату с давлением, равным котельному.

Однако при этом условии пар не может быть использован в вакуум-аппарате по той причине, что соответствующая этому давлению его температура (насыщенный пар 7 атм. давления имеет температуру  $164^{\circ}\text{C}$ ) настолько высока, что могла бы серьезно повредить качеству молока. Также обычная конструкция паровой рубашки и змеевиков обыкновенно недостаточно прочна для того, чтобы выдерживать такую большую разность между котельным давлением и разрежением в вакуум-аппарате.

Поэтому котельное давление приходится сокращать до пределов, удовлетворяющих требованиям безопасности в отношении как качества молока, так и целостности аппаратуры, почему в работе вакуумных установок употребляется обычно для паровой рубашки и змеевиков давление, пониженное в пределах от  $\frac{1}{3}$  до 1 атм. избыточных. Это легко может быть достигнуто путем регулирования впускными вентилями доступа пара к поверхности нагрева. Однако здесь могут возникнуть другие опасные моменты, связанные с возможностью задержки отвода из рубашки и змеевиков сконденсировавшегося в воду пара, так как в таком случае поверхность нагрева может подвергнуться полному рабочему давлению пара. Кроме того в случае слишком большого, чем нужно, открытия мастером впускных паровентилей, может иметь место повреждение качества молока, а также и другие нежелательные явления. Наконец давление пара в паровой рубашке и змеевиках может страдать неравномерностью, колеблясь в зависимости от котельного давления, которое в особенности при наличии парового котла малой емкости может колебаться в значительных пределах.

Лучшим средством обеспечения снабжения вакуум-аппарата паром низкого давления постоянного уровня является установка на примыкающем к паровому котлу главном паропроводе автоматического дроссельного клапана (детандера). Посредством подобного прибора давление пара в паропроводе может быть сокращено до любого уровня и поддерживаться в нем независимо от колебаний давления в котле.

## СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПОКАЗАНИЕМ МАНОМЕТРА И ТЕМПЕРАТУРОЙ ПАРА УМЕНЬШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Чтобы достичь необходимого уменьшения давления сухого насыщенного пара котла до давления в рубашке и змеевиках вакуум-аппарата, пар должен быть пропущен через дроссельный клапан, производящий так называемое «мятие» пара. Проходя дроссельный клапан, пар расширяется. Пренебрегая потерей тепла в виде лучеиспускания, можно практически считать, что насыщенный пар, дросселируясь, расширяется без потери внутреннего содержания тепла, принесенного им к дроссельному клапану из котла. А так как при этом после дросселирования он имеет пониженное давление, его температура окажется уже более высокой, чем температура насыщенного пара, соответствующая этому давлению. Это явление происходит вследствие освобождения при расширении мягкого пара некоторого количества тепла, которое остается в паре низкого давления и обуславливает его перегрев.

Таким образом пропуская котельный сухой насыщенный пар через дроссельный клапан, т. е. производя мятие пара до нужного в вакуумном процессе низкого давления, мы производим некоторый перегрев пара, подводимого к поверхности нагрева вакуум-аппарата.

Здесь необходимо обратить внимание на тот важный факт, что определение действительной температуры пара, подводимого к вакуум-аппарату при описанных условиях, по манометрическим показаниям его давления было бы весьма ошибочно. Например при дросселировании котельного давления 6,6 атм. до давления 0,66 атм. избыточных получающийся после дроссельного клапана перегретый пар давления 0,66 атм. имеет температуру около  $150^{\circ}\text{C}$ .

Тот факт, что перегретый пар давлением в 0,66 атм. избыточных имеет температуру в  $150^{\circ}\text{C}$ , указывает в свою очередь на то, что в данном случае эта температура не соответствует манометрическому давлению насыщенного пара. При насыщенном паре температура последнего при том же давлении в 0,66 атм. была бы  $115^{\circ}\text{C}$ . С другой стороны, соответствующее давление для насыщенного перегретого пара при температуре в  $150^{\circ}\text{C}$  было бы 4,8 атмосферы.

Такая температура ( $150^{\circ}\text{C}$ ), соответствующая насыщенному пару давления в 4,8 атм., вполне справедливо рассматривалась бы слишком высокой для нормальной работы вакуум-аппарата, в особенности в тех случаях, когда все входные отверстия для пара располагаются на одной стороне вакуум-аппарата. При наличии подобных условий молоко оказалось бы подвергнутым влиянию чрезмерно высокой температуры.

Однако следует заметить, что перегретый пар, заключающий в себе некоторое количество излишнего против насыщенного пара того же давления тепла, при передаче последнего через поверхность нагрева молоку сохраняет при этом процессе теплоотдачи свое давление постоянным до той температуры, для которой это давление является соответствующим давлением насыщения, а пар из перегретого превратится в сухой насыщенный.

Эта отдача перегретым паром тепла молоку в вышеприведенном примере быстро понизит температуру пара с  $150$  до  $115^{\circ}\text{C}$  когда



**Рис. 25.** Установка вакуум-аппарата Arthur Harris & Co на заводе сгущенного молока в САСШ.

и будет достигнута точка насыщения. Вследствие этого молоко окажется подвергнутым действию высокой температуры перегретого пара только на протяжении первых нескольких сантиметров змеевика, на какой-то длине перегретым паром и будет отдан заключавшийся в нем излишек тепла.

Другим фактором, который стремится снизить высокую температуру перегретого пара низкого давления, является потеря тепла посредством лучеиспускания благодаря несовершенной изоляции.

Все вышеизложенные выводы построены на том предположении, что между регулирующим давлением вентилем и вакуум-аппаратом потери тепла не происходит. На практике же, даже при условии хорошо выполненной изоляции, потеря паром некоторого количества тепла благодаря лучеиспусканию все же имеет место, и чем длиннее путь, проходимый паром в паропроводах, чем менее совершенна изоляция, тем больше потеря тепла в виде лучеиспускания.

### **ОБРАЩЕНИЕ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В НАСЫЩЕННЫЙ**

Ввиду нежелательности применения на практике (на заводе сгущенного молока) пара с высокой температурой, получающегося в

результате сокращения котельного давления, О. Ханзикер рекомендует обращать упомянутый перегретый пар в насыщенный. Это может быть достигнуто путем впрыскивания в перегретый пар соответствующего количества воды. В этом случае навстречу потоку перегретого пара пускают тонкую струю небольшого количества воды. Струя может регулироваться посредством термостата, установленного для достижения постоянной температуры вновь образующегося насыщенного пара.

Употребление воды для снижения температуры перегретого пара до температуры его насыщения при данном давлении не вызывает потери какого бы то ни было количества теплоты; оно просто понижает температуру пара, увеличивая при этом его объем; это увеличение объема и компенсирует падение температуры.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО ПАРА В ВАКУУМ-АППАРАТЕ

Имеющийся на заводе стуженного молока отработанный пар непременно должен быть использован в этом виде производства. Это представляется вполне возможным, потому что выпаривание молока производится в вакууме, в котором молоко кипит при относительно низкой температуре. При таком положении достигается сравнительно большая разность между температурой молока и температурой пара даже при использовании пара с такой низкой температурой, как у отработанного. При условиях, существующих на большинстве заводов стуженного молока, более выгодным является употребление в дело отработанного пара в соединении с паром из котла, чем исключительно только одного отработанного пара. Но в тех случаях, где употребляется только один отработанный пар, должны быть устроены большой распределитель пара и соединительные паропроводы (достаточного поперечного сечения) с паровой рубашкой и змеевиками, причем в вакуум-аппарате должны употребляться короткие змеевики.

В системе трубопроводов от вакуум-насоса до распределителя должен иметься соответствующий прибор для удаления конденсационной воды в виде специального водоулавливателя. Однако использование одного отработанного пара редко встречается на практике из-за слишком ограниченного его количества, имеющегося обычно в распоряжении, вследствие постоянного колебания его как в объеме, так и в давлении, а также вследствие того, что отработанный пар в большинстве случаев является влажным.

В целях наиболее выгодного использования отработанного пара рекомендуется использование его в смеси с котельным паром. Для этого в главный паропровод, по которому идет отработанный пар к распределителю, впускается соответствующее количество пара из котла; впуск последнего регулируется специальным автоматическим вентиляем, поддерживающим постоянное давление. Таким образом снабжение свежим паром происходит автоматически, в строгой зависимости от поступления отработанного пара. Если поступление последнего уменьшается, то автоматически увеличивается поступление пара из парового котла. Дополнительным преимуществом добавления котельного пара в отработанный является улучшение качества послед-

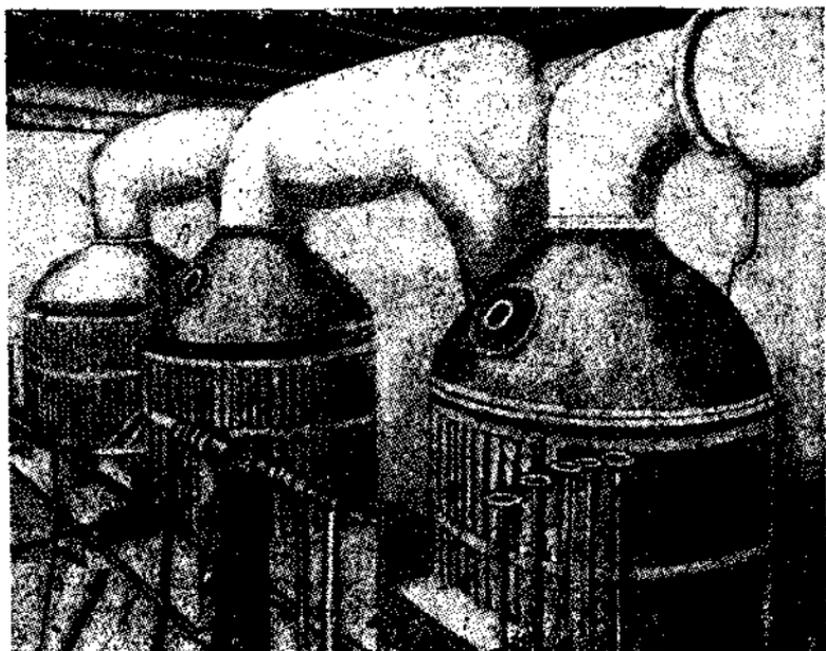


Рис. 36. Система выпарных аппаратов.

него посредством использования освобождающегося количества теплоты на расширение насыщенного пара; таким образом достигается обращение отработанного пара в сухой насыщенный пар.

При использовании отработанного пара эффективность машины или насоса, доставляющих отработанный пар, уменьшается. Это происходит благодаря образуемому противодействию, под которым отработанный пар вводится в паропроводы, ведущие к вакуум-аппарату, по сравнению с удалением отработанного пара в атмосферу или в обыкновенный конденсатор.

Поэтому противодействие должно быть учтено при выборе парового оборудования, в котором предусматривается использование отработанного пара. Размер такого оборудования должен быть пропорционален противодействию, под которым машина или насос должны работать.

Использование отработанного пара без противодействия на машину, приводимую в движение паром, может быть также достигнуто применением вакуумной системы удаления конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков, как это объяснено в описании «паромашиностроителей».

### КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ГОРШОК (ВОДОТВОДЧИК)

Экономичность работы вакуум-аппарата требует того, чтобы вся конденсационная вода, образовавшаяся в паровой рубашке и змеевиках, не терялась, а возвращалась в паровой котел. Этим сохраняется содержащееся в конденсате тепло и избегается всем извест-

ный недостаток снабжения парового котла холодной водой, требующей большой затраты тепла на свой подогрев до точки кипения.

Непрерывное удаление конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков без потери пара становится возможным только при использовании соответствующих приборов, так называемых «конденсационных горшков», собирающих конденсационную воду. Последние снабжены автоматическим механизмом, функция которого заключается в том, что он производит удаление из горшка воды без какой-либо утечки пара.

Каждый змеевик и паровая рубашка должны иметь отдельный конденсационный горшок, присоединяемый трубопроводом к спусковому крану на корпусе вакуум-аппарата. В случае установки только одного горшка для всех спусковых кранов каждый из последних должен иметь отдельный кран для выпуска воздуха.

Конденсационная вода обычно удаляется под атмосферным давлением и возвращается самотеком в сборный резервуар питательной воды, откуда снова перекачивается в котел. Вместо того чтобы устраивать выход из конденсационных горшков в атмосферу, можно пользоваться вакуумной системой. В этом случае вакуумный насос сообщается с выходным отверстием из конденсационного горшка. В свою очередь такая система имеет то преимущество, что сокращает обратное давление на машину, доставляющую отработанный пар.

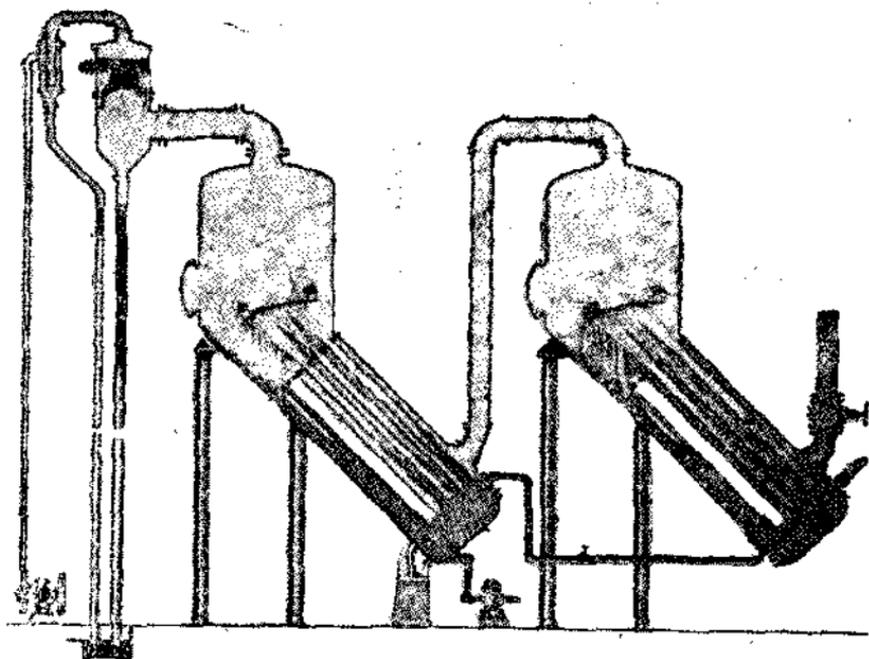
## СИСТЕМА ВЫПАРНЫХ АППАРАТОВ

Полнота и экономичность использования пара может быть значительно увеличена употреблением системы выпарных аппаратов, состоящей из двух и более вакуум-аппаратов, установленных последовательно один за другим и соединенных друг с другом таким образом, что молоко должно идти из первого вакуум-аппарата во второй, из второго — в третий и т. д.

Первый вакуум-аппарат получает свежий пар из котла или отработанный пар из машины. Второй вакуум-аппарат нагревается паром, полученным из молока в первом вакуум-аппарате. Таким образом, теплота парообразования от кипения молока в первом вакуум-аппарате используется для нагревания молока во втором вакуум-аппарате, теплота парообразования второго — в третьем и т. д. Каждый вакуум-аппарат за исключением первого является в такой установке конденсатором для предыдущего.

Температура кипения является наивысшей в первом вакуум-аппарате и понижается в каждом последующем. Таким образом в трехкорпусном выпарном аппарате происходит примерно следующий процесс: первый вакуум-аппарат имеет вакуум в 89 мм и температуру около 93,3° С, второй вакуум — 356 мм и температуру около 82,2° С, третий вакуум — 660 мм и температуру около 48,8° С.

Употребление системы выпарных аппаратов в производстве стуженого молока до самого последнего времени не было принято. В главный недостаток заключается в относительно высокой температуре, при которой молоко должно стужаться в первом вакуум-аппарате. Однако эта система с выгодой применялась при стужении таких побочных продуктов, как пахта. Рыночная стоимость под-



**Рис. 37.** Вакуум-выпарный аппарат Буфловака двойного действия.

ающегося из последнего готового продукта не страдает существенно. В присутствии пригорелого привкуса, между тем как упомянутым способом достигается весьма значительная экономичность в производстве.

Если пренебречь возможной потерей теплоты лучеиспусканием, можно считать, что двухкорпусный выпарный аппарат сокращает потребность пара до 50%, а трехкорпусный—до 33% от количества, необходимого для работы одного вакуум-аппарата.

В самое последнее время американская фирма «Buffalo Foundry Machine Co» сконструировала и изготовляет для оборудования водов сгущенного молока вакуум-выпарный аппарат Буфловака двойного действия. Означенный аппарат представляет собою систему двух мгновенных быстродействующих вакуум-выпарных аппаратов Буфловака (рис. 20). В первом из них подогревание молока, циркулирующего по трубам малого диаметра, пронизывающим паровую рубку, производится свежим паром, а во втором—паром, получаемым при выпарке молока в первом аппарате.

Молоко, достигшее известной степени концентрации в первом аппарате, засасывается во второй аппарат благодаря более высокому вакууму в последнем.

Упомянутая система выпарных аппаратов Буфловака имеет сухой вакуум-насос, при помощи которого достигается необходимое разрежение в барометрическом конденсаторе.

## ПОДГОТОВКА ВАКУУМ-АППАРАТА

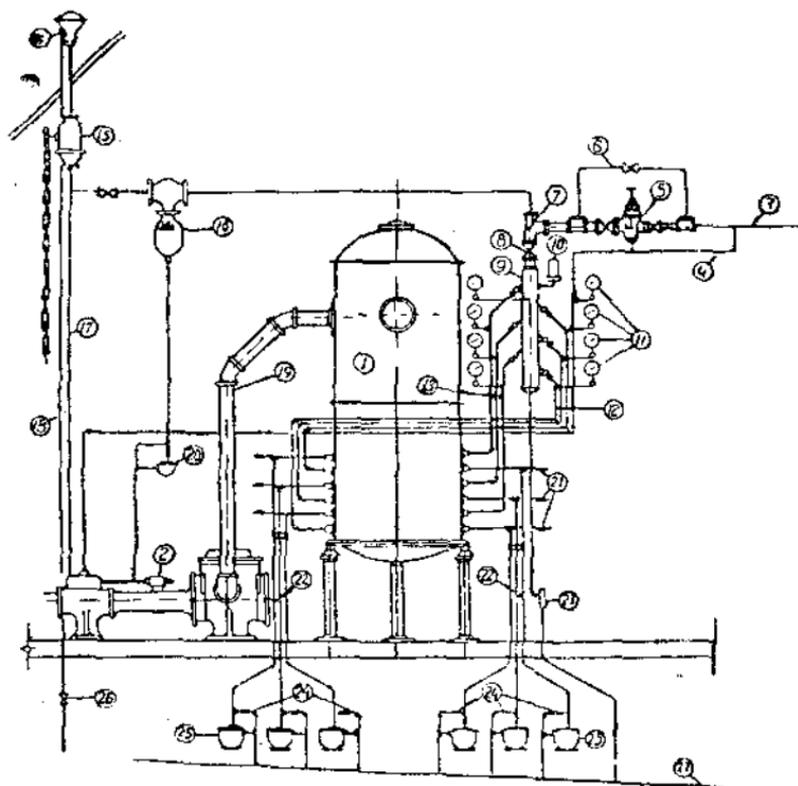
Для успешного управления работой вакуум-аппарата необходимо тщательно его изучить, а также изучить все машины и приборы, составляющие с ним неразрывное целое. До пуска в ход вакуум-аппарата прежде всего необходимо самым внимательным образом осмотреть все его части и проверить их исправность. Вакуум-аппарат должен быть чист, так же как и все прочие входящие в вакуумный агрегат машины, приборы, паропроводы и молокопроводы. Конденсатор должен быть подготовлен для работы и обеспечен необходимым количеством охлаждающей воды. Весьма важно основательно осмотреть вакуум-насос и иметь уверенность в исправном его состоянии. Необходимо также заблаговременно обеспечить непрерывное поступление молока, после того как началось его кипение в вакуум-аппарате.

Прежде чем ввести молоко в вакуум-аппарат, последний должен быть основательно промыт водой и после этого пропарен до такой степени, чтобы температура в нем поднялась примерно до  $82^{\circ}\text{C}$  или выше; при этом лаз закрывается крышкой, а остаются открытыми только находящийся на колпаке воздушный кран и выпускное отверстие в нижней части вакуум-аппарата. Предварительное пропаривание вакуум-аппарата преследует цель его внутренней стерилизации, а также обеспечения быстрого достижения высокого вакуума. Поступающий в вакуум-аппарат пар выходит через воздушный кран и нижнее выпускное отверстие, через которое также стекает образующаяся конденсационная вода.

Стерилизацию внутренней поверхности вакуум-аппарата считают законченной после того, как температура воздуха внутри вакуум-аппарата будет достигнута  $90-95^{\circ}\text{C}$ . После этого воздушный кран и нижнее выпускное отверстие закрываются, пускается в конденсатор охлаждающая вода, и приводится в действие вакуум-насос.

Вода должна быть дана в конденсатор до пуска в ход насоса, так как последний без воды работать на разрежение не будет. Насос удаляет не только конденсационную и охлаждающую воду, но также и воздух, некоторое количество которого всегда остается после пропаривания в вакуум-аппарате.

При наличии сухого вакуум-насоса, охлаждающая вода также должна пускаться в конденсатор до пуска насоса в ход, так как в противном случае прорвавшийся в насос пар может причинить там нежелательные последствия. При отсутствии воздуха в вакуум-аппарате и при хорошей работе насоса (но при небольшом количестве воды, поступающей в конденсатор) разрежение быстро поднимается до 635 мм. Более высокая степень вакуума достигается очень медленно.



**Рис. 38. Схема быстродействующей установки Arthur Harris & Co, работающей на свежем паре высокого давления или отработанном паре**

1. Выпарной вакуум-аппарат. 2. Вакуум-насос. 3. Паропровод от парового котла. 4. Паропровод свежего пара к вакуум-насосу. 5. Редукционный вентиль. 6. Перпускной паропровод свежего пара. 7. Колено для подвода мягкого пара. 8. Главный вентиль пара пониженного давления. 9. Распределение пара пониженного давления. 10. Предохранительный клапан. 11. Манометр. 12—13. Подвод пара пониженного давления к отдельным змеевикам. 14. Выхлоп отработанного пара. 15. Обратный клапан. 16. Масляный сепаратор для отработанного пара. 17. Паропровод мягкого пара из вакуум-насоса. 18. Возвратная труба для конденсата из выхлопа. 19. Часть паропровода к вакуум-насосу. 20. Маслоотводчик от сепаратора. 21. Пробные краны отдельных змеевиковых секций. 22. Трубопровод для отвода конденсата из змеевиков. 23. Спускной клапан из распределителя. 24. Перпускной паропровод конденсата из змеевиков. 25. Отдельные конденсационные горшки. 26. Запорный вентиль. 27. Отвод конденсата в сборный бак питательной воды.

После всех этих операций, когда показание вакуум-метра достигнет около 500 мм, вакуум-аппарат можно считать подготовленным к впуску в него молока.

После осмотра вакуум-аппарата, насоса, конденсатора и т. д. и соответствующей их подготовки к работе молоко, надлежащим образом стандартизованное, подогретое до требуемой температуры с прибавлением к нему сахара, может вводиться в вакуум-аппарат для гущения.

### РАБОТА ВАКУУМ-АППАРАТА

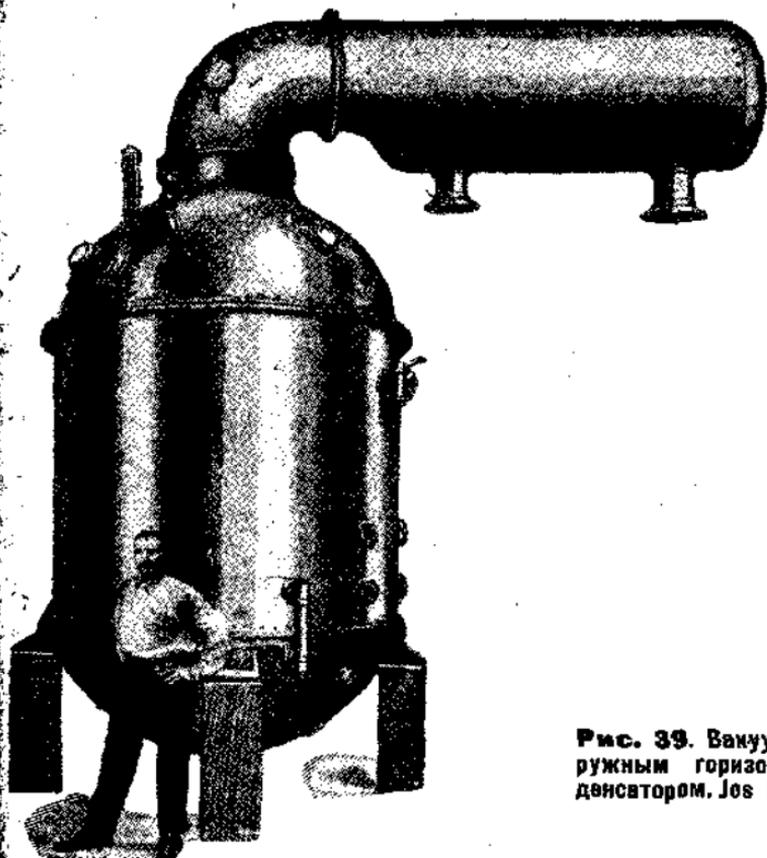
При начале введения молока в подготовленный вакуум-аппарат тран молочного подводящего трубопровода открывается сперва частично. Молоко поступает в вакуум-аппарат автоматически, засасываясь вследствие уже имеющегося в вакуум-аппарате разрежения.

Как только молоко покрывает паровую рубашку, в последнюю начинают постепенно впускать пар. Требуется быть особенно внимательным, чтобы не впустить пар в паровую рубашку раньше, чем последняя будет покрыта молоком; в противном случае оно прикипит к поверхности нагрева. Также нужно следить за тем, чтобы в эти моменты не было впущено слишком много пара в паровую рубашку. По мере того как змеевики погружаются в молоко, в них также начинают впускать пар. При этом опять-таки нельзя допускать, чтобы пар вошел в змеевики до того, как они будут покрыты вполне молоком, так как в противном случае происходит явление пригорания, причем прикипевший и прилипший к поверхности нагрева слой молока уменьшает теплопередачу, задерживает выпаривание и может сообщить молоку пригорелый привкус и темные пятна.

В начале работы давление пара в паровой рубашке и змеевиках вообще должно поддерживаться низким во избежание опасности подгорания молока, происходящего главным образом благодаря присутствию в быстро поступающем свежем молоке значительного количества воздуха. Так как по мере нагревания последний удаляется из молока, то давление пара можно постепенно увеличивать, пока оно не достигнет необходимого для работы уровня. При этом по указанию Атсуши Мияуоки нормальной разностью между температурой в вакуум-аппарате и температурой охлаждающей воды следует считать не более  $3^{\circ}\text{C}$ ; наличие такой разности температур свидетельствует о том, что конденсатор работает хорошо. В начале же работы вакуум-аппарата разность температур в вакуум-аппарате и конденсаторе в  $5-6^{\circ}\text{C}$  не считается слишком большой.

Вследствие чувствительности молока к высоким температурам рекомендуется по возможности применять пар низкого давления, но такой, при котором достигался бы максимум скорости выпаривания. Кроме того на последнюю, как известно, влияют размер и устройство поверхности нагрева.

В настоящее время американской практикой признано, что оптимальным максимумом рабочего давления в паровом котле следует считать давление от 0,35 до 0,7 кг, которое и рекомендуется в производстве сгущенного молока как с точки зрения безопасности, так и экономичности работы вакуум-аппарата (конечно правильно сконструированного и имеющего надлежащую поверхность нагрева). При вакуум-аппарате, обладающем недостаточно развитой поверхностью нагрева или неправильно сконструированном, может потребоваться значительно более высокое давление пара, чтобы достигнуть необходимой быстроты выпаривания. Свежее и цельное молоко содержит значительное количество воздуха, что и служит причиной вспенивания и падения вакуума в начале работы. Чем молоко беднее жиром, тем оно сильнее вспенивается в вакуум-аппарате, причем образование большого количества пены чрезвычайно затрудняет наблюдение за правильностью работы аппарата. При сгущении снятого молока вспенивание настолько велико, что от мастера требуется большое и сосредоточенное внимание, чтобы не допустить выбрасывания молока в конденсатор (конечно при том условии, что последний находится вне вакуум-аппарата). При бурном вспенивании молока в вакуум-аппарате весьма трудно уберечься



**Рис. 39.** Вакуум-аппарат с наружным горизонтальным конденсатором. Jos Kofferman & sons.

от его потери вследствие выбрасывания в конденсатор, если только не будет своевременно сокращено всасывание молока в аппарат.

Если молоко вводится в вакуум-аппарат очень быстро, что может иметь место при сильно открытом молочном кране, то и в подобных случаях не исключается опасность значительной утечки молока путем выбрасывания его в конденсатор. В этом случае наилучшим средством против такой утечки может явиться только частичное открытие молочного крана или весьма тщательное наблюдение за процессом кипения и в случае сильного выбрасывания молока вверх — впуск через воздушный кран небольшого количества воздуха. Трудности возникают только при начале работы. Воздух быстро удаляется из вакуум-аппарата, и вакуум становится нормальным. На первых стадиях процесса молоко еще негустое, выпаривательная способность вакуум-аппарата высокая, и самовыпаривание происходит с максимальной быстротой, которая затем замедляется, приходя к минимуму перед окончанием процесса сгущения.

Как только вакуум-аппарат настолько наполнен молоком, что последнее покрывает паровую рубашку и змеевики, впуск молока должен быть сокращен, и его дальнейшее поступление должно регулироваться в соответствии со степенью выпаривания. Засасывание молока в вакуум-аппарат происходит непрерывно по мере того, как оно выпаривается. Степень наполнения аппарата должна поддержи-

ваться по возможности на одном и том же уровне, при котором продукт полностью покрывает самый верхний змеевик. При наличии чрезмерно высокого уровня молока затрудняется равномерная работа вакуум-аппарата, наблюдается сокращение быстроты выпаривания и увеличивается опасность выбрасывания молока в конденсатор.

Температура сгущения молока должна быть относительно низкой. Это является не только желательным, но и необходимым с точки зрения сохранения в молоке его натурального вкуса и цвета и предупреждения появления привкуса пригорелости и темноватой окраски. Низкая температура молока обеспечивает также большую разность температур между молоком и паром. Это усиливает теплопередачу и следовательно увеличивает быстроту выпаривания. Вакуум-аппарат должен работать при самой низкой температуре при условии соблюдения рациональной экономии воды. Эта температура колеблется в пределах примерно 54—63° С при соответствующем вакууме, равном приблизительно от 600 до 686 мм.

Атсуши Мияуоки обращает внимание мастеров, наблюдающих за работой вакуум-аппарата, на необходимость следить за поддержанием нормальной степени разрежения, так как температура кипения молока связана с состоянием вакуума и отклонение последнего от практической нормы ведет к нежелательным последствиям. В нормальных пределах температура молока в вакуум-аппарате находится в тесной зависимости от количества воды, поступающей в конденсатор. Другими словами, если температура молока поднимается выше требуемой, то увеличение поступления воды в конденсатор ее понизит. Однако этому увеличению притока воды, как это уже указывалось ранее, существует опять-таки свой предел. На температуру в вакуум-аппарате также влияет поступление пара в паровую рубашку и змеевики, а кроме того просачивание через соединения паропроводов и молочных трубопроводов воздуха и действие вакуум-насоса.

Внезапное повышение температуры может происходить благодаря неравномерности давления пара в котле; слабому поступлению воды в конденсатор, допускающей прорыв воздуха; просачиванию воздуха в соединениях вакуум-аппарата и молочных трубопроводах или случайным неравномерностям в действии насоса. Американской практикой установлено, что ко времени поступления в вакуум-аппарат последних порций молока сгущение последнего настолько закончено, что дальнейшим подогреванием в течение от 10 до 20 минут обычно уже достигается требуемая густота продукта. К концу процесса давление пара в паровой рубашке и змеевиках должно постепенно сокращаться. Когда молоко достигнет требуемой густоты, оно становится сравнительно тяжелым и вязким, менее сильно кипит и медленно циркулирует. При такой консистенции молока каждая его частичка начинает подвергаться действию поверхности нагрева в течение более продолжительного времени, почему в случае чрезмерного давления пара качество продукта может быть повреждено. При подогревании небольшой партии молока, когда некоторые из змеевиков выступают над уровнем молока, по мере того как змеевики обнажаются, впуск пара в такие змеевики должен немедленно прекращаться, в тех же целях избежания перегрева рекомендуется при приближении процесса к концу снижать температуру.

Когда кипящее в вакуум-аппарате молоко достигает требуемой степени концентрации, то подогревание данной варки следует закончить, так как продукт готов. Обычно считают, что сгущенное молоко (с сахаром), предназначенное для герметической укупорки в жестянки, должно иметь удельный вес около 1,3. Такая густота достигается обыкновенно, когда степень концентрации равняется примерно отношению 2,5:1, т. е. 2,5 весовых части нормального цельного молока сгущаются до 1 части сгущенного продукта, в котором содержится сахар, прибавленный из расчета 16 кг на каждые 100 кг нормального цельного молока.

Эта степень концентрации несколько выше той, которая принята в настоящее время практикой американских заводов сгущенного молока. При введении практических и совершенных методов стандартизации продукта (в смысле определенного и точного стандарта его состава) в американской молочной промышленности для сгущенного молока (с сахаром) был принят федеральный стандарт, предусматривающий максимальное содержание в нем 28% сухого вещества молока и 8% жира. В настоящее время американское сгущенное молоко (с сахаром) содержит приблизительно 44,5% сахара, и степень концентрации его приблизительно характеризуется отношением 2,33:1. Сгущенное молоко (с сахаром), содержащее 44,5% сахара и 28% сухого вещества молока, из коих 8% жира, имеет при 67° С удельный вес равным 1,2853.

### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОТОВНОСТИ ПРОДУКТА

Определение надлежащей степени концентрации является делом нелегким и требует, опытности. В этот момент мастер легко может или увеличить прибыль, или причинить убыток производству. Существуют различные указания, позволяющие мастеру судить о готовности продукта в вакуум-аппарате, а именно:

1

время, затраченное на сгущение молока;

2

время, протекшее со времени поступления всего количества молока для подогревания данной партии;

3

количество молока, остающегося в вакуум-аппарате, а самое главное

4

внешний вид и состояние самого кипящего молока.

Молоко, которое достаточно уже сконцентрировано, приобретает гляцевитую, блестящую поверхность, при кипении на его поверхности замечается движение от периферии к центру, где образуется пена. Опытный и наблюдательный глаз в несколько минут сможет определить достаточность концентрации молока. Однако это не означает, что должно выждать готовности продукта до последней минуты, ибо даже самый искусный и опытный мастер может быть легко введен в заблуждение внешним видом сгущенного молока (через

наблюдательное стекло). Степень концентрации может быть более точно определена объективным методом путем взятия образца молока и испытания его различными способами, как например:

1 взвешиванием определенного количества молока на весах достаточной чувствительности;

2 определением вязкости молока посредством специального прибора или же

3 путем применения специально сконструированных для этой цели ареометров, из которых наилучшим при средних существующих на заводах условиях, является ареометр Боме.

Механические способы и инструменты могут быть применены лишь в том случае, когда все условия, влияющие на удельный вес продукта, как-то: химический состав, температура и пр., находятся под контролем. Успешность их применения зависит от тщательной и точной стандартизации молока по жиру, нежировым веществам и сахару. Без стандартизации составных частей применение этих способов может дать ошибочные результаты. Эти способы должны быть также простыми и быстрыми, ибо при кипении и быстром течении процесса выпаривания молока существенно важным является своевременное определение надлежащей его густоты. Одна минута недодержки или передержки может сделать готовый продукт или слишком густым или недостаточно густым для рынка и даже может повлечь необходимость переработки всей данной партии молока.

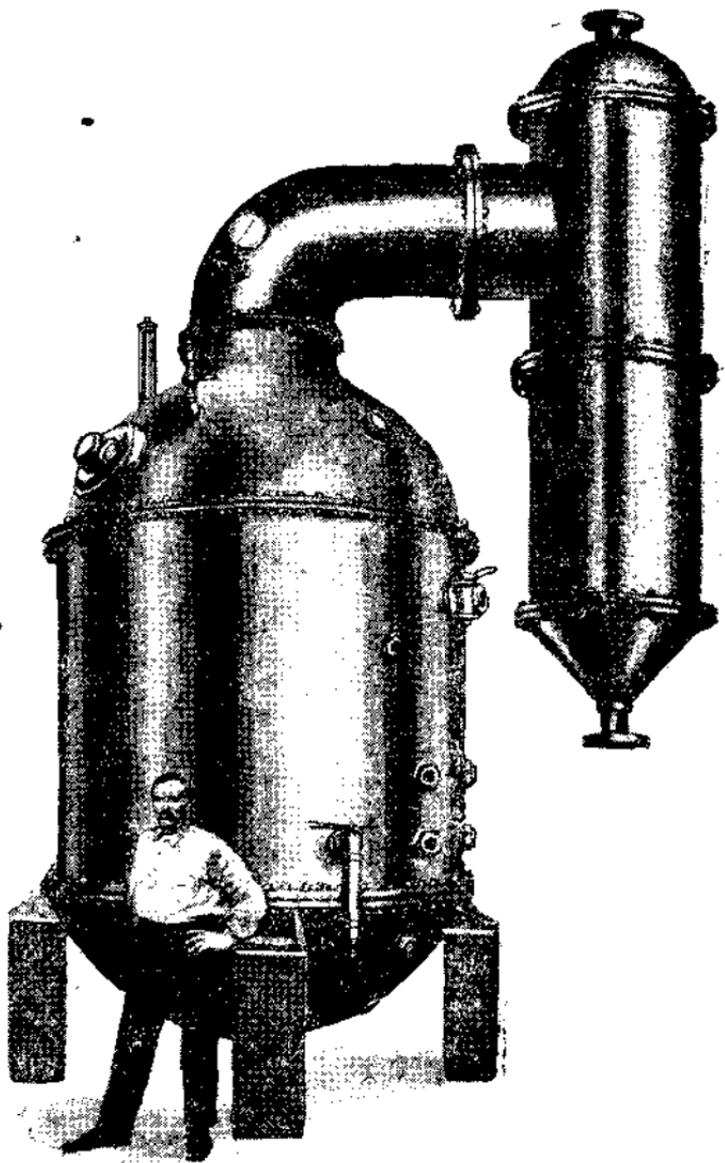
При отсутствии удовлетворительного инструмента для быстрого определения концентрации и в особенности при отсутствии тщательной стандартизации продукта опытный глаз и правильное суждение мастера являются весьма существенными.

Нижеследующие заводские методы были признаны наиболее рациональными и приемлемыми.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СГУЩЕНИЯ МОЛОКА ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ

При пользовании этими методами следует взять из вакуум-аппарата образец молока в специальную луженую мерку, погрузить последнюю в ведро с ледяной водой или в снег, размешивать сгущенное молоко, пока оно не охладится до  $21^{\circ}\text{C}$ , после чего нужно определить степень сгущения молока. Можно идти другим путем: закончить данную варку при постоянной температуре в  $48,7^{\circ}\text{C}$  (которая рекомендуется О. Ханзикером), взять в луженую мерку образец и произвести наблюдение над густотой молока при переливании его с чайной ложки в эту мерку. Прозрачность молока, наблюдаемая при проведении этой пробы против света, и его текучесть дают практические указания о его густоте и степени готовности.

Последний метод является наиболее простым. Для получения же наилучших результатов рекомендуется пользование ареометром Боме,



**Рис. 40.** Вакуум-аппарат Jos Kofferman & sons с наружным вертикальным конденсатором.

специально сконструированным для сгущенного молока (с сахаром), градуированным в пределах от 30 до 37° Боме, с подразделениями на десятые доли градуса. На тех заводах, которые стандартизацию сгущенного молока на содержание в нем сухого вещества производят после вакуум-аппарата, является обычным и желательным достигнуть концентрации молока, несколько выше требуемой. Из вакуум-аппарата сгущенное молоко переливается в бак, установленный на весах, куда прибавляется известное количество воды для понижения процента сухого вещества до требуемого стандарта.

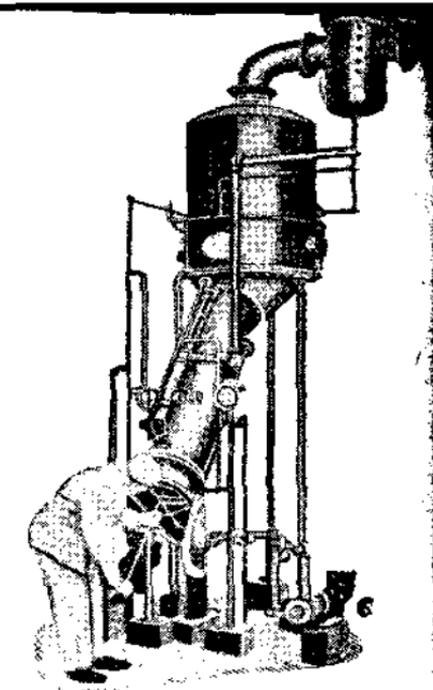
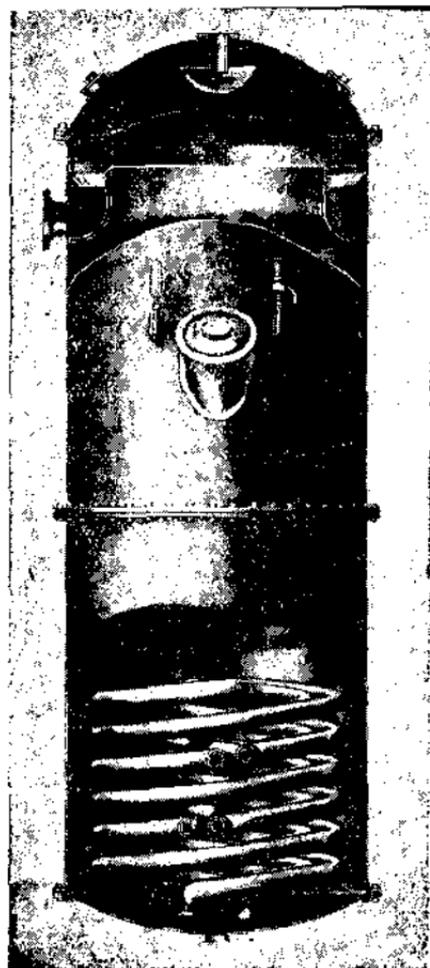


Рис. 42. Чистка аппарата Буфлова

Рис. 41. Одна из новейших конструкций вакуум-аппаратов в СССР

## УПОТРЕБЛЕНИЕ АРЕОМЕТРА БОМЕ

Начинающим и неопытным мастерам рекомендуется брать много образцов сгущенного молока из вакуум-аппарата во время его работы и начинать брать эти образцы раньше, чтобы избежать чрезмерного сгущения молока. Конечно нельзя заранее предписать, при каких показаниях ареометра Боме следует считать варку данной партии молока законченной, так как требуемая густота молока находится в зависимости от целого комплекса факторов. Показания ареометра Боме для данной концентрации сгущенного молока (с сахаром) колеблются в зависимости от таких факторов, как процент жира в сгущенном молоке, процент сахара, процент сухого вещества и наконец степень концентрации и температуры сгущенного молока, при которых отмечаются показания ареометра Боме. Однако для общего руководства можно считать, что сгущенное молоко (с сахаром) концентрации 2,5:1, приготовленное из свежего цельного молока средней жирности и содержащее сахар в пропорции 16 кг на 100 кг

свежего молока, дает показание по ареометру Боме около  $33,5^\circ$  при  $15,5^\circ$  С или около  $32^\circ$  при  $48,7^\circ$  С.

Эти цифры являются средними. Они были получены в американской практике в результате опытов над большим количеством разных образцов сгущенного цельного молока (с сахаром) и сгущенного

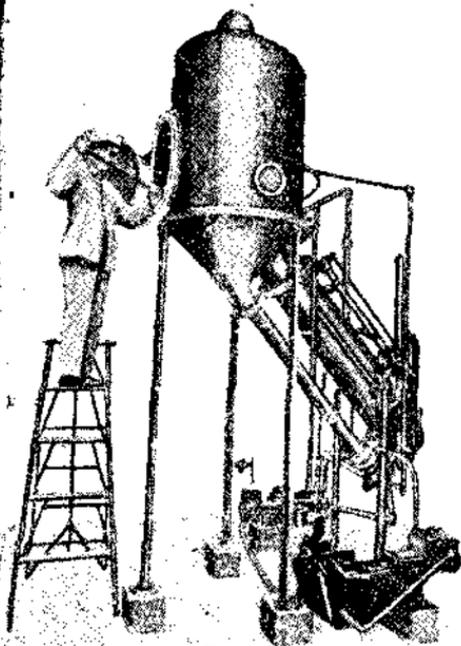
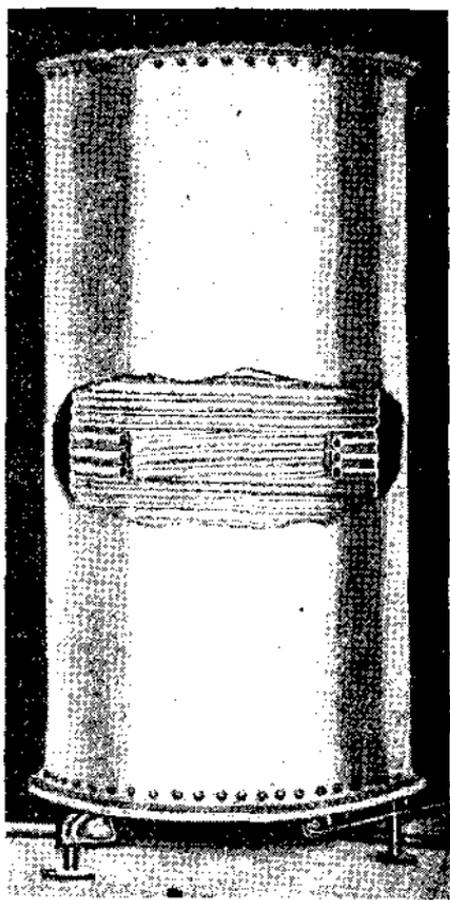


Рис. 43. Чистка аппарата Буфловека.

Рис. 44. Холодильник для сгущенного молока с сахаром.



снятого молока (с сахаром). Эти опыты были проделаны до введения в американской практике нынешней стандартизации минимального сухого вещества в молоке, допускаемого утвержденным федеральным стандартом, и когда прибавляемое количество сахара было ограничено 16 кг на каждые 100 кг молока, что дает приблизительно 40% содержания сахара в готовом продукте.

Правильная стандартизация состава свежего цельного молока и принятие определенного состава сгущенного молока значительно облегчили употребление ареометра Боме и создали большую точность при измерении им степени густоты готового продукта. Можонье и Трой посредством тщательно проведенных опытов установили градуирование Боме при различных температурах для сгущенного цельного молока (с сахаром) и для сгущенного снятого молока (с сахаром) как в отношении процентного содержания жира, процентного содер-

жания нежировых веществ, так и в отношении общего количества сухого вещества в молоке. Они показали например, что сгущенное цельное молоко (с сахаром), содержащее 8% жира, 20% нежировых веществ и вместе с сахаром—72,5% общего количества сухого вещества, имеет при 48,8°C—32,3° Боме, в то время как сгущенное снятое молоко (с сахаром), содержащее 0,5% жира, 27,5% нежирового вещества и 70% всего сухого вещества, имеет при температуре 48,8°C—35,7° Боме.

Те же исследователи нашли, что 0,1° Боме соответствует около 0,27% общего сухого вещества в сгущенном цельном молоке (с сахаром) и около 0,20% сухого вещества в сгущенном снятом молоке (с сахаром) при вышеупомянутом составе означенных продуктов.

В целях избежания ошибочных результатов при употреблении ареометра Боме градуирование его должно быть произведено при одной и той же стандартной температуре. Когда же это условие не соблюдено, то должна быть введена поправка, которая соответствующим образом изменит результаты показаний, приведя их к стандартной температуре.

**ПРИМЕР.** Предположим, что 48,8°C были приняты как стандартная температура при градуировании ареометра Боме. Подогревание сгущенного молока было закончено при 54,4°C, и показания ареометра Боме выразились в 32,0°. Тогда следует внести следующую поправку:

$$54,4 - 48,8 = 5,6; \quad 5,6 \times 0,025 = 0,14$$

Таким образом,  $32,0 + 0,25 = 32,25^\circ$  Боме  
( $32,0 + 0,14 = 32,14$ )  
при 48,8°C.

## ВЗЯТИЕ ОБРАЗЦА ОТ ДАННОЙ ВАРКИ

Образцы сгущенного молока во время работы вакуум-аппарата могут быть взяты путем последовательного открытия двух кранов, расположенных на известном расстоянии друг от друга на короткой трубке, прикрепленной к нижней части вакуум-аппарата. Во время сгущения молока существующее в вакуум-аппарате разрежение делает невозможным вытекание известного количества сгущенного молока путем простого открытия крана в нижней части вакуум-аппарата. Если бы это и было сделано, то, как можно себе представить, молоко не только не вытечет из вакуум-аппарата, но наружный воздух со значительной силой ворвется внутрь аппарата и вытеснит часть молока в конденсатор, не говоря уже о чревате опасными последствиями сотрясении всей машины. Ввиду этого, выходное отверстие из нижней части вакуум-аппарата снабжено патрубком с двумя кранами, которые во время процесса сгущения молока закрыты. При взятии образца от данной варки открывается сначала верхний кран, что позволяет известной части сгущенного молока войти в трубку между двумя кранами. После этого закрывается верхний кран и открывается нижний. Тогда сгущенное молоко вытекает свободно. Первый образец не следует подвергать пробе, так как он может захватить воду, имеющуюся в трубке. Образец сгущенного молока берется непосредственно в какой-либо сосуд, предназначенный для определения

нем густоты молока. В случае же пользования ареометром Боме молоко берется непосредственно из упомянутого крана в специальный цилиндр.

Для большего удобства и ускорения взятия образца вакуум-аппарат снабжается иногда прикрепленной к нему специальной меркой такой длины и диаметра, что при наполнении ее молоком ареометр Боме в ней плавает, и таким образом получается возможность определить густоту молока. В этом случае употребление отдельного специального цилиндра является излишним.

За последнее десятилетие в Североамериканских соединенных штатах было затрачено много усилий на изобретение такого прибора, который позволял бы определять густоту молока в вакуум-аппарате автоматически и непрерывно во время работы вакуум-аппарата без необходимости взятия образцов сгущенного молока. В результате упомянутых усилий были изобретены и изготовлены в Североамериканских соединенных штатах два автоматических прибора: «U-See Tester» и «Salich Automatic Density Regulator».

### **ВЫПУСК СГУЩЕННОГО МОЛОКА ИЗ ВАКУУМ-АППАРАТА И ЕГО СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

Как только выпаривание молока в вакуум-аппарате закончено, доступ пара в паровую рубашку и змеевики прекращается, водяной кран закрывается, вакуум-насос останавливается, и вакуум уничтожается путем открытия воздушного крана. Затем снимают крышку с люка и для удаления горячего воздуха из молока снова заставляют работать вакуум-насос. Готовое молоко выпускается из вакуум-аппарата во фляги или в промежуточные баки. Выпуск должен быть произведен возможно скорее, чтобы воспрепятствовать перегреванию продукта в вакуум-аппарате. На некоторых заводах к спускному отверстию прикрепляются металлическое сито или цедилка из холста, и таким образом сгущенное молоко прежде чем попасть во фляги или промежуточные баки профильтровывается. Следует однако, заметить, что применение подобной фильтрации не вызывается необходимостью и является даже нежелательным, так как этим задерживается выпуск молока из вакуум-аппарата.

### **СТАНДАРТИЗАЦИЯ СГУЩЕННОГО МОЛОКА ДО ТРЕБУЕМОГО ПРОЦЕНТА СУХОГО ВЕЩЕСТВА**

Если имеют в виду произвести стандартизацию молока до известного процентного содержания сухого вещества в готовом продукте, то процесс сгущения продолжают несколько дольше, чем это требуется для достаточной степени концентрации. Затем сгущенное молоко выпускается из вакуум-аппарата в установленную на весах ванну, в которой оно взвешивается и подвергается пробе на содержание сухого вещества. Стандартизация достигается путем прибавления к данной партии сгущенного молока количества воды, необходимого для понижения в нем процентного содержания сухого вещества до предела, требуемого стандартом готового продукта.

**ПРИМЕР.** Данная партия сгущенного молока (с сахаром), находящаяся в баке на весах, весит 1 490 кг и содержит 73,4% сухого

вещества. Пользуясь примером, уже приведенным нами в главе II, готовый продукт должен содержать не менее 72% сухого вещества, чтобы получить сгущенное молоко, удовлетворяющее требованиям стандарта. Сколько воды должно быть прибавлено к данной партии сгущенного молока, чтобы понизить процентное содержание в нем сухого вещества с 73,4 до 72%?

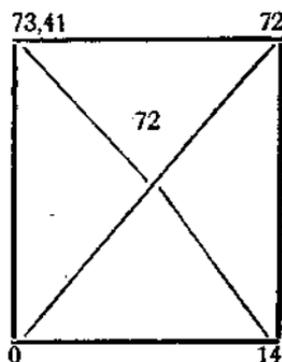
ОТВЕТ. Для этого требуется следующее количество воды:

$$\frac{73,4 \times 1490}{72} - 1490 = 29 \text{ кг.}$$

Проверим полученный результат. Данная партия сгущенного молока весит 1490 кг и, содержа на каждые 100 кг 73,4 кг сухого вещества, включает последнего  $73,4 \times 14,90 = 1093,7$  кг. К упомянутому количеству 1490 кг сгущенного молока прибавляем 29 кг воды, получаем 1519 кг готового продукта, который содержит, как упоминалась выше, 1093,7 кг сухого вещества молока. Следовательно процент сухого вещества в готовом продукте выразится:

$$\frac{1093 \times 100}{1519} = 72\%.$$

То же самое можно определить по квадрату Пирсона. Написав в верхнем углу квадрата содержание сухого вещества в имеющемся сгущенном молоке—73,41, в нижнем углу содержание сухого вещества в воде, т. е. 0, а в центре требуемое, т. е. 72,0; вычтя из 73,4 требуемое 72,0, получим 14 частей воды; вычтя из 72,0 частей 0, получим 72,0 частей сгущенного молока. Следовательно на 72,0 частей молока потребуется 14 частей воды, а на 1490 кг потребуется 29 кг воды.



### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ВАКУУМ-АППАРАТА

Кроме основных факторов, характеризующих вакуум-аппарат и конденсатор, как например метраж и устройство поверхности нагрева, поступление пара и его контроль, надлежащее удаление конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков, снабжение водой конденсатора и т. д.,—самое серьезное внимание должно быть уделено надлежащему уходу за вакуум-аппаратом как во время, так и вне его работы. От правильного ухода за вакуум-аппаратом зависят эффективность его действия, предупреждение нежелательных явлений в его работе, вызывающих убытки в производстве, а также качество готового продукта.

## ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ КОРКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ НАГРЕВА

Работа вакуум-аппарата может быть эффективной лишь постольку, поскольку его поверхность нагрева является свободной от корки, образованной приварившимся к ней молоком. Даже в лучших случаях наблюдается тенденция к образованию тонкой молочной корки на поверхности паровой рубашки и змеевиков. Слой ее увеличивается, если вакуум-аппарат пускается в дело для второй партии молока без предварительной основательной чистки и промывки аппарата. Сгущение подряд более чем двух партий молока в одном и том же вакуум-аппарате без промежуточной чистки и промывки является плохой экономией. Время, затраченное на эти мероприятия, с лихвой себя оправдывает, так как корка является частичной изоляцией, достаточной, чтобы затруднить теплопередачу и увеличить время, необходимое для завершения рабочего процесса.

Тенденция к образованию корки имеет стремление значительно увеличиваться, обычно весной и в начале лета, когда молоко может содержать некоторое количество молозива.

Способ работы самого вакуум-аппарата также может быть причиной чрезмерного образования жесткой молочной корки. Мастер может впустить пар, прежде чем молоко полностью покроет соответствующую поверхность нагрева. В начале работы молоко вспенивается и в таком состоянии легко приваривается к поверхности нагрева. При случайных перерывах в работе, когда кипение молока прекращается, пар должен немедленно удаляться. Затем мастер может проглядеть и допустить чрезмерное давление пара на поверхность нагрева. Все эти факторы благоприятствуют сильному коркообразованию, в результате чего эффективность работы вакуум-аппарата понижается.

Вводя молоко слишком быстро при начале работы вакуум-аппарата, мастер рискует понести большие потери в молоке благодаря выбрасыванию последнего в конденсатор. Это явление обычно имеет место, в особенности у малоопытного мастера, который недостаточно знаком с работой вакуум-аппарата, в те моменты, когда требуется весьма внимательное наблюдение за состоянием молока. Также возможны значительные потери молока через конденсатор и в том случае, если оно будет введено в аппарат до более высокого, чем это допустимо, уровня.

## ВЛИЯНИЕ ПРОСАЧИВАНИЯ ВОЗДУХА НА РАВНОМЕРНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ВАКУУМ-АППАРАТА

Одной из весьма обычных причин, препятствующих нормальной работе вакуум-аппарата, является просачивание в него воздуха. Наличие этого недостатка делает невозможным поддержание в вакуум-аппарате удовлетворительного разрежения. Понижение вакуума сейчас же отражается на повышении точки кипения молока и может легко случиться, что при этом повышении кипение молока совершенно приостановится. Просачивание воздуха может иметь место в соединениях трубопроводов, в присоединениях последних к вакуум-аппарату, к конденсатору и т. д.; в кранах; при неплотно прилегающей крышке лаза; при разбитом наблюдательном стекле; через молоко-

провод и через трубопровод, доставляющий охлаждающую воду конденсатор. Однако внезапное падение вакуума и повышение температуры происходит обычно вследствие большого просачивания воздуха, как например через конденсаторную впрыскивающую трубку или тарелку, в случае опорожнения снабжающего резервуара; через молочный трубопровод в случае, если молоко в горячем котле допускают до слишком низкого уровня или вследствие вращательного движения молока, образующего воронку возле трубопровода. Это явление может произойти и от случайной остановки вакуум-насоса.

Во всех случаях мгновенного повышения температуры в вакуум-аппарате (что приостанавливает кипение молока) доступ пара в паровую рубашку и змеевики, так же как и выпуск молока, должны быть немедленно прекращены. Когда причина просачивания воздуха устранена, насос с помощью впрыскивающего конденсатора постепенно восстановит вакуум. Однако осевшее в нижнюю часть вакуум-аппарата и переставшее кипеть молоко не сразу получает свое нормальное движение. Начало восстановления циркуляции характеризуется тенденцией всей массы молока подниматься и даже выбрасываться в конденсатор. Это легко может быть предупреждено выпуском небольшого количества воздуха через воздушный кран. При упомянутых обстоятельствах требуется находчивость со стороны мастера. При надлежащем управлении в такие моменты вакуум-аппаратом вакуум быстро поднимается, вышеупомянутая тенденция молока устраняется, молоко приобретает нормальное кипение, и температура приходит к нормальному уровню.

### **ВЛИЯНИЕ САНИТАРНОГО УХОДА ЗА ВАКУУМ-АППАРАТОМ НА КАЧЕСТВО МОЛОКА**

Поскольку влияние вакуум-аппарата на качество продукта бесспорно, кроме пригорания молока главным фактором в этом отношении является чистота и вообще санитарное состояние вакуум-аппарата. Основательная чистка вакуум-аппарата является нелегкой задачей не только вследствие трудности удаления остатков молока, прилипших к поверхности нагрева, но также вследствие того, что некоторые части вакуум-аппарата более или менее трудно доступны для полной очистки. Существующие в настоящее время на заграничном рынке порошки для мытья значительно облегчают удаление пригара. Верхняя часть вакуум-аппарата и соединительный трубопровод с конденсатором (у некоторых вакуум-аппаратов) в некоторых местах являются недосягаемыми для рук рабочего, и поэтому не всегда могут быть в должной чистоте. Сахар, кислоты и минеральные соли, которые попадают в эти части с брызгами молока, действуют на медь; последняя окисляется и образует соли. Эти металлические окислы и соли, если они не удалены, смываются на другой день в молоко и сообщают последнему неприятный и сильный медный привкус. Кроме того эти медные соединения, как известно, имеют ядовитые свойства, благодаря чему создается опасность порчи продукта. После того как вакуум-аппарат освобожден от всех остатков молока достаточной очисткой, он должен быть промыт обильным количеством воды, предпочтительно горячей, и затем пропарен. Эту операцию следует повторять перед пуском вакуум-аппарата каждое утро.

# 8 ОХЛАЖДЕНИЕ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

## О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ САХАРА В СГУЩЕННОМ МОЛОКЕ.

Процесс охлаждения горячего сгущенного молока после вакуум-аппарата является одной из самых важных стадий производства сгущенного молока (с сахаром). Этот процесс является необходимым не только в целях избежания перегревания и увеличения густоты продукта, но от него, а также и способа охлаждения, в значительной степени зависит получение продукта с ровной, гляцевитой поверхностью.

Необходимо помнить, что сгущенное молоко с сахаром всегда содержит кристаллы последнего, в чем легко можно убедиться, подвергнув его исследованию под микроскопом. Обнаруженные этим способом сахарные кристаллы могут встречаться разнообразных размеров. Если в молоке присутствуют большие кристаллы, они легко обнаруживаются при органолептической экспертизе благодаря «хрусту [на зубах]», и о таком сгущенном молоке потребитель говорит, что в нем имеются кристаллы сахара.

С другой стороны, когда сгущенное молоко содержит весьма мелкие кристаллы сахара, не ощущающиеся при органолептической экспертизе, то потребитель считает, что в таком сгущенном молоке кристаллов сахара не имеется.

Согласно указаниям О. Ханзикера сгущенное молоко будет обладать консистенцией с ровной, гляцевитой поверхностью, и при органолептической экспертизе в нем не будут обнаруживаться кристаллы сахара, если размеры последних не превышают 10 микронов (0,01 миллиметра). Если даже большинство кристаллов сахара будет иметь размер от 10 до 12 микронов, то консистенция продукта все еще будет хорошей, но в нем уже можно заметить некоторую тенденцию к появлению пастообразной структуры.

При величине кристаллов от 12 до 15 микронов консистенция сгущенного молока благодаря присутствию кристаллов становится «мучнистой». При кристаллах размером от 15 до 30 микронов в молоке начинает обнаруживаться небольшая «песчанистость», которая при размерах кристаллов свыше 30 микронов ощущается уже настолько определенно, что такое молоко имеет порок — «хруст на зубах».

Таким образом, чтобы получить молоко с ровной, гляцевитой поверхностью, необходимо, чтобы присутствующие в нем кристаллы не превосходили размера приблизительно 10 микронов.

Вообще сахар в водной части молока растворяется слабо. Кроме того некоторое время раствор сахара в водной части молока может ставаться в состоянии перенасыщения.

Большие кристаллы сахара образуются в неподвижном растворе, когда налицо имеются условия, благоприятствующие медленной кри-

сталлизации. Поэтому для получения в сгущенном молоке весьма мелких кристаллов оно должно размешиваться, и температура его должна находиться под строгим наблюдением, чтобы обеспечить быстрое образование весьма малых кристаллов сахара после того, как началось выкристаллизовывание (выпадение) сахара из готового продукта.

В вакуум-аппарате при температуре от 54 до 60° С сгущенное молоко (с сахаром) среднего состава практически представляет собой

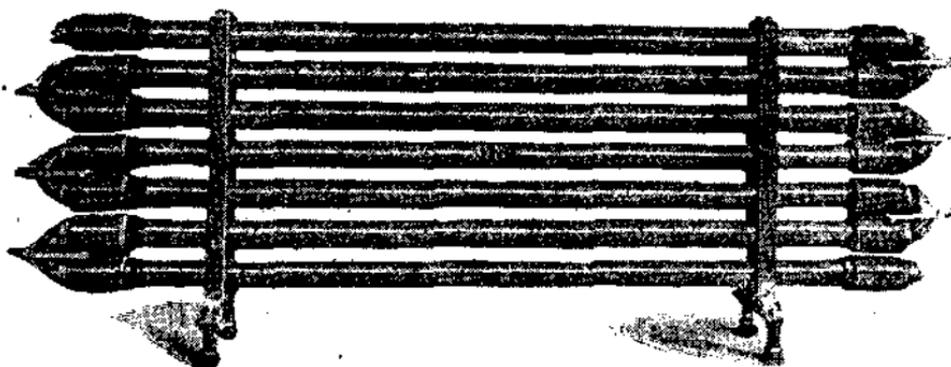


Рис. 45. Внутренний трубчатый (противоточный) холодильник Lensen Creamery Mesh. Co.

насыщенный раствор сахара в водной части молока. При обыкновенной комнатной температуре этот раствор сахара является значительно перенасыщенным. Сахар находится в молоке в большем количестве, чем содержащаяся в сгущенном молоке и способная его растворить вода.

При охлаждении молока, по мере того как температура его падает, наблюдается неизбежная тенденция к выкристаллизовыванию некоторого количества сахара. Это явление по необходимости должно продолжаться до тех пор, пока не выпадет весь сахар, являющийся излишним в насыщенном растворе при температуре, до которой было охлаждено молоко. Кристаллизация не происходит однообразно и находится в зависимости от степени охлаждения молока. На первых стадиях охлаждения кристаллы образуются медленно; ход кристаллизации усиливается по мере падения температуры, и максимум образования кристаллов наблюдается приблизительно при температуре 30° С; при дальнейшем понижении температуры кристаллизация сахара уменьшается еще некоторое время после того, как уже будет достигнута окончательная температура охлаждения. Температура, при которой процесс кристаллизации является наивысшим, колеблется в зависимости от концентрации, процентного содержания сухого вещества в молоке и вязкости продукта.

Задача изготовления сгущенного молока с ровной, гляцевитой поверхностью заключается таким образом не в том, чтобы избежать вообще кристаллизации сахара. Та часть последнего, которая является излишней в насыщенном растворе при данной температуре, должна все равно выкристаллизоваться, и эта кристаллизация будет

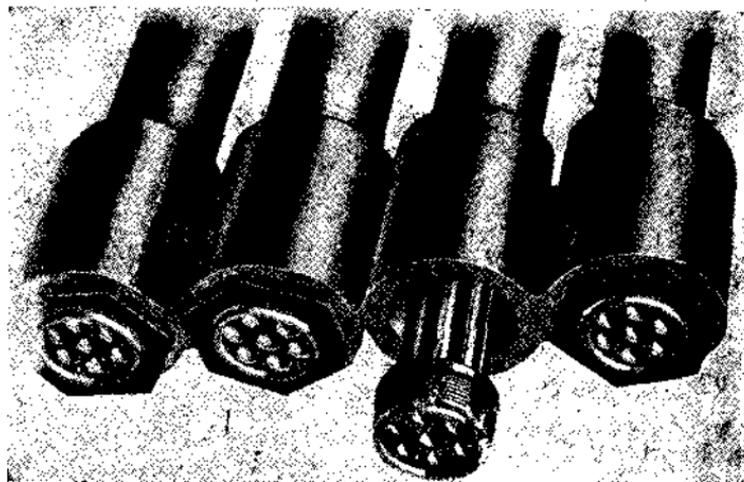


Рис. 46. Деталь внутреннего трубчатого (противоточного) холодильника Lensen Creamery Mach. Co.

продолжаться до тех пор, пока в водной части молока не останется растворенный сахар, насыщающий ее при данной температуре.

В общих чертах благоприятное разрешение задачи производства сгущенного молока с ровной, глянцевитой поверхностью и свободного от песчанности заключается в проведении процесса охлаждения таким образом, чтобы обеспечить образование весьма малых кристаллов сахара и предупредить появление больших сахарных кристаллов или их групп. В целях предупреждения последнего явления необходимо вести кристаллизацию при таких условиях, при которых образовавшееся огромное количество весьма малых кристаллов практически равнялось бы количеству сахара, представляющему излишек в насыщенном растворе при низкой его температуре.

В хорошо выработанном продукте все кристаллы сахара должны быть одинакового размера, но часто микроскопическое исследование сгущенного молока обнаруживает в нем разнообразие их размеров, и такое сгущенное молоко склонно приобрести песчанность. Образование в сгущенном молоке весьма малых кристаллов сахара не является единственным важным фактором, так как кроме этого они должны присутствовать в очень большом количестве. Лучше если обильная кристаллизация сахара начнется спустя час после размешивания сгущенного молока; хуже если получится образование небольшого количества кристаллов после получасового размешивания и затем приостановка кристаллизации в течение продолжительного промежутка времени.

В первом случае к концу процесса размешивания кристаллы получаются весьма малого и однообразного размера, а во втором случае образовавшиеся ранее кристаллы вырастут до большого размера и сообщат сгущенному молоку хруст на зубах. Размешивание сгущенного молока должно прекращаться, как только микроскопическое его исследование покажет присутствие в нем значительного количества весьма малых кристаллов сахара.

## ПЕРИОД УСИЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ САХАРА В СГУЩЕННОМ МОЛОКЕ ВО ВРЕМЯ ПРОЦЕССА ЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Произведенные опыты показали, что наилучшие результаты кристаллизации сахара получаются при проведении ее при известных условиях процесса охлаждения, при которых усиливается образование весьма малых кристаллов. Такие условия усиленной кристаллизации сахара создаются при температурах примерно между  $30^{\circ}$  —  $24^{\circ}\text{C}$ . Верхний предел может быть несколько выше при молоке с высокой концентрацией сахара и содержании в нем большого процента сухого вещества, потому что в таком молоке процент молочного сахара часто высокий, а процент воды низкий.

Эти сочетания повышают концентрацию сахара в молоке и делают температуры насыщения и перенасыщения относительно высокими.

Продолжительность периода усиленной кристаллизации должна быть от 15 до 25 минут. Охлаждение от температуры в вакуум-аппарате до температуры при усиленной кристаллизации предпочтительно быстрое, а охлаждение от последней температуры до окончательной температуры должно быть выполнено настолько быстро, насколько это позволяют обстоятельства. Желательно охлаждать молоко примерно до температуры  $17^{\circ}\text{C}$ . Образование кристаллов в период усиленной кристаллизации (при температуре около  $30^{\circ}$ — $24^{\circ}\text{C}$ ) весьма интенсифицируется прибавлением небольшого количества сгущенного молока (с сахаром) варки предыдущего дня или небольшого количества весьма мелкого молочного порошка (с сахаром). Эта способствующая кристаллизации «затравка» должна быть прибавлена к молоку при некоторой определенной температуре, которая несколько колеблется в зависимости от концентрации сахара в водной части сгущенного молока. Такой температурой обычно является  $30^{\circ}\text{C}$ . «Затравка», будучи прибавлена в начале периода усиленной кристаллизации, оказывает огромное влияние на дальнейший ход кристаллизации и в значительной степени способствует образованию весьма малых кристаллов.

Таким образом в период усиленной кристаллизации создается сочетание факторов, наиболее благоприятное для быстрого образования кристаллов. При упомянутой температуре сахар в молоке находится в состоянии перенасыщения, а относительно низкая вязкость молока позволяет достаточно быстрое распространение его в продукте. Эти обстоятельства совместно с сильным размешиванием молока и затравкой создают центры для образования весьма малых кристаллов в таком большом количестве, что, прежде чем эти кристаллы смогут достигнуть нежелательного большого размера, состояние перенасыщения успеет смениться состоянием насыщения. При точке насыщения излишнего сахара в сгущенном молоке не существует. В этом состоянии доминирует устойчивость кристаллов, которые неизменно остаются весьма малыми. При употреблении затравки период усиленной кристаллизации может быть сокращен до 15 минут.

## СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

Механическое оборудование и способы, применяемые при охлаждении сгущенного молока, значительно разнятся между собой на разных заводах. Главные способы охлаждения следующие.

1. Охлаждение в сорокапятилитровых флягах, снабженных мешалками, причем эти фляги вращаются в резервуаре, наполненном холодной водой.

2. Охлаждение посредством пропускания молока через змеевики, погруженные в холодную воду.

3. Охлаждение посредством пропускания молока через трубчатый холодильник.

4. Охлаждение в ваннах, снабженных вращающимся змеевиком, по которому циркулирует холодная вода.

### ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА ВО ФЛЯГАХ

Этот способ является самым старым, в механическом отношении наиболее примитивным и требующим большой затраты энергии. Однако с точки зрения его влияния на кристаллизацию сахара и качество готового продукта (с ровной, глянцевитой поверхностью) он дает хорошие результаты, и поэтому до настоящего времени употребляется на большинстве американских заводов. Оборудование состоит из тяжелой железной ванны емкостью от 12 до 48 сорокапятилитровых фляг. На дне этой ванны расположена система зубчатых горизонтальных дисков, оси которых укреплены неподвижно в дне. Диаметры дисков, на каждом из которых устанавливается по одной фляге, соответствуют диаметру фляг. Вся система дисков приводится в движение посредством червячной передачи, связанной с трансмиссией.

Фляги наполняются горячим сгущенным молоком, поступившим из вакуум-аппарата, и затем устанавливаются каждая на отдельном диске. Для перемешивания молока и соскребания его с внутренних стенок фляг в последние вставляются специальные мешалки, крепящие-

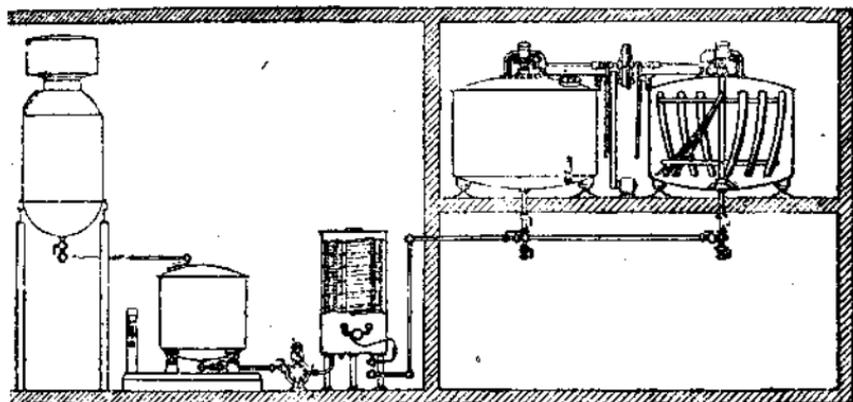


Рис. 47. Баки для охлаждения сгущенного молока с мешалками, входящими в оборудование Meijer для завода сгущенного молока с сахаром.

ся к поперечному железному брусу, лежащему на ванне. Во время работы фляги вращаются, и молоко приводится в движение посредством вышеупомянутых мешалок. Некоторые мастера предпочитают употреблять мешалки с двумя противоположными лопастями, производящими одновременно соскребывание сгущенного молока с двух противоположных сторон фляги. Для удовлетворительной работы мешалок, от которых требуется, чтобы движение молока было равномерным и чтобы внутренние стенки фляг очищались надлежащим образом, оси зубчатых дисков должны быть правильно установлены и прочно закреплены в дне ванны; лопасти должны иметь прямолинейные рабочие ребра и быть установленными в таком положении, чтобы молоко соскребывалось с внутренней стенки фляги от верхнего ее края до нижнего; в свою очередь фляги должны иметь правильно образованные цилиндрические стенки, свободные от червоточей.

Ванны снабжены трубопроводом, доставляющим в них холодную воду; в целях регулирования температуры воды они снабжаются еще и паропроводом для введения в нее необходимого количества пара. Если в сгущенное молоко не прибавляется затравки, то лучше всего начинать его охлаждение при умеренной температуре охлаждающей воды примерно в  $18-20^{\circ}\text{C}$  и затем постепенно прибавлять холодную воду. Когда температура молока понижена, примерно до  $30^{\circ}\text{C}$ , то дальнейший тепловой режим должен регулироваться таким образом, чтобы последующее охлаждение молока до  $24^{\circ}\text{C}$  было достигнуто в течение 20—25 минут, после чего доведение молока до окончательной температуры в  $17^{\circ}\text{C}$  можно продолжать с такой быстротой, какая будет доступна при существующей температуре воды.

Если в течение периода усиленной кристаллизации к молоку прибавляют вроде затравки сахарную пудру, то холодной водой можно пользоваться и в начале процесса охлаждения. Затравка прибавляется к молоку в первые моменты периода усиленной кристаллизации, начинающейся примерно с температуры в  $30^{\circ}\text{C}$ . В каждую флягу прибавляется по одной чайной ложке молочного порошка (с сахаром) или небольшое количество сгущенного молока (с сахаром) от варки предыдущего дня; при этом следует принимать предосторожности против заражения сгущенного молока.

Когда охлаждение продукта вполне закончено и он удален из фляг, то мешалки вынимают, очищают и тщательно промывают, а сами фляги передаются на моечную машину.

#### ОХЛАЖДЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРОПУСКАНИЯ ЧЕРЕЗ ЗМЕЕВИК, ПОГРУЖЕННЫЙ В ХОЛОДНУЮ ВОДУ

Этот метод охлаждения практикуется на американских заводах уже в течение многих лет. Он имеет перед способом вращающихся фляг то преимущество, что значительно сокращает необходимое для охлаждения время и рабочую силу и предохраняет сгущенный продукт от заражения микробами из воздуха.

При использовании этого метода молоко обычно поступает из вакуум-аппарата в особые резервуары; из последних оно перекачи-

вается посредством насоса высокого давления через системы погруженных в воду змеевиков. Однако если этот способ оказался весьма удовлетворительным с точки зрения быстроты охлаждения и однообразия результатов, то структура готового продукта получается при нем не совсем надлежащего качества.

Для идеального действия описанного способа, обеспечивающего получение готового продукта с ровной, глянцевитой поверхностью, потребовалось бы применение принципа последовательного, в три ступени, его охлаждения, как это объяснялось выше. Для этой цели необходимо располагать холодильником-змеевиком, для охлаждения от температуры вакуум-аппарата до температуры усиленной кристаллизации (около  $30^{\circ}\text{C}$ ). Затем молоко передается в приборы для усиленной кристаллизации, снабженные мешалкой; в этих приборах в молоко прибавляется затравка, и оно размешивается от 15 до 25 минут, в течение которых температура понижается от  $30$  до  $24^{\circ}\text{C}$ . Далее жидкость перекачивается через второй холодильник, в котором ее температура понижается примерно до  $17^{\circ}\text{C}$ .

Однако для достижения при этой схеме наилучших результатов необходимым условием является основательная чистка змеевиков первого холодильника, чтобы избежать попадания затравки в горячее сгущенное молоко, имеющее температуру вакуум-аппарата, при которой в нем наблюдается тенденция к образованию центров больших кристаллов, прежде чем будет достигнута надлежащая для проведения усиленной кристаллизации температура. К сожалению чистка змеевиков, даже первых их звеньев, не очень удобна.

Употребление в дело бронзовых или медных луженых трубопроводов-змеевиков представляет определенные преимущества с точки зрения уменьшения нежелательного влияния попадания затравки в горячее сгущенное молоко в тех случаях, когда применяются погруженные в воду змеевики, наполненные старым сгущенным молоком. Медные или бронзовые трубопроводы охлаждают молоко настолько быстро, что возможность автоматического попадания в него затравки значительно уменьшается, и благодаря этому уменьшается опасность образования песчанности в готовом продукте. При подводе холодной воды сперва к змеевикам, в которые поступает горячее сгущенное молоко (а не путем противотока), ускоряется охлаждение поступающего сгущенного молока.

На большинстве американских заводов, которые охлаждают сгущенное молоко посредством пропускания его через погруженные в холодную воду змеевики, охлаждение представляет собой одну операцию, при которой сгущенное молоко охлаждается примерно только до  $24^{\circ}\text{C}$ . При таком способе получают удовлетворительные результаты с точки зрения выпуска готового продукта с ровной и глянцевитой поверхностью при отсутствии осадков сахара.

#### ОХЛАЖДЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ТРУБЧАТОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

За последние годы некоторые американские заводы применяют для охлаждения сгущенного молока трубчатые холодильники. Принцип охлаждения посредством их тот же, что и у холодильника-змеевика. Трубчатый холодильник имеет преимущество большей

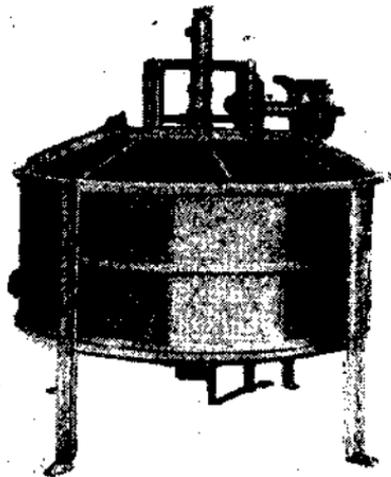


Рис. 48. Холодильник с вертикально установлен. вращающимся змеевиком.

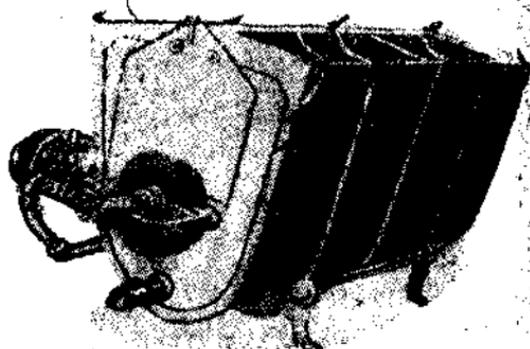


Рис. 49. Холодильник с горизонтально установлен. вращающ. змеевиком.

доступности к отдельным трубам. Охлаждающая вода может вводиться в каждую секцию труб или в каждую трубу, что значительно ускоряет охлаждение молока.

В самое последнее время некоторые заводы ввели у себя трубчатые холодильники, в которых эти трубы сделаны из луженой меди. Так как этот тип холодильника подвергается сильному давлению, то медные трубы и их соединения должны быть основательной прочности. Стенки медных труб должны иметь толщину около 8 мм.

Охлаждение сгущенного молока в трубчатом холодильнике производится в один прием, который следовательно должен обеспечивать получение готового продукта надлежащего качества и вида. Однако и при этом методе введение усиленной кристаллизации должно несомненно улучшить структуру сгущенного молока.

Внутренние трубы упомянутого типа холодильника не освобождаются от сгущенного молока после дневной работы, что при начале работы на следующий день вызывает необходимость применения насоса весьма высокого давления, так как оставшееся в трубах сгущенное молоко холодное и очень вязкое. Трудность в этом отношении может быть значительно уменьшена путем пропуска перед началом работы небольшого количества теплой воды по окружающей внутренние трубы внешней трубе. Теплая вода ослабляет неподвижность старого, холодного сгущенного молока во внутренних трубах и благодаря этому облегчает продвижение молока по трубам. Внутренние трубы должны освобождаться от молока и прочищаться по крайней мере один раз в неделю.

#### ОХЛАЖДЕНИЕ В ВАННАХ С ВРАЩАЮЩИМСЯ ЗМЕЕВИКОМ

Наконец для охлаждения сгущенного молока могут применяться ванны с вращающимся в них змеевиком, причем последний бывает установлен или вертикально или горизонтально. Ванна с вертикаль-

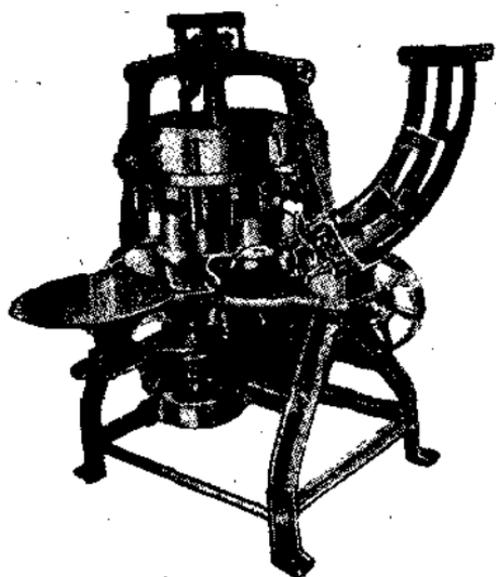


Рис. 50. Современная наполнительная машина Sprague Sells.

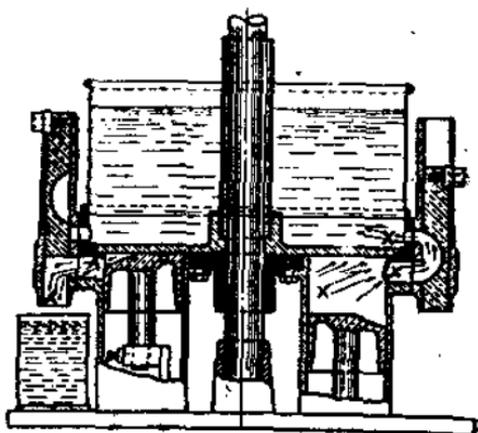


Рис. 51. Разрез наполнительной машины Sprague Sells.

ным змеевиком имеет то преимущество, что при вращении последнего увлекается в молоко минимальное количество воздуха. Утверждают даже, что при таком устройстве змеевика воздух, наоборот, удаляется из молока.

Однако, как показали опыты, без проведения усиленной кристаллизации ванны с вращающимися змеевиками, в смысле предупреждения появления в готовом продукте песчанности и осадка сахара, не надежны. Не исключена возможность, что этот тип холодильника с успехом мог бы найти применение на практике при условии принципа охлаждения в три приема, о котором говорилось выше. В этом случае первая ступень охлаждения сгущенного молока (до  $30^{\circ}\text{C}$ ) должна быть проделана быстро. Затем в молоко прибавляется затравка в виде вполне готового и полученного в предыдущий день сгущенного продукта, который при температуре в  $30^{\circ}\text{C}$  или несколько ниже размешивается непрерывно в течение 15—25 минут. После периода усиленной кристаллизации молоко охлаждается примерно до температуры в  $17^{\circ}\text{C}$  настолько быстро, насколько позволяют существующие условия. Представляется сомнительным, чтобы размешивание сгущенного молока в ванне с вращающимся змеевиком было бы достаточно энергичным и чтобы охлаждение к периоду усиленной кристаллизации оказалось достаточно быстрым для обеспечения требуемых результатов. Размешивание может быть существенно улучшено прикреплением к змеевикам продольных планок. Возможно, что ванна с вращающимся змеевиком может быть выгодно использована, когда она употребляется в дело только как часть холодильного оборудования вместо того, чтобы заменять собой всю систему охлаждения сгущенного молока.

Таким образом для охлаждения сгущенного молока с температуры вакуум-аппарата до температуры периода усиленной кристаллизации могут быть с наилучшей выгодой использованы трубчатый холодильник или холодильник-змеевик, а выдерживание сгущенного молока при температуре периода усиленной кристаллизации и охлаждение до окончательной желаемой температуры (около 17° С) могут быть выполнены в ванне с вращающимся змеевиком. Подобное сочетание трубчатого холодильника или холодильника-змеевика и ванны с вращающимся змеевиком сократило бы время, требующееся для охлаждения сгущенного молока, а также могло бы существенно улучшить результаты, какие достигаются при пользовании одной ванной с вращающимся змеевиком.

## ВИДЫ УПАКОВКИ СГУЩЕННОГО МОЛОКА

После всех вышеперечисленных операций получается готовый продукт—сгущенное молоко с сахаром, которое в соответствующей упаковке уже может поступать на рынок для сбыта потребителю. В зависимости от рыночного спроса сгущенное молоко (с сахаром) обращается на рынке или в крупной упаковке или в мелкой. Существуют две главных группы потребителей: предприятия пищевкусовой промышленности и непосредственно население, потребляющее сгущенное молоко с сахаром в домашнем хозяйстве. Для первой группы потребителей молоко упаковывается и продается в бочках, для второй группы—в герметически закрытых небольших жестяных банках.

## УПАКОВКА В БОЧКИ

В Североамериканских соединенных штатах обычно употребляются бочки, по устройству и размерам одинаковые с бочками для глюкозы. Емкость их примерно от 135 до 315 кг сгущенного молока. Для упаковки следует брать обязательно новые бочки, причем американскими специалистами рекомендуется внутреннюю их поверхность парафинировать или покрывать силикатом натрия, так как подобная мера в значительной степени предохраняет продукт от заражения плесенью. Само собой разумеется, что новые бочки перед непосредственным употреблением их в дело (конечно до парафинирования или покрытия силикатом натрия внутренней поверхности бочек, если эта операция имеет место) должны основательно промыться и пропариваться. Наполнение бочек значительно облегчается употреблением для этой операции большой воронки с выходным отверстием диаметром в 3,8 см или же обыкновенного молочного ведра с выходным отверстием в его дне такого же диаметра. При пользовании воронкой или ведром в целях фильтрации молока на выходное отверстие накладывается кусок сложенного вдвое холста.

Сгущенное молоко на короткие расстояния перевозится также в обыкновенных молочных флягах или бидонах. Само собою понятно, что эти последние перед наливанием в них сгущенного молока должны быть начисто вымыты и пропарены.

## УПАКОВКА В ЖЕСТЯНЫЕ БАНКИ

Сгущенное молоко, упакованное в жестяные банки, как уже упоминалось выше, предназначается для розничного потребителя. Употребляемые для этой цели банки бывают разных размеров. В САСШ пользуются банками емкостью от 0,25 до 4,5 л.

В качестве материала для банок употребляется жесьть белая или желтая (белая, но лакированная). Последняя более практична, так как не поддается действию содержащихся в консервированном продукте кислот, и потому не сообщает ему неприятного вкуса и запаха. Обычно при этом лакируют жесьть с обеих сторон, причем на

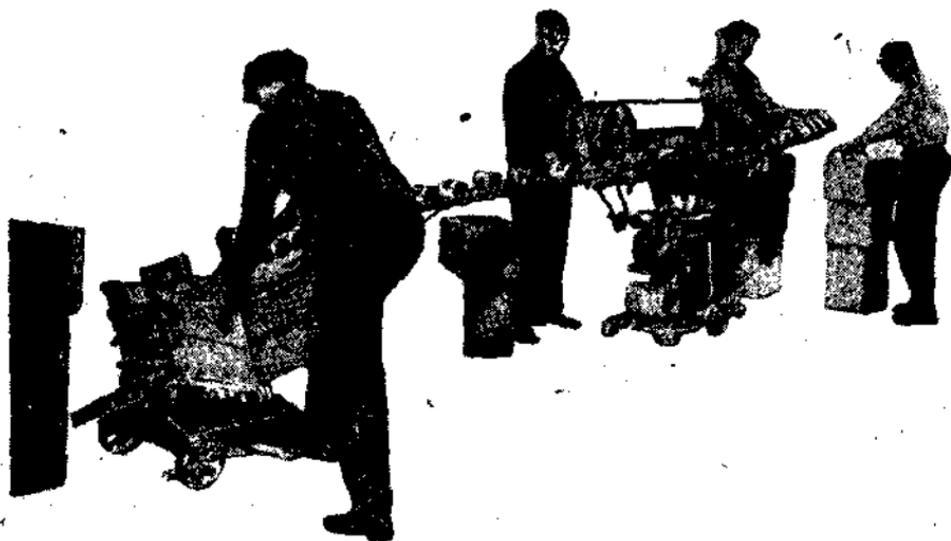


Рис. 52. Этикетирование банок с сгущенным молоком и укладка их в ящики.

одной стороне отпечатывают этикет с названием продукта, фирмы, способа употреблений и др. Банки изготавливаются специальными фабриками, но если завод сгущенного молока находится далеко от такой фабрики, то за провоз пустой тары приходится платить очень дорого, и поэтому выгоднее организовать производство банок в собственной мастерской, расположенной поблизости от завода сгущенного молока.

#### РАЗЛИВНЫЕ (НАПОЛНЯЮЩИЕ) МАШИНЫ

Трудность правильного, т. е. быстрого и без переливания, наполнения банок молоком заключается в том, что готовый продукт представляет собою полужидкую массу вязкой и липкой консистенции. Если эта работа производится ручным способом, то она отнимает много времени. Поэтому в целях экономии времени и рабочей силы были сконструированы, изготовлены, и имеются в продаже разнообразные разливные (наполняющие) машины, обладающие большей или меньшей производительностью.

Имеющиеся в употреблении наполнители весьма различаются по своей конструкции и степени автоматизации разлива: начиная простейшими, приводимыми в действие рукой человека, и кончая сложными машинами, в которых вся операция производится автоматически и с удивительной точностью. Пропускная способность последнего типа американских наполнителей колеблется от 2 500 до 4 500 банок в час.

Подобные сложные машины требуют тщательного ухода и прежде всего основательной чистки. Последнюю лучше всего было бы производить после каждой дневной работы, но так как внутренние части этих машин закрыты герметически и требуют большой затраты труда и времени на их разборку и сборку, то полная их очистка и промывка может производиться только раз в неделю; при этом условии производительность машин существенно не понижается. Для осно-

вательной же чистки и промывки все соприкасающиеся с молоком рабочие детали должны быть вынуты и после удаления с них остатков молока промыты кипятком, высушены и только после этого установлены на свое место. В целях устранения возможности заражения от промывной воды первых порций сгущенного молока при начале дневной работы разливной машины первые несколько банок сгущенного молока следует отбросить. Машина в периоде бездействия должна быть покрыта чистым или даже промасленным холстом, чтобы предохранить ее от пыли, мух и т. д. Как только банки наполнены продуктом, они немедленно должны закрываться крышкой. Если их оставить открытыми, то в сгущенное молоко могут попасть пыль, грязь, мухи или другие насекомые; кроме того при продолжительном действии на сгущенное молоко воздуха и света поверхность молока покрывается коркой и в нем разовьется соленый привкус.

### ЗАКУПОРКА БАНОК

Закупорка банок должна обеспечивать их воздухо-непроницаемость и прочность, достаточную для выдерживания толчков и сотрясений во время перевозок. Существует несколько способов закупорки банок. Основные из них два: запаивание и закатывание.

Первый способ проще второго, так как не требует дорогостоящих приборов, но зато идет гораздо медленнее, требует большей рабочей силы, дает больший процент брака и в неопытных руках часто является причиной порчи продукта благодаря например попаданию в банку припоя.

### ЗАПАИВАНИЕ БАНОК

Запаивание банок обычно производится при помощи таких простейших и широко известных принадлежностей, как ручной (электрический, бензиновый, газовый или нагреваемый на углях) паяльник. В качестве припоя употребляют сплав из  $\frac{2}{3}$  олова и  $\frac{1}{3}$  свинца.

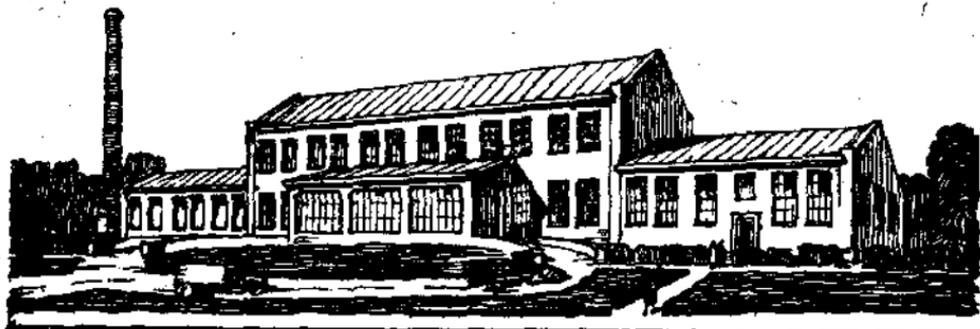
В последнее время за границей появились специальные машины для запаивания жестяных банок со сгущенным молоком, в которых вся операция пайки производится автоматически.

### ЗАКАТЫВАНИЕ БАНОК

Для закупорки банок посредством закатывания в Североамериканских соединенных штатах существуют три распространенных способа:

1. Mc. Donald.
2. Gebee.
3. Sanitary cap.

При первых двух способах посредством закаточной машины производится закатка не всей крышки, а небольшого на ней центрального отверстия, через которое производится и наполнение банки. Способ «Mc. Donald'a» дает закатку, хотя и очень простую по выполнению, но не очень прочную и не обладающую достаточной



110 53

Рис. 53. Внешний вид завода сгущенного молока с сахаром, рассчитанного на годовой запас молока в 12 000 тонн.

герметичностью. Способ «Gebee», наоборот, является достаточно прочным, но не дает герметической закупорки.

При способе «Sanitary» наполнение банки производится через ее открытый конец, причем закатывается вся крышка, и шов получается достаточно прочный и обыкновенно герметический. Существуют также специальные закатывательные машины, в которых вся операция закатывания после автоматического наполнения жестяных банок сгущенным молоком производится полностью автоматически, при неподвижно стоящей банке. Это предохраняет ее содержимое от разбрызгивания, которое может иметь место в закатках, оперирующих вращающейся банкой.

### ТРЕБОВАНИЯ САНИТАРИИ ПРИ УПАКОВКЕ

Многочисленные исследования причин заражения сгущенного молока неизменно показывали, что во многих случаях серьезные и влекущие за собой убытки пороки готового продукта происходили вследствие его заражения после вакуум-аппарата. В качестве примеров вторичного заражения сгущенного молока можно указать на развитие в нем белых и желтых комков, обязанных росту плесени, и быстрое увеличение его густоты с течением времени, происходящее в результате жизнедеятельности бактерий. Большинство других пороков бактериального происхождения также обязано заражению сгущенного молока на участке рабочего процесса между вакуум-аппаратом и закупориванием банок.

Наиболее известными источниками такого вторичного заражения являются нечистые холодильники, разливные машины и жестяные банки. Происходит это вследствие отсутствия надлежащего ухода за оборудованием, а также вследствие употребления нестерилизованной жестяной тары. Нередко жестяные банки хранятся в помещении, где они не защищены должным образом от пыли и где уже сам воздух бывает зараженным. При наполнении таких банок сгущенным молоком последнее неизбежно будет заражено, и во многих случаях благодаря этому заражению срок возможного хранения сгущенного молока значительно сократится и в нем разовьются весьма серьезные пороки.



Рис. 54. Внешний вид скотного двора в САСШ.

Во избежание этого все жестяные банки до наполнения должны подвергаться стерилизации. Последняя заключается в том, что пустые банки пропускаются через специальную нагретую камеру открытым концом вниз над горящими газовыми горелками. Подобный способ стерилизации успешно практикуется на многих европейских заводах сгущенного молока, причем установлено, что им в значительной степени разрешается задача предупреждения появления комков в молоке и загустения, являющегося в результате жизнедеятельности бактерий. Крышки к жестяным банкам тоже должны подвергаться стерилизации и храниться в стерильном виде до непосредственного употребления в дело. При закупоривании жестяных банок следует обращать самое серьезное внимание на герметичность закупорки, чтобы предотвратить заражение и доступ воздуха, который способствует развитию аэробных<sup>1</sup> микробов.

Чрезвычайно важно сгущенное молоко после надлежащего охлаждения возможно скорее разливать в банки и закупоривать, чтобы как можно меньше подвергать его действию воздуха, соприкосновение с которым способствует, как уже упоминалось, развитию аэробных микробов (например дрожжевых грибков). Некоторые виды последних выделяют энзимы, могущие вызвать брожение сахара, в результате чего получается вздутие концов банок (бомбаж). Наличие или отсутствие вздутия крышек и доньшек банок явится показателем правильности выполнения операции закупорки в банки сгущенного молока после его охлаждения.

Закупоренные тем или иным способом банки с готовым продуктом передаются обычно по конвейеру на машину для оклеивания их этикеткой.

Затем банки упаковываются в ящики и передаются на склад, откуда уже сгущенное молоко отправляется для сбыта.

<sup>1</sup> Т. е. таких микробов, которые требуют для своей жизни присутствия кислорода, имеющегося в составе воздуха.

Выпуская в свет настоящую работу в третьем издании, автор считает необходимым отметить, что выполнение ее явилось возможным главным образом благодаря опубликованию в последние годы в Североамериканских соединенных штатах трудов проф. О. Ханзикера по сгущенному молоку, а также благодаря любезному содействию, оказанному проф. О. Ханзикером автору в деле ознакомления с производством сгущенного молока в Североамериканских соединенных штатах.

При составлении настоящей работы автором были использованы следующие источники:

- Otto F. Hunziker, „Condensed milk and milk powder“.
- E. Hausbrand, „Verdampfen, Kondensieren und Kühlen“.
- „Condensed milk Atsushu Miyawaki“, E. S. M. S.
- Journal of Baby Science. 1927, 1928, 1929.
- Official materials of Department of Trade U. S. A.
- New York Produce Review and American Creamery. 1927, 1928, 1929.
- Butter and Cheese Journal and the World's Butter Review, 1929.
- The Creamery and Milk Plant Monthly. 1927, 1928, 1929.
- The Milk Industry, 1927, 1928, 1929.
- Smør Tidende. 1927, 1928, 1929.
- The Grocer. 1927, 1928, 1929.



Редакторы П. Болдырев и Д. Хигрина.  
Оформлена 3 бригадой  
АГР 28 СНХГИЗ 1708/3478.  
Формат 62 x 83 $\frac{1}{2}$ , объем 7 п. л.  
Тираж 5000. Знаков в п. л. 49,9 т.  
Сдана в производство 14/X 31 г.  
Подписана и печати 26/XII 31 г.  
Уполном. Главлита № Б—15565, Н.3288.  
8-я типография „Мосполиграф“, ул.  
Фридриха Энгельса, 46.