

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ПЕРЕРАБОТКИ ПОКРОВНОГО САЛА КИТОВ НА ЛИНИИ ВАКУУМ-АППАРАТОВ КИТОБОЙНОЙ БАЗЫ «СЛАВА»¹

Канд. техн. наук К. А. МРОЧКОВ и инженеры А. И. ГУСЕВ и Б. Ф. КОЛОТВИН

(Из работ научной группы АКФ «Слава»)

Из покровного сала усатых китов на линии вакуум-аппаратов китобойной базы «Слава» вырабатывают жир и сальную муку. Технологический процесс обработки сала включает следующие операции: 1) измельчение сала в фарш последовательно на дробилке, салорезке и волчке; 2) подогрев фарша в подогревателе; 3) вытопка жира из фарша в вакуум-котле; 4) отделение жира от шквары в жиροотделителе; 5) отстаивание жира в отстойнике; 6) сепарация жира.

Шквара поступает из жиροотделителя на зеерный пресс для отжима остатков жира. Отжатая шквара (жом) после измельчения и охлаждения представляет собой готовую муку.

Аппаратура вакуумной линии по сравнению с другими видами жиروتопенного оборудования является значительно более сложной и требует всестороннего изучения в целях правильной эксплуатации.

На протяжении ряда рейсов китобойной базы «Слава» (1949/50 г. и 1952—1954 гг.) с целью установления рационального режима переработки покровного сала усатых китов (в основном финвала) нами проводились исследования работы вакуумной линии в следующих направлениях:

- а) изучался режим работы вакуум-котла;
- б) исследовалась работа зеерного пресса;
- в) изыскивались лучшие способы обработки подпрессового жира, получаемого при отжимании шквары на зеерном прессе;
- г) определялся продуктовый баланс переработки покровного сала на вакуум-линии.

Режим вытопки жира в вакуум-котлах, являющийся основным процессом при переработке сала, изменялся в производстве с учетом лучших опытных данных.

В настоящее время на китобойной базе «Слава» вытопка жира на вакуумной линии проводится по установленному оптимальному режиму.

ВЫТОПКА ЖИРА В ВАКУУМ-КОТЛАХ

Сущность процесса обработки сала в вакуум-котле заключается в удалении из него влаги и одновременной вытопке жира под глубоким вакуумом — 700—750 мм рт. ст. при сравнительно низкой температуре — 50—60°.

Вакуум-котел (рис. 1) представляет собой горизонтально расположенный цилиндр, снабженный паровой рубашкой, охватывающей его

¹ Исследования проводились при активном участии обслуживающего персонала линии вакуумных аппаратов.

нижнюю половину. В верхней части котла находится сухопарник объемом $0,4 \text{ м}^3$, соединенный с конденсатором. Внутри котла имеются 16 полых вращающихся паровых дисков диаметром 2 м, расположенных на общем вале. Ширина парового пространства каждого диска равна 4 см. В результате соприкосновения сала как с нагретой поверхностью котла (паровой рубашкой), так и с паровыми дисками достигается быстрое испарение влаги из сала. Вращением дисков предотвращается опасность пережаривания сала через паровую рубашку. Образующийся пар отводится из вакуум-котла, конденсируется и далее используется для питания других аппаратов.

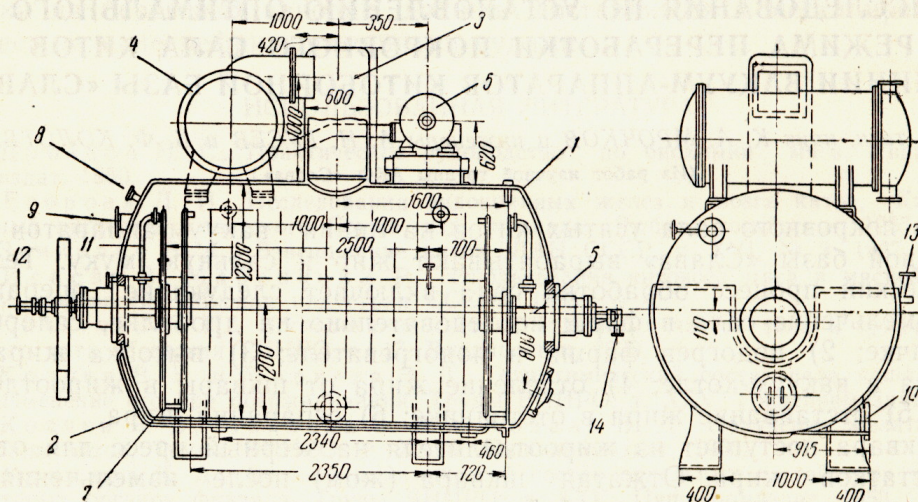


Рис. 1. Схема устройства вакуум-котла для вытопки китового сала:
1—горизонтальный стационарный котел; 2—паровая рубашка; 3—сухопарник; 4—конденсатор; 5—вакуумный насос; 6—полый вал котла; 7—полые диски; 8—штуцер для подачи воды; 9—штуцер для загрузки фарша; 10—штуцер для выдавливания сваренной массы; 11—трубопровод, подающий пар в паровые диски; 12—штуцер подачи пара в вал; 13—патрубок подачи пара в паровую рубашку; 14—штуцер для конденсата.

Для контроля процесса вытопки жира вакуум-котел снабжен вакуумметром, манометрами для измерения давления пара в рубашке и дисках котла, а также давления воздуха внутри аппарата и термометрами для измерения температуры массы и паров в котле. Сборники конденсата снабжены вакуумметрами.

Вытопка сала является основной операцией в процессе получения жира на вакуумной линии. От режима вытопки сала зависит выход жира, качество (влажность и жирность) муки и производительность всей аппаратуры вакуум-линии.

Для установления оптимального режима вытопки сала и определения максимальной производительности вакуум-котла изучали зависимость между длительностью вытопки сала и степенью предварительного подогревания сала, количеством загружаемого в котел сырья и интенсивностью подачи пара в котел. Также исследовали изменение химического состава сала в процессе варки и изыскивали объективные способы определения конца вытопки.

Наблюдения показали, что подогревание измельченного сала (фарша) перед загрузкой в котел оказывает определенное влияние на процесс вытопки жира.

При повышении температуры подогретого сала с 20 до 40° засасывание его в котел происходит значительно быстрее (примерно в 2 раза), а время вытопки, даже при уменьшенной подаче пара, несколько сокращается, соответственно чему продолжительность всего цикла обработки сала (включая загрузку и разгрузку котла) уменьшается и производительность котла увеличивается. В частности, при загрузке

сала в котел в количестве 5,35 т, то есть около 36% от общего его объема, длительность цикла обработки сократилась с 1 часа 33 минут до 1 часа 20 минут, а производительность котла увеличилась с 82,8 до 96,5 т в сутки.

Подогревание сала до более высокой температуры (45—46°) не дало положительных результатов. В этом случае наблюдалось очень сильное вскипание массы при засасывании в котел, что может вызвать повреждение вакуум-насоса. Процесс вытопки сала при этом удлиняется и протекает ненормально, вследствие чего качество жира и сальной муки ухудшается. При наблюдении установлено, что применение постоянного нагревания сала в сборнике нерационально.

Измельченное сало следует подогревать при перемешивании непосредственно перед загрузкой в котел (за 10—15 минут до начала загрузки); при этом давление пара в подогревателе сала не должно превышать 0,5 атм.

При исследовании зависимости производительности вакуум-котла от степени загрузки его салом были получены данные, представленные в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

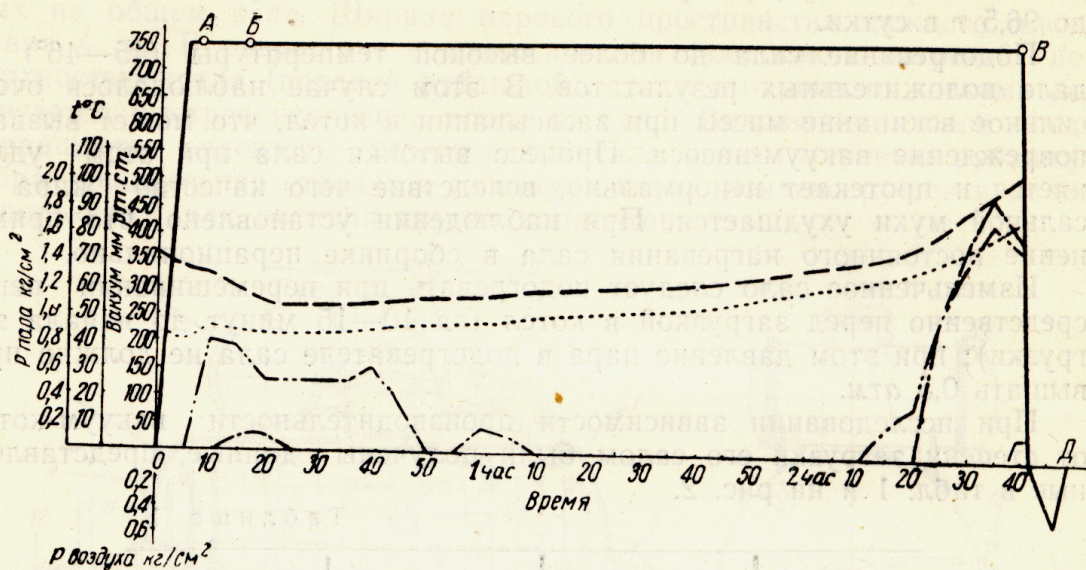
Номер опыта	Загрузка сала в котел [в т]	Продолжительность цикла варки в часах и минутах	Производительность котла в т/сутки
Котел № 1 емкостью около 16 м³			
1	7,14	2—48	61,2
2	6,00	2—00	72,0
3	5,35	1—33	82,8
4	4,76	1—22	83,6
4,а	4,50	1—20	81,0
Котел № 2 емкостью около 12 м³			
5	5,35	2—29	51,7
6	4,76	2—04	55,3
7	4,16	1—30	63,1
8	3,57	1—13	70,4
8,а	3,40	1—10	70,0

При увеличении загрузки котла выделяется большое количество влаги, что затрудняет поддержание постоянного давления пара и высокого вакуума в котле; получающиеся колебания давления пара и снижение вакуума приводят к неравномерному испарению влаги из сала, в результате чего продолжительность процесса варки сала увеличивается, производительность аппаратуры уменьшается и качество продукции ухудшается.

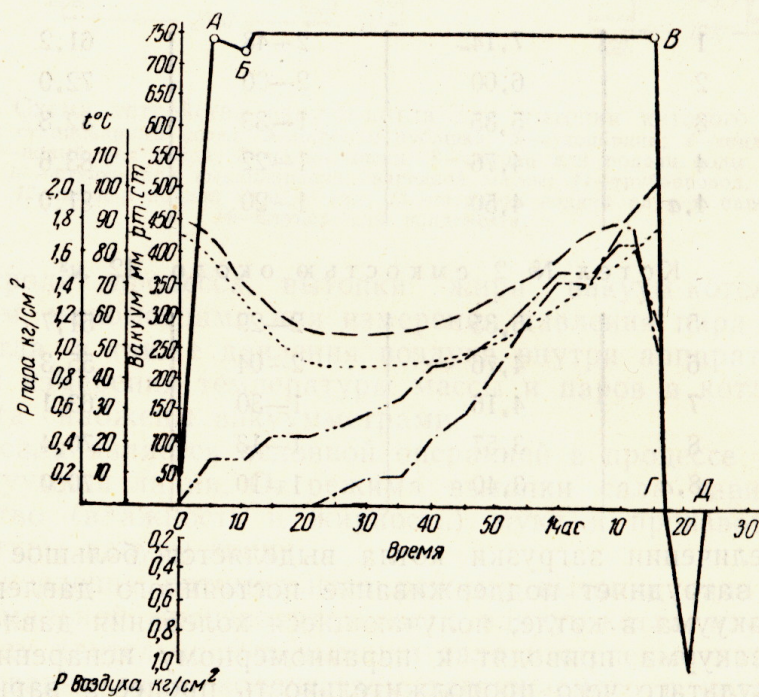
Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что при увеличении загрузки котла до 45% его объема длительность процесса увеличилась в 2 раза, а производительность котлов понизилась более чем на 25%.

По нашим наблюдениям, оптимальной является загрузка котла в размере до 30—35% его объема (для котла № 1—5—5,5 т и для котла № 2—3,5—4,0 т); в этом случае нужный режим варки сала легко поддерживать и производительность аппаратуры получается наибольшей.

Влияние интенсивности подачи пара в диски и рубашку котла на продолжительность обработки сала и производительность котла при



а



б

- Вакуум
- - - Температура по верхнему термометру
- ... " " нижнему
- · - Давление пара в дисках
- · · " " в рубашке

Рис. 2. Характеристика режима вытопки сала при разной загрузке котла:

АБ — загрузка котла; БВ — период варки сала; В — конец варки;
ГД — разгрузка котла; а — опыт № 1; б — опыт № 4;

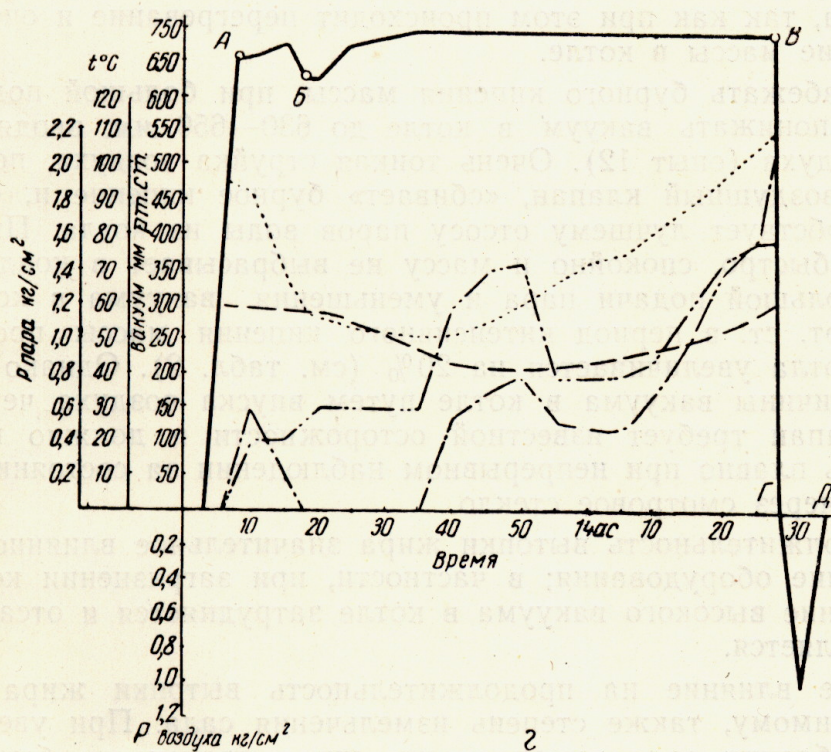
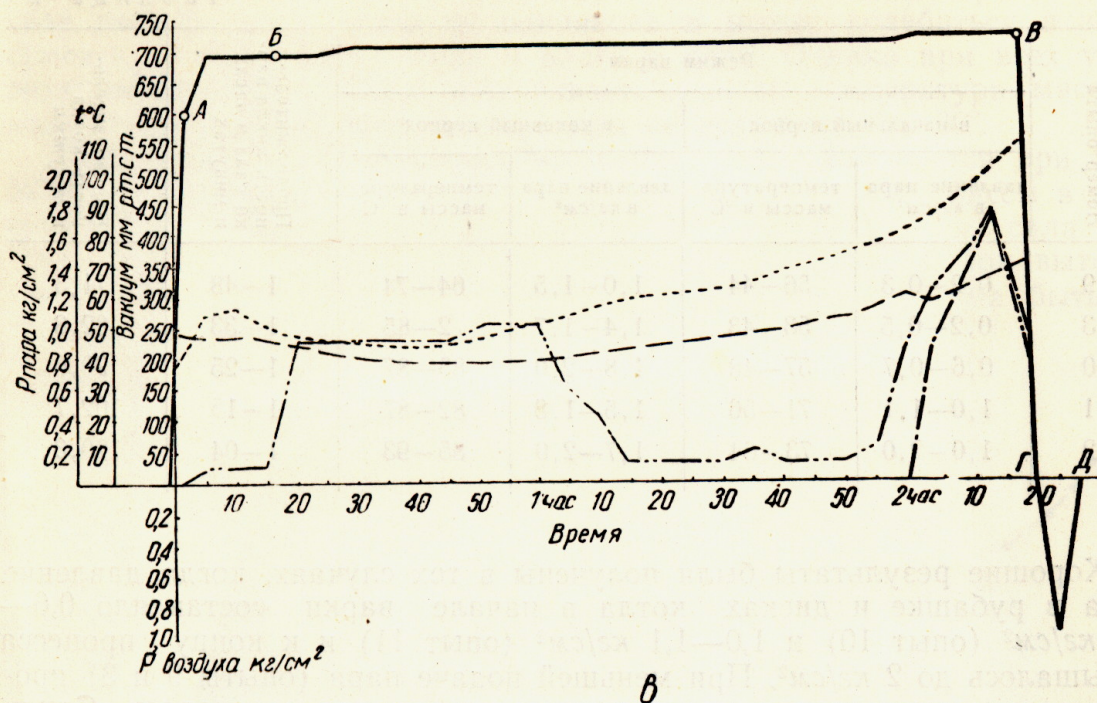


Рис. 2. Характеристика режима выпотки сала при разной загрузке котла:

а — опыт № 5; 2 — опыт № 7.

одинаковой загрузке (при опытах в котел № 1 загружали 5,35 т сала) показано в табл. 2 и на рис. 3.

Т а б л и ц а 2

Номер опыта	Режим варки				Продолжительность цикла варки сала в часах и минутах	Производительность котла в <i>т/сутки</i>
	в начальный период		в конечный период			
	давление пара в <i>кг/см²</i>	температура массы в °C	давление пара в <i>кг/см²</i>	температура массы в °C		
9	0,2—0,3	56—44	1,0—1,5	64—74	1—48	71,3
3	0,2—0,5	53—43	1,4—1,7	72—85	1—33	82,8
10	0,6—0,7	57—48	1,8—2,0	85—87	1—25	90,6
11	1,0—1,1	71—56	1,5—1,8	82—87	1—15	102,7
12	1,0—2,0	73—64	1,7—2,0	85—93	1—04	120,3

Хорошие результаты были получены в тех случаях, когда давление пара в рубашке и дисках котла в начале варки составляло 0,6—0,7 кг/см² (опыт 10) и 1,0—1,1 кг/см² (опыт 11) и к концу процесса повышалось до 2 кг/см². При меньшей подаче пара (опыты 9 и 3) процесс варки удлинялся и производительность котла снижалась. Слишком интенсивная подача пара в начале процесса приводит к сильному вскипанию массы в котле с выбросом части ее в конденсатор, что снижает эффективность работы последнего и может служить причиной аварии вакуум-насосов. Особенно опасна большая подача пара в рубашку котла, так как при этом происходит перегревание и очень бурное вскипание массы в котле.

Чтобы избежать бурного кипения массы, при большой подаче пара следует понижать вакуум в котле до 630—650 мм, вводя в него немного воздуха (опыт 12). Очень тонкая струйка воздуха, поступающая через воздушный клапан, «сбивает» бурное кипение и, осаждая массу, способствует лучшему отсосу паров воды из котла. При этом варка идет быстро, спокойно и массу не выбрасывает в конденсатор. В случае большой подачи пара и уменьшения вакуума в котле на 50—75 мм рт. ст. в период интенсивного кипения массы производительность котла увеличивается на 20% (см. табл. 2). Однако регулирование величины вакуума в котле путем впуска воздуха через воздушный клапан требует известной осторожности и должно производиться очень плавно при непрерывном наблюдении за состоянием массы в котле через смотровое стекло.

На продолжительность вытопки жира значительное влияние оказывает состояние оборудования; в частности, при загрязнении конденсатора получение высокого вакуума в котле затрудняется и отсасывание влаги замедляется.

Известное влияние на продолжительность вытопки жира оказывает, по-видимому, также степень измельчения сала. При увеличении степени дробления сала вытапливание жира происходит быстрее и уменьшается количество остаточного жира в шкваре.

Во всех случаях при вытопке сала в вакуум-котле на известной стадии процесса, даже при малой подаче пара, происходит вскипание массы в котле. Это явление объясняется разрывом клеток внутри кусочков сала под давлением образующегося в них пара. Вскипание массы в котле сопровождается увеличением количества образующегося конденсата.

Наблюдения показали, что конец процесса вытопки жира можно определять по температуре вскипания массы в котле и интенсивности образования конденсата. Температура вскипания массы при вытопке сала разных видов китов не одинакова и может колебаться в зависимости от содержания жира и влаги в сале. Однако при всех условиях вытапливание жира заканчивается, когда температура массы в котле становится больше температуры ее вскипания на 30° .

При вытопке сала финвала вскипание массы начинается при $53-54^\circ$ и оканчивается при $60-67^\circ$; прибавив к температуре массы в конце вскипания 30° , находим, что заканчивать процесс варки сала следует, когда температура массы поднимается до $90-97^\circ$. При вытопке сала горбача температура массы в конце процесса должна быть на

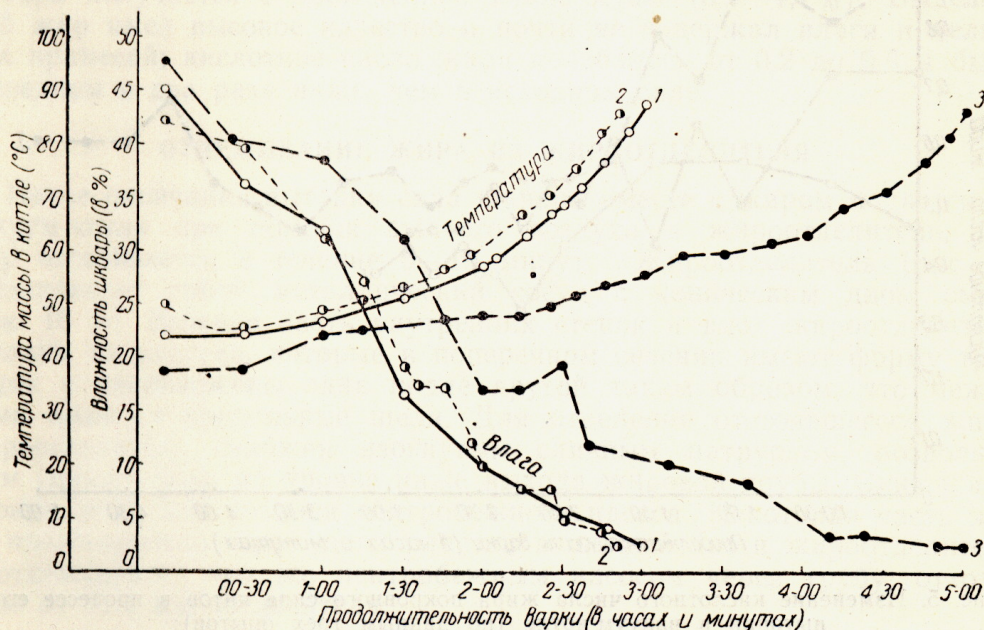


Рис. 4. Изменение содержания влаги в сале китов в процессе вытопки жира в вакуум-котле (по данным трех опытов).

1—сало финвала: давление пара в дисках $0,2-0,3 \text{ кг/см}^2$, в рубашку пар не подавался; вакуум $690-710 \text{ мм рт. ст.}$; 2—сало синего кита: давление пара в дисках $0,5-1,0 \text{ кг/см}^2$, в рубашку $0,1-0,5 \text{ кг/см}^2$; вакуум $700-720 \text{ мм рт. ст.}$; 3—сало финвала: давление пара в дисках $0,1 \text{ кг/см}^2$, в рубашку пар не подавался; вакуум $690-700 \text{ мм рт. ст.}$

$7-8^\circ$ выше, то есть должна равняться $97-105^\circ$. Количество конденсата, собирающегося в бачки в конечный период вытопки, следующий за окончанием вскипания массы, при установленной оптимальной загрузке котла (до 35% общего объема) составляет обычно не более $200-250 \text{ л.}$

Весьма важной при вытапливании сала в вакуум-котлах является скорость испарения влаги из сала. Для изучения интенсивности испарения влаги при различных условиях обработки сала и влияния последних на качество выделенного жира, и в частности на его кислотность, на протяжении всего процесса варки из котла отбирали пробы.

Пробы жира и шквары отбирали при помощи специального отборника, установленного на котле на уровне нижнего термометра. Промежутки времени между взятием отдельных проб колебались от $5-15$ до 30 минут в зависимости от скорости повышения температуры массы в котле.

Изменения содержания влаги в шкваре, наблюдавшиеся в различных опытах, показаны на рис. 4. Наиболее интенсивное испарение влаги наблюдается в начальный период вытопки сала, когда температура массы повышается до 55° , а вакуум в котле достигает 700 мм

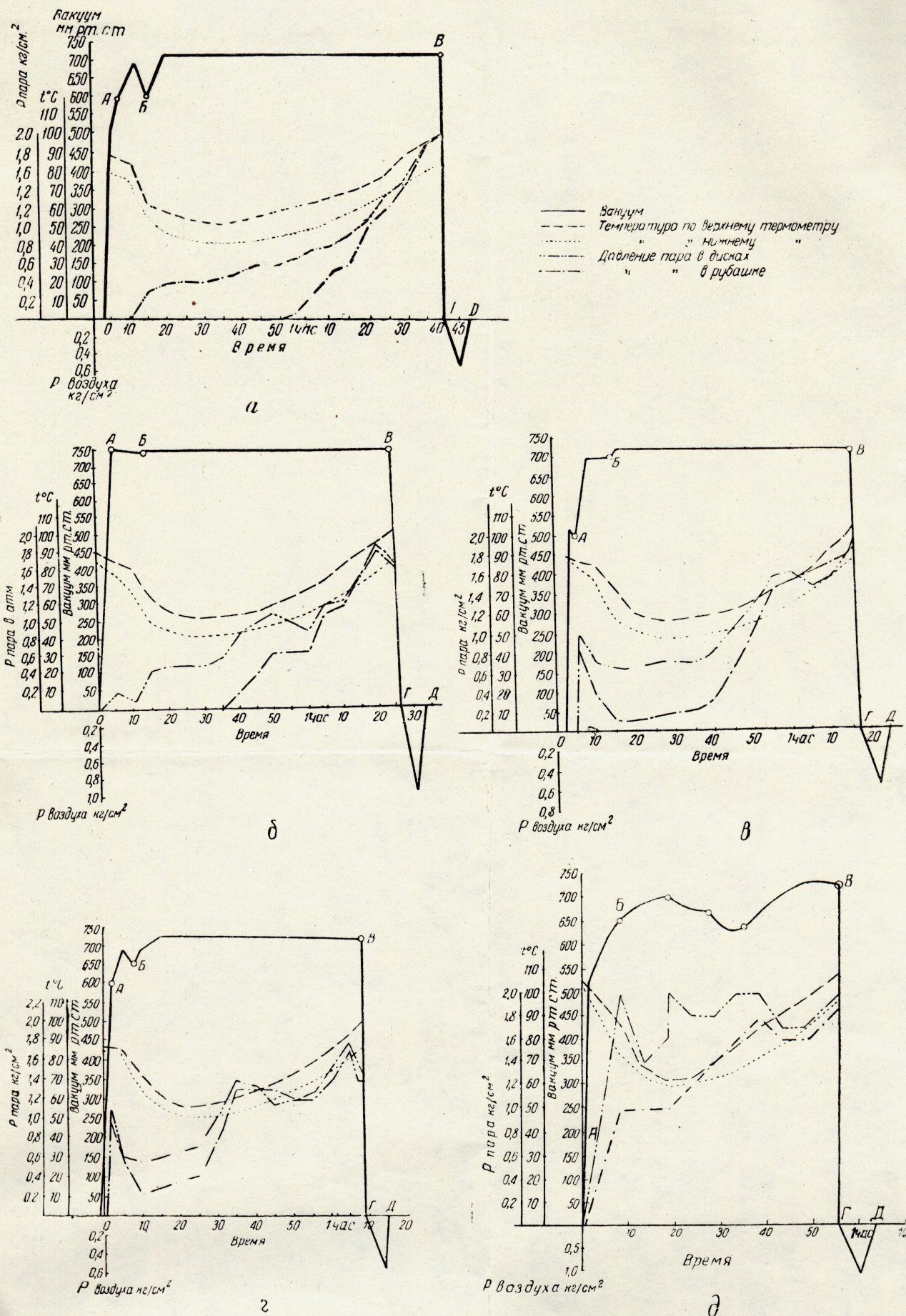


Рис. 3. Характеристика режима вытопки сала (5,35 т) при разной интенсивности подачи пара в рубашку и диски котла № 1: АВ—загрузка котла; ВВ—период варки сала; В—конец варки; ГД—разгрузка котла; а—опыт № 9; б—опыт № 3; в—опыт № 10; г—опыт № 11; д—опыт № 12.

рт. ст. В это время испаряется более 50% влаги, содержащейся в сале. При дальнейшем повышении температуры массы с 55 до 70° было удалено около 35% влаги, содержащейся в сырье, и, наконец, в конечный период варки при нагревании массы свыше 70° испарялось еще 10% влаги. Повышение давления пара, подаваемого в диски и рубашку котла, и увеличение вакуума в котле ускоряет процесс испарения влаги; в результате длительность варки сала уменьшается.

Кислотное число жира в процессе варки сала обычно снижается (рис. 5), что следует объяснить удалением из жира свободных лету-

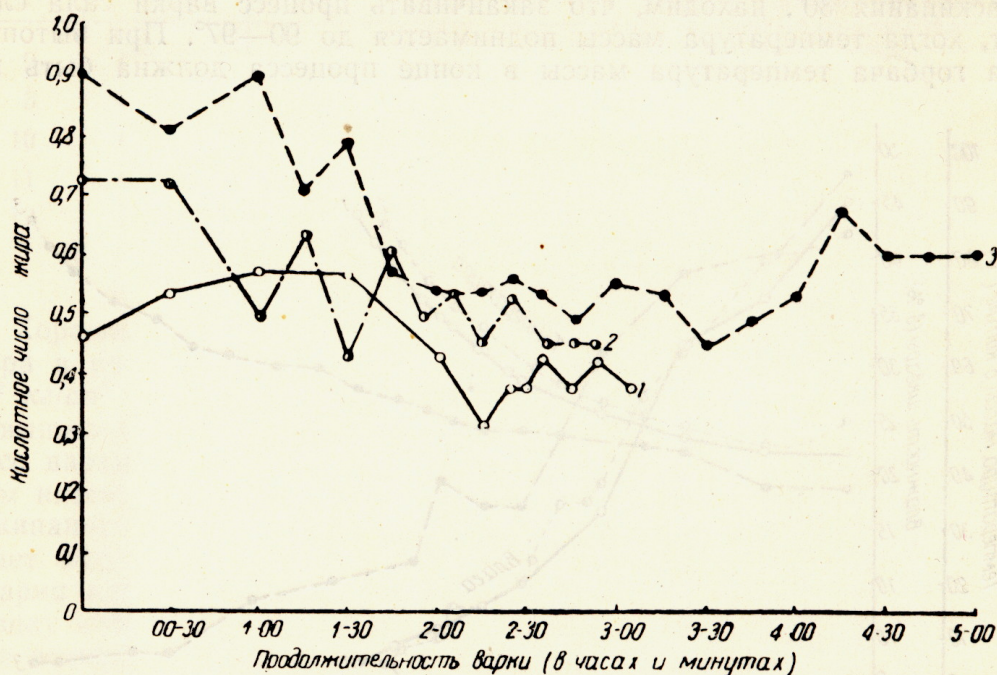


Рис. 5. Изменение кислотного числа жира покровного сала китов в процессе его вытопки в вакуум-котле (по данным трех опытов):

1—сало финвала: давление пара в дисках 0,2—0,3 кг/см², в рубашку пар не подавался; вакуум 690—710 мм рт. ст.; 2—сало синего кита: давление пара в дисках 0,5—1,0 и в рубашке 0,1—0,5 кг/см²; вакуум 700—720 мм рт. ст.; 3—сало финвала: давление пара в дисках 0,1 кг/см², в рубашку пар не подавался; вакуум 690—700 мм рт. ст.

Таблица 3

Номер опыта	Сало			Шквара		Жир		
	влага в %	жир в %	кислотное число	влага в %	жир в %	влага в %	примесь белковых частиц в %	кислотное число
3	25,9	66,15	0,89	1,66	43,60	Следы	0,13	0,32
7	24,39	66,35	0,38	1,80	47,27	„	Не определяли	0,25
9	22,02	68,38	0,70	1,75	46,98	Нет	0,15	0,32
10	26,98	64,41	0,64	1,97	51,36	Следы	0,16	0,32
11	31,23	57,18	0,51	4,09	45,47	„	Не определяли	0,25
12	24,25	64,56	0,32	1,99	46,33	0,09	0,09	0,26
13	19,06	72,82	0,52	0,96	50,69	0,04	0,17	0,26
14	46,19	45,22	0,64	3,30	56,20	Не определяли		
15	24,47	69,18	0,57	1,42	50,92	0,11	0,07	0,25
16	17,33	74,15	0,51	3,76	47,54	0,11	0,08	0,25

чих кислот вместе с отходящими в конденсатор парами воды. Наиболее заметно кислотное число жира снижается в период интенсивного выделения влаги из сала при повышении его температуры до 55—60°. Только при удлинении процесса варки в случае низкого давления подаваемого пара и недостаточного вакуума (кривая 3) наблюдалось увеличение кислотного числа жира в конце процесса.

В табл. 3 дана химическая характеристика сала и полученных из него жира и шквары; пробы жира были взяты из жиροотделителя.

Как видно из данных табл. 3, получаемая после варки сала шквара содержит в среднем около 2% влаги и до 50% жира. При пониженном содержании жира в сала (опыты 11 и 14), а также при сильном подогревании сала (до 46°) перед загрузкой в котел (опыт 16) шквара получается с повышенной влажностью (3,3—4,1%). Выделенный жир имел высокое качество и почти не содержал влаги и белковых примесей; кислотное число жира колебалось от 0,2 до 0,6 и было в среднем в два раза ниже, чем в исходном сала.

ОТЦЕЖИВАНИЕ ЖИРА ИЗ ЖИРООТДЕЛИТЕЛЯ

После окончания вытопки сала шквара вместе с жиром подается из вакуум-котла при помощи сжатого воздуха в жиροотделитель, где жир отстаивается в течение 5—10 минут. Жироотделитель (рис. 6) представляет собой металлический сосуд с коническим дном емкостью 10 м³. Нижняя часть внутренних стенок и дно жиροотделителя сделаны из пластин, которые в поперечном сечении имеют форму трапеции и расположены одна подле другой таким образом, что между ними имеются продольные щели. Для отделения отстоявшегося жира жиροотделитель снабжен изогнутым сливным патрубком, позволяющим снимать жир на уровне ниже выхода жировой трубы. Слив жира производится при помощи центробежного насоса. Некоторая часть жира просачивается через щели пластин в нижней части жиροотделителя и отцеживается тем же центробежным насосом через трубу, отходящую от дна жиροотделителя.

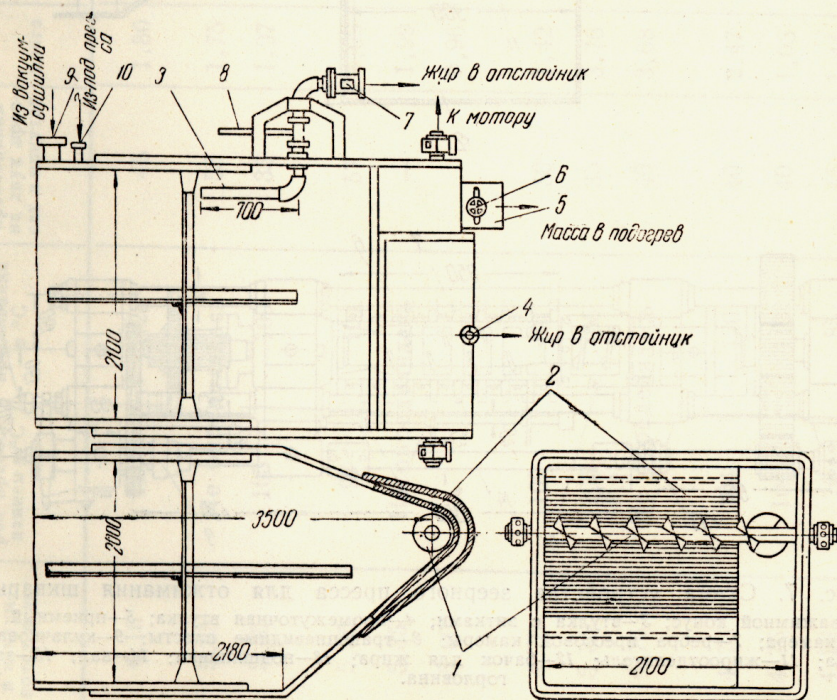


Рис. 6. Схема устройства жиροотделителя для отделения жира от шквары: 1—шnek; 2—пластинки; 3—изогнутый патрубок; 4—труба для откачивания жира; 5—горловина для удаления массы; 6—клинкет; 7—смотровое стекло; 8—рукоятка; 9—труба для поступления массы; 10—труба для приема жира из-под пресса.

Практика работы показала, что отцеживание жира при помощи насосов марки СЦЛ 20-24 или РЗ-30 и ЭНП-2 происходит быстро и достаточно полно, если влажность шквары составляет 1,5—2,5%. При этом условии отцеживание жира в количестве 2,5—3 т (от одной варки) длилось всего 20—30 минут. В случаях получения «недоваренной» шквары с повышенной (до 4%) влажностью или, напротив, «переваренной» шквары с влажностью 1—1,5% отцеживание жира затруднительно. «Недоваренная» шква́ра имеет очень мягкую, липкую консистенцию и плотно залегает на дно жиротделителя, вследствие чего в ней задерживается много жира. «Переваренная» шква́ра является очень хрупкой и образует стойкие взвеси в жире. В обоих этих случаях отцеживание жира может длиться до 1,5 часов.

ОБРАБОТКА ШКВАРЫ НА ЗЕЕРНОМ ПРЕССЕ

Шква́ра, остающаяся в жиротделителе после сцеживания жира, содержит 43—56% жира, что составляет 8—10% от всего жира, содержащегося в сале. Чтобы отделить жир, шква́ру отжимают при помощи зерного пресса, устройство которого показано на рис. 7.

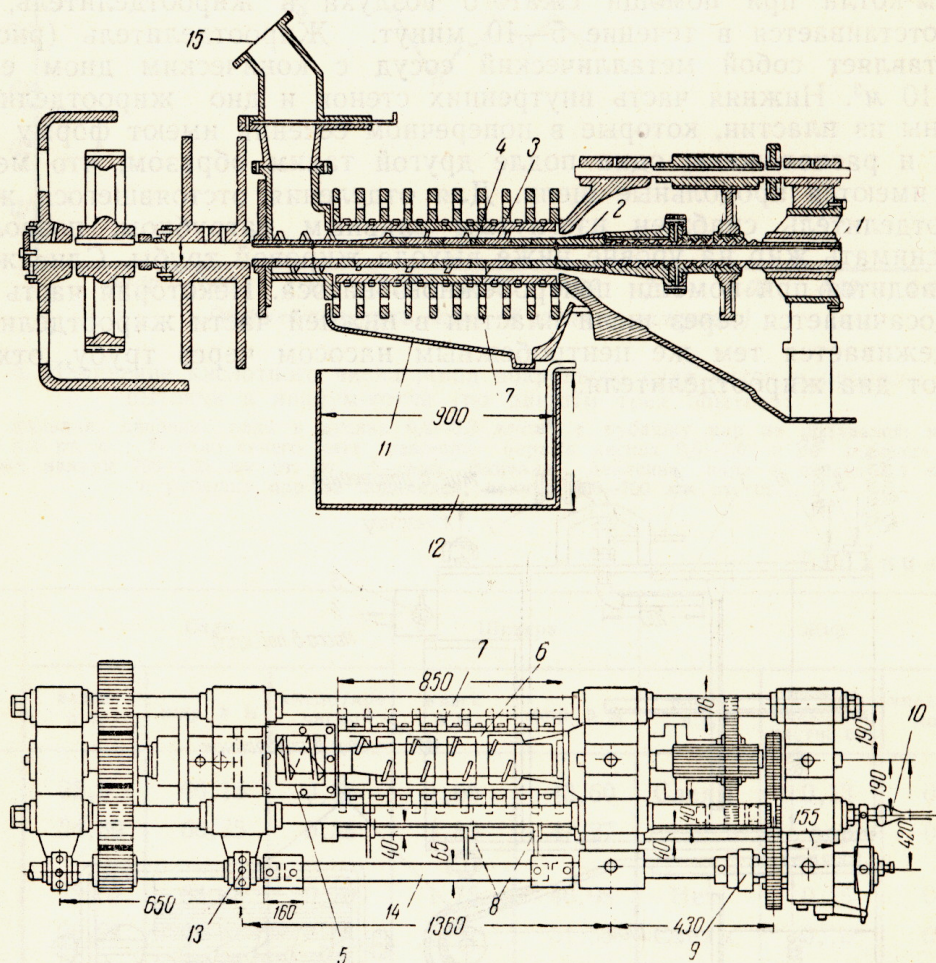


Рис. 7. Схема устройства зерного пресса для отжимания шквары:

1—вал; 2—зажимной конус; 3—втулка с витками; 4—промежуточная втулка; 5—приемный шнек; 6—прессовая камера; 7—ребра прессовой камеры; 8—трапециевидные пластины; 9—кулачковая муфта; 10—рукоятка; 11—жиротделитель; 12—бачок для жира; 13—подшипники; 14—вал; 15—загрузочная горловина.

Поступающая в приемную камеру пресса шква́ра с температурой не ниже 80° передается при помощи приемного шнека в прессовальную камеру. Последняя представляет собой сетчатый, состоящий из ряда

Таблица 4

Номер опыта	Количество сала, загруженного в вакуум-котел в т	Температура шквары перед прессованием в °С	Температура жома после прессования в °С	Продолжительность прессования на двух прессах в минутах	Состав шквары до прессования в %		Состав муки в %		Характеристика подпрессового жира			Примечание
					влага	жир	влага	жир	влага в %	примеси белковых частиц в %	кислотное число	
7	4,16	110	125	46	1,80	47,27	3,25	10,74	0,33	Не определялись	0,32	Нормальная шквара
9	5,35	Не определялась		55	1,75	46,98	3,70	10,40	Следы	1,60	0,51	" "
10	5,35	103	100	35	1,97	51,36	5,10	10,90	"	3,72	0,38	" "
11	5,35	97	104	57	4,09	45,47	5,78	9,21	Не определялись		0,51	Недоваренная шквара
12	5,35	Не определялась		—	1,99	46,33	2,66	9,39	0,22	3,92	0,39	Нормальная шквара
13	5,60	"	"		0,96	50,69	2,76	9,42	0,24	3,81	0,52	" "
15	4,76	102	101	50	1,42	50,92	3,20	13,40	0,11	3,05	0,51	Слегка переваренная шквара
16	5,35	105	95	35	3,76	47,54	3,80	11,18	0,26	2,75	0,51	Слегка недоваренная шквара
17	4,76	Не определялась		40	3,68	44,22	4,65	11,23	Не определялись			" " "
18	4,76	104	120	40	2,47	43,37	4,86	10,37	"	"		Нормальная шквара
19	4,76	104	110	40	1,03	42,66	2,34	14,41	"	"		Переваренная шквара
20	4,16	70	85	45	1,44	47,03	3,70	11,90	0,22	5,60	0,64	Слегка переваренная шквара

стальных пластин, цилиндр-зеер, посередине которого расположен прерывистый конусообразный отжимной шнек. На вал шнека насажен ряд попеременно чередующихся втулок с витками и без витков. Составляющие сетчатый цилиндр пластины в поперечном сечении имеют форму трапеции и размещены так, что между ними имеются продольные щели размером от 0,45 мм (со стороны загрузки пресса) до 0,20 мм (в месте выхода жома). Через щели между пластинами отводится отжимаемый из шквары жир, который называется «подпрессовым жиром».

В табл. 4 представлены данные, характеризующие режим прессования шквары.

Достижимая степень обезжиривания шквары при прессовании зависит в основном от правильности проведения варки сала в вакуум-котле. При правильной варке сала (опыты 7, 9, 10, 12, 13, 18) количество жира, выделяемого из шквары, составляет 7—8% от веса исходного сала. При этом выходящий из пресса жом имеет вид небольших (длиной до 10 см) брикетов, легко рассыпающихся в муку. Нагрузка на пресс при этом не превышает 45—50 а.

При прессовании «переваренной» шквары выход жира несколько больше, а жом получается очень сухой, рассыпающийся. Однако в жире содержится повышенное количество примесей белковых частиц (до 4—6%). При прессовании «недоваренной» шквары выход жира также несколько больше, но ввиду повышенной влажности шквары жом слипается в плотную массу, наворачивается на вал пресса и выходит в виде так называемых «коржей», которые трудно размельчаются даже на мельнице. Нагрузка на пресс при отжимании недоваренной шквары составляет 60—70 а.

При правильном режиме работы всей аппаратуры вакуумной линии сальная мука получается с содержанием жира около 10% и влаги 3—5%. Мука имеет светло-серый или светло-коричневый цвет и легкий запах жареного сала. По структуре сальная мука может быть мелковолокнуистой, рассыпчатой или крупноволокнистой с небольшими спекшимися комочками.

ОБРАБОТКА ПОДПРЕССОВОГО ЖИРА

Подпрессовый жир, в отличие от жира, отделяемого от шквары в жироотделителе, имеет более высокое кислотное число и содержит сравнительно много взвешенных белковых частиц, что придает ему более темный цвет. Было испытано несколько способов обработки подпрессового жира: очистка на грязевом сепараторе, промывка содовым раствором или морской водой и, наконец, добавление к салу при варке в вакуум-котле.

Очистка жира на грязевом сепараторе оказалась невыгодной, так как приходилось постоянно удалять с сетки забивающий ее белковый остаток, что снижало производительность сепаратора и вызывало дополнительные затраты труда. Добавление подпрессового жира к салу при варке также дало мало удовлетворительные результаты. В табл. 5 приведена характеристика жира, полученного при варке сала с добавлением и без добавления подпрессового жира.

Как видно из данных табл. 5, жир, полученный при варках сала без добавления подпрессового жира, имел лучшее качество. При добавлении подпрессового жира в вакуум-котел в конце варки сала качество жира как сцеженного из жироотделителя, так и отжатого из шквары прессом было наиболее низким. В случае добавления подпрессового жира к салу в подогреватель перед варкой на дне подогревателя образовывалась плотная масса, которая забивала трубопровод при засасывании сала в котел. Кроме того, наблюдалось более бур-

Таблица 5

Характеристика варки	Номер опыта	Жир из жиροотделителя			Жир из-под пресса		
		влага в %	примеси белковых частей в %	кислотное число	влага в %	примеси белковых частей в %	кислотное число
Варка сала без добавления подпрессового жира	15	0,11	0,07	0,25	0,11	3,05	0,51
	16	0,11	0,08	0,25	0,26	2,75	0,51
Подпрессовый жир добавлен к салу перед началом варки	12	0,09	0,09	0,26	0,22	3,92	0,39
	13	0,04	0,17	0,26	0,24	3,81	0,52
	21	0,11	0,10	0,25	0,22	3,08	0,38
Подпрессовый жир добавлен в вакуум-котел в конце варки . . .	20	0,22	0,31	0,38	0,22	5,60	0,64

ное вскипание массы в котле, что нарушало режим варки сала. Добавление подпрессового жира к салу при варке нежелательно еще и потому, что снижает производительность вакуум-котла, а следовательно и всех других аппаратов вакуумной линии.

Опыты по промывке подпрессового жира слабым, с концентрацией менее 0,01 %, раствором соды (Na_2CO_3) и горячей морской водой дали очень хорошие результаты. При промывке жира белковые примеси быстро набухали и оседали на дно чана в течение нескольких минут. Однако промывка жира содовым раствором менее удобна, чем морской водой, так как для приготовления раствора требуются дополнительные затраты труда и помещение для его хранения.

В результате ряда опытов по промывке жира морской водой при разном соотношении и различной температуре было найдено, что лучшим является следующий способ промывки. К налитому в чан жиру приливают морскую воду в соотношении 2:1; воду предварительно нагревают с таким расчетом, чтобы температура жиро-водной смеси была не ниже 80°. Смесь жира с водой отстаивают в течение 15 минут и затем отстоявшийся жир пропускают через граксовый сепаратор.

В табл. 6 приведены данные, характеризующие изменение качества подпрессового жира в результате промывки горячей морской водой и последующей сепарации, наблюдавшееся при обработке 8 т жира в производственных условиях. Содержание жира в воде, отходящей из сепаратора, составляло около 0,7 %.

Таблица 6

Жир	Влага в %	Белковые примеси в %	Кислотное число
Исходный (подпрессовый)	0,69	Не определялись	0,51
Жир после промывки	6,70	1,22	0,51
Жир после сепарации	0,28	0,02	0,51

Следует полагать, что хорошие результаты может дать также очистка жира путем обработки на самоочищающейся непрерывно действующей центрифуге (супердекантаторе).

Применение самостоятельной обработки подпрессового жира позволит повысить производительность линии вакуум-аппаратов на 15 %.

ВЫХОД ЖИРА И САЛЬНОЙ МУКИ

Для определения выхода жира и муки были проведены два опыта переработки покровного сала финвала и синего кита, сопровождавшиеся количественным учетом и химическим анализом продуктов, получаемых на всех стадиях технологического процесса. Количество исходного сырья в опыте с салом финвала составило 9110 кг и в опыте с салом синего кита — 9360 кг. Выход и химический состав продуктов показаны в табл. 7.

Таблица 7

Название продукта	Опыт с салом финвала					Опыт с салом синего кита				
	выход в % от веса исходного сала	кислотное число жира	химический состав в %			выход в % от веса исходного сала	кислотное число жира	химический состав в %		
			влага	жир	плотные вещества			влага	жир	плотные вещества
Сало	100	0,39	21,56	71,94	6,50	100	0,25	20,33	70,38	9,29
Жир, отделенный в жи- роотделителе	65,90	0,46	0,06	99,72	0,22	63,48	0,46	0,07	99,73	0,20
Шквара до прессова- ния	12,43	—	2,96	46,05	50,99	16,17	—	3,22	41,09	55,69
Шквара после прессо- вания (сальная мука)	7,51	—	6,07	10,97	82,96	11,11	—	4,71	13,69	81,60
Жир подпрессовый . .	4,91	0,79	0,10	97,95	1,95	5,06	0,75	0,09	97,16	2,75
Смесь жира (отделен- ного в жиροотдели- теле и из-под прес- са) до сепарации . .	70,81	0,49	0,06	99,57	0,37	68,54	0,54	0,10	99,48	0,42
Жир после сепарации	70,49	0,43	0,29	99,52	0,19	68,49	0,50	0,30	99,49	0,21
Белковый остаток на сепараторе ¹	0,02	—	52,20	39,44	8,36	—	Не исследовали			
Вода, отходящая из сепаратора	—	—	—	0,3	—	—	—	—	0,25	—

¹ Часть белковых частиц, оставшихся на сетке сепаратора при пропуске подпрессового жира, не учтена.

На основании полученных данных о выходе и составе различных продуктов был составлен баланс жира, влаги и плотных веществ при переработке сала на вакуумной линии. В табл. 8 приведены результаты соответствующих подсчетов, показывающие распределение указанных компонентов в получаемых продуктах в процентах от их исходного содержания в сале.

Как видно из табл. 7 и 8, выход готового сепарированного жира составляет около 70% от веса переработанного сала; из этого количества 65% жира отделяется в жиροотделителе и 5% получается при прессовании шквары на зеерном прессе. Выход сальной муки колеблется от 7,5 до 11% в зависимости от химического состава сала и режима переработки. Выход готового жира составляет до 98% от содержания жира в сале. Потеря жира составляет менее 1%; в сальной муке остается всего 1—2% жира. Белковые и зольные вещества сала почти полностью переходят в сальную муку.

Потери плотных веществ при обработке сала составляют 2,5—4,0%; в том числе теряется в виде белковых примесей в жире от 1,5 до 2,1%.

Таблица 8

Название продукта	Распределение в % от исходного содержания в сырье	
	сало финвала	сало синего кита

	Ж и р	
Сепарированный жир	97,99	97,30
Сальная мука	1,15	2,16
Белковый остаток после сепарации жира . .	0,01	Не учтено
Отходящая при сепарации вода	0,06	0,05
Потери	0,79	0,49

	Плотные вещества	
Сальная мука	95,96	97,58
Сепарированный жир	2,66	1,55
Белковый остаток после сепарации жира . .	0,03	Не учтено
Потери	1,95	0,87

	Влага	
Сальная мука	2,09	2,57
Конденсат, полученный при варке сала в вакуум-котле	91,99	97,58
Потери	5,92	—

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование процесса переработки китового сала на оборудовании вакуумной линии позволяет сделать следующие основные выводы.

1. При вытапливании сала в вакуумных котлах должен быть принят следующий режим:

а) перед загрузкой в котел измельченное сало необходимо подогреть до температуры 30—35°;

б) сало следует загружать в котел в количестве около 30—35% его емкости;

в) давление пара в рубашке и дисках котла в начальный период вытопки сала должно быть в пределах 0,6—1 кг/см² и в конце процесса — до 2 кг/см². Возможна также подача пара с более высоким давлением (до 2 кг/см² в начале процесса) с целью ускорения варки сала и увеличения производительности аппаратуры, но при этом требуется очень внимательное и точное регулирование величины вакуума в котле путем впуска в него воздуха через клапан во избежание слишком бурного вскипания массы.

2. Окончание процесса варки сала возможно контролировать по температуре массы в котле в конце вскипания и по количеству конденсата, образующегося после вскипания массы.

3. Получаемый при отжимании шквары подпрессовый жир следует очищать путем промывки горячей морской водой (при соотношении 2:1) и последующей сепарации на грязевой центрифуге. Вместо промывки морской водой может применяться также пропускание подпрессового жира через супердекантатор.

4. При условии вытопки сала в вакуум-котлах без добавления к нему подпрессового жира сливаемый из жиροотделителя жир содержит настолько незначительное количество влаги и примеси белковых частиц, что не требуется очистки его на сепараторе. После некоторого отстаивания в отстойниках данный жир может быть слит в танки для хранения.

5. При обработке сала с соблюдением вышеуказанных условий выход готового жира по отношению к содержанию его в исходном сале достигает 98% и составляет 65—70% к весу сала. Выход сальной муки составляет от 7 до 12% к весу перерабатываемого сала в зависимости от его состава.