

**Комплексная переработка кости на мясокомбинатах.** Файвишевский М. Л., Либерман С. Г., 1974.

В книге описаны технологические процессы переработки кости на кормовую муку, пищевой жир и шрот. Рассмотрено соответствующее оборудование.

Дана сравнительная характеристика качества пищевого жира, кормовой муки и шрота, полученных по комплексной технологии и по принятым методам.

Новая технология переработки кости позволяет интенсифицировать процессы извлечения из нее жира и сушки и в минимальные сроки (в течение часа) получать высококачественный пищевой жир, кормовую муку и шрот, содержащие 36—38% протеина.

Кроме того, на 4—5% повышается выход жира, на 7—8% — кормовой муки и шрота, вдвое возрастает производительность труда.

В книге сообщаются сведения о биологической ценности, химическом и аминокислотном составе кормовой муки и результаты откорма животных с использованием этой муки. Показана возможность применения костного жира для выработки кулинарных жиров и заменителя цельного молока. Наряду с этим в книге приводятся результаты применения шрота для производства высококачественного клея и желатина.

Приведены технико-экономические показатели внедрения новой технологии.

Таблиц 23. Иллюстраций 38. Список литературы — 20 названий.

Рецензенты: Л. В. Гутман, К. Ф. Шевкунов.

© Издательство «Пищевая промышленность», 1974 г.

Ф 31703—088 88—74  
044(01)—74

## ВВЕДЕНИЕ

Кость, получаемая при переработке мяса и субпродуктов (голов, ног), является ценным видом сырья, так как высокое содержание в ней жира, белка и фосфорнокальциевых солей обуславливает выработку широкого ассортимента пищевой, кормовой и технической продукции.

Существующие технологические процессы обезжиривания кости не позволяют эффективно перерабатывать этот ценный вид сырья, так как наблюдаются значительные потери жира и белковых веществ, а также ухудшение качества готовой продукции. По этой причине в большинстве случаев кость накапливают и транспортируют в сыром необезжиренном виде; при этом она подвергается гнилоственному распаду. Снижение качества сырья и его потери отрицательно сказываются на производстве сухих животных кормов, клея, желатина и пищевого жира.

Сухие животные корма предназначены для откорма сельскохозяйственных животных и птицы. Они богаты полноценными белками и содержат все незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, триптофан и др.), необходимые для интенсивного развития и откорма скота, а также минеральными солями и микроэлементами. Наряду с этим в кормах содержатся витамины группы В (В<sub>2</sub>, пантотеновая кислота, никотиновая кислота, РР, ниацин, холин и В<sub>12</sub>), а также жирорастворимые витамины D, E, F и каротин (провитамин А).

Потребность животноводства в белковых кормах удовлетворяется пока не полностью. В соответствии с решениями партии и правительства об ускоренном развитии животноводства и необходимости всемерного укрепления в связи с этим кормовой базы объем производства сухих животных кормов в девятом пятилетии должен возрасти по сравнению с 1970 г. в 1,7 раза и выработка их в 1975 г. достигнет 450 тыс. т.

Эта задача может быть успешно решена при внедрении технологии комплексной переработки кости, обеспечивающей получение сухой обезжиренной кости и высококачественного пищевого жира при минимальных эксплуатационных расходах и трудовых затратах.

## КОСТЬ КАК СЫРЬЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Кость состоит из костной ткани, костного мозга и надкостницы. Наиболее важными и характерными структурными элементами ее являются костная ткань и мозг, поскольку они имеют промышленное значение.

Костная ткань представляет собой сложный и наиболее дифференцированный вид соединительной ткани. Она состоит из клеточных элементов и межклеточного вещества, которое включает в себя межклеточное бесструктурное вещество, оформленные частицы — оссеиновые (коллагеновые) волокна и неорганические соли.

Неорганические соли, входящие в состав межклеточного вещества, состоят главным образом из солей кальция. В свежей костной ткани содержится 85%  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; 10% —  $\text{CaCO}_3$ ; 1,5% —  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ; 0,2% —  $\text{CaF}_2$ ; 0,2% —  $\text{CaCl}_2$ .

Присутствие в межклеточном веществе большого количества минеральных солей придает кости определенные прочность и твердость.

По строению и расположению коллагеновых волокон различают компактные кости, состоящие из плотного вещества, и губчатые. В обоих случаях кость состоит из целых систем пластинок.

Плотное вещество преобладает в плоских костях и диафизах трубчатых костей, а губчатое — в эпифизах, теле позвонков и черепной коробке. При этом в костях, где губчатое вещество преобладает, наружный слой состоит из компактного вещества, покрытого сверху соединительнотканной оболочкой — надкостницей.

В межклеточном веществе наибольшее место занимают оссеиновые (коллагеновые) волокна, представляющие собой пучок фибрилл диаметром приблизительно 20 мкм.

По строению и форме кость делится на три группы. К первой группе относится поделочная кость, у которой длина преобладает над шириной и толщиной; средняя ее часть цилиндрическая (диафиз), концы — утолщенные (эпифизы). К ним относятся бедренная и берцовая кость задних конечностей, плечевая и предплечевая — передних конечностей (трубчатая), пятная на передних конечностях и плюсовая на задних конечностях (цевка). Кость этой группы после обезжиривания используют преимущественно для производства предметов широкого потребления.

Кости второй группы широкие, плоские, несколько изогнутой формы. К ним относятся большинство костей головы, таза, ребра

и лопатка. В промышленности она называется паспортной. Ее используют для выработки желатина.

К третьей группе относят так называемую рядовую кость. Она имеет округленную, многогранную форму (шейные, спинные, крестцовые и хвостовые позвонки, запястья и предплюсны, путовые суставы и пальцы, некоторые кости черепа). Как правило, ее направляют на выработку кормовой муки и клея.

Выход кости при обвалке мяса зависит от вида, упитанности, пола и возраста скота.

Данные о выходе различных видов костей скелета говядины I категории, мясной свинины и баранины различной упитанности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Кость	Выход, % к массе туши				
	говядина I катего- рии	свинина мясная	баранина		
			I катего- рии	II кате- гории	тощая
Тазовая	1,9	} 6,1	1,7	2,1	2,4
Лопатка	0,9		1,0	1,4	1,5
Трубчатая	2,4*	} 1,6	5,9	10,0	13,9
Ребра	2,0		3,0	3,8	4,8
Эпифизы (кулаки)	6,7	—	—	—	—
Позвонки					
спинные	2,6	3,0	3,8	3,8	5,2
поясничные	1,0	—	3,0	4,1	5,1
шейные	1,3	1,1	3,8	4,2	4,9
Крестцовая	0,6	} 1,1	—	—	—
Грудная	1,1		2,1	2,4	2,7
Костные опилки от трубчатых костей и ребер	0,7	—	—	—	—
Итого	21,2	12,9	24,3	31,8	40,5

\* Трубчатая опиленная.

Значительное количество кости получается при обработке голов и ног. Так, выход кости в процентах от живой массы при обработке голов (черепная и челюстная кость) крупного рогатого скота — 1,72, свиней — 2,0, мелкого рогатого скота — 2,65 и цевки крупного рогатого скота — 0,5%.

Следует отметить, что при обвалке вручную нельзя полностью удалить мышечную и соединительную ткани с поверхности кости вследствие ее сложной конфигурации.

В среднем на костях остается 8,5% мякотной ткани.

Прирези мякотных тканей благоприятствуют развитию гнилостных процессов при хранении и транспортировке сырой кости. Кроме того, они являются балластными веществами при использовании такой кости в клежелатиновом производстве. Наиболее ра-

циональное и своевременное использование такого сырья для выработки кормовой продукции и шрота при комплексной переработке кости позволит обогащать кормовую муку полноценными белками мышечной ткани и получать шрот с минимальным содержанием прирезей. К наиболее важным физическим свойствам кости, имеющим большое значение при использовании средств измельчения, транспортировки, тепловой и механической обработки кости, имеют физические показатели этого сырья, наиболее значимыми из которых являются средняя объемная масса, твердость, теплоемкость, теплопроводность, угол и коэффициент трения, предел прочности.

Химический состав кости, получаемый в результате обвалки мяса, весьма разнообразен и зависит от вида, породы, пола, упитанности скота, а также ее анатомического расположения.

Содержание основных компонентов кости, особенно воды, жира и неорганических веществ, колеблется в значительной степени. У молодых животных кости легче (меньше минеральных веществ) и менее хрупкие, чем у взрослых. В костях молодняка больше воды и органических веществ. Минеральные вещества сообщают значительную плотность костной ткани, которая у свежей кости крупного рогатого скота колеблется в пределах 1,38—2,06.

Химический состав кости крупного и мелкого рогатого скота средней упитанности и свиней мясной упитанности приведены в табл. 2.

В настоящее время примерно 50% кости, получаемой на мясоперерабатывающих предприятиях, перерабатывают на месте для получения пищевого жира и кормовой муки (мясокостной и костной). Остальную кость в необработанном виде реализуют предприятиям клеежелатиновой промышленности, торговли и другим организациям, что видно из данных табл. 3 (тыс. т).

Из приведенных данных следует, что при существующей организации получения, переработки и отгрузки кости имеют место значительные ее потери в виде естественной убыли, которые достигают 5—6,6%.

Такие потери являются результатом несвоевременной переработки кости и вызваны отсутствием эффективного технологического процесса и оборудования, позволяющего по мере получения этого сырья подвергать его обезжириванию и сушке.

Наряду с этим приведенные данные показывают, что более 30% получаемой кости направляют в необезжиренном виде на выработку сухих животных кормов, что приводит к потерям костного пищевого жира.

Около 30% общего количества кости (в основном также в необезжиренном виде) поступает на клеежелатиновые предприятия, на которых в результате этого удлиняется технологический процесс получения желатина и клея, вырабатывается низкосортный технический жир, ухудшается качество коллагена, требуется выполнение

Кости	Химический состав, %				
	влага	зола	жир	белки	
				в том числе коллаген	прочие

#### Крупный рогатый скот

Длинные или трубчатые					
плечевая	16,7	37,6	27,7	13,5	3,2
предплечевая	24,2	38,0	16,3	15,9	3,8
бедренная	19,0	34,4	29,5	12,5	3,1
берцовая	24,5	35,5	19,5	15,4	3,6
Широкие или плоские					
нижняя челюсть	20,2	49,3	9,4	15,0	4,8
кости головы (без нижней челюсти)	40,0	29,1	8,9	14,3	6,0
лопатка	19,5	43,7	13,9	17,3	3,3
ребро	23,0	43,9	10,2	16,9	4,2
грудная	47,6	17,0	15,8	10,3	8,1
тазовая	23,5	32,8	23,8	14,4	4,2
Округленные или многогранные					
позвонки					
шейные	40,8	25,2	12,5	14,6	5,6
грудные	36,4	22,8	21,7	12,3	5,9
поясничные	31,5	27,9	19,5	14,7	4,8
крестцовые	30,2	19,8	32,2	12,5	4,3

#### Мелкий рогатый скот

Тазовая	43,6	29,5	12,3	14,6
Лопатка	51,3	22,7	6,7	19,3
Ребра	47,0	20,2	12,2	20,6
Позвонки				
спинные	49,8	14,2	16,6	19,4
поясничные	51,4	14,6	14,5	19,5
шейные	56,5	12,8	9,6	21,1
Грудная	47,0	7,3	27,3	18,4
Бедренная	37,6	24,1	19,7	18,6
Берцовая	36,3	23,6	15,4	24,7
Предплечье	36,0	27,8	15,2	21,0
Плечевая	34,9	22,7	20,6	21,8
Цевка				
передняя	39,4	23,1	11,8	25,7
задняя	33,6	27,3	11,5	27,6

#### Свиньи

Лопатка	23,8	35,5	14,1	26,6
Тазовая	26,3	28,6	26,6	18,5
Позвонки				
шейные	35,6	28,9	14,9	20,6
крестцовые	32,4	25,4	20,8	21,4
поясничные	28,0	35,3	15,8	20,9
Коробка (ребра и реберные позвонки)	41,0	26,8	14,1	18,1
Большая берцовая	23,2	35,1	23,6	18,1
Бедренная	24,8	34,6	24,4	16,2
Плечевая	24,6	31,4	26,4	17,6
Лучевая	24,4	35,7	20,6	19,3

3—836

Таблица 3

Поступление и использование кости	Г о д ы		
	1966	1970	1972
Остаток на начало года	42,6	55,2	41,3
Поступило в производство	497,5	518,1	592,4
Израсходовано за год	471,2	501,3	544,3
В том числе:			
направлено на переработку	236,1	279,6	273,3
в том числе на выработку сухих животных кормов	136,8	168,4	170,1
в том числе на выработку жира	99,3	111,2	103,2
Отпущено и продано			
колхозам, совхозам	8,1	6,5	5,8
прочим государственным и кооперативным хозяйствам (в основном клежеластиновым заводам)	126,6	152,9	209,6
населению в виде пищевой кости	100,4	62,3	55,6
Потери в виде естественной убыли	19,2	34,6	28,4
Остаток на конец года	49,7	37,4	61,0

большого объема подготовительных операций, связанных с сортировкой и измельчением кости.

Помимо клея и желатина из кости на клежеластиновых заводах методом экстракции получают костную муку для минеральной подкормки и минеральный полуфабрикат, которые по химическому составу и кормовым достоинствам значительно отличаются от костной кормовой муки, вырабатываемой на мясокомбинатах в автоклавах, импульсным и комплексным методами, что видно из следующих данных (табл. 4).

Таблица 4

Продукт	Метод производства	Химический состав, %				Выход костной муки, % к массе кости
		влага	жир	зола	белок	
Костная кормовая мука	Автоклавный	10	10	65	15	42
	Автоклавный с непрерывным отводом жира и бульона	10	9	54	27	45
	Импульсный холодный	10	7	50	33	45
Костная мука для минеральной подкормки	Экстракционный, обесклеивание в диффузорах	10	0,8	82,2	7	45
Минеральный полуфабрикат	То же	10	5	80	5	45
Костная кормовая мука	Комплексная переработка кости	10	6	46	38	49

Из табл. 4 видно, что наиболее богата белками кормовая мука, выработанная по комплексной технологии переработки кости. В этом отношении она превосходит мясокостную муку III сорта, содержащую 30% белка.

Что касается минерального полуфабриката и муки для минеральной подкормки, то они отличаются низкой биологической ценностью, так как содержат незначительное количество белков, причем в основном неполноценный белок — эластин. Только 20% получаемой кости в стране используется для производства пищевого жира, реализация которого даже в таких небольших объемах (около 15 тыс. т) через торговую сеть встречает ряд затруднений. Одной из основных причин этого являются низкие органолептические показатели такого жира, что связано с применением высокой температуры и большой продолжительности процесса при его получении существующими методами.

Приведенные данные о фактическом использовании кости указывают на то, что более 60% ее предварительно не обезжиривают, в результате чего народному хозяйству наносится большой ущерб вследствие потерь самой кости и выработки из нее технического жира с низким выходом вместо высококачественного пищевого.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТИ

Технология переработки кости независимо от видов вырабатываемой продукции и ее назначения предусматривает на первой стадии извлечение жира. Особенность этого процесса обусловлена тем, что жир, с одной стороны, является ценным пищевым и техническим продуктом, а с другой — затрудняет проведение последующих технологических операций и снижает качество готовой продукции: костной муки, клея и желатина.

Кость обезжиривают мокрым и сухим способами.

При мокром способе белки костной ткани в течение всего термического процесса соприкасаются с водой или с острым паром. При этом часть белковых веществ под воздействием влаги и тепла денатурируется, часть коллагена гидролизует и образуется глютин. Одновременно выделяется жир, который также частично подвергается гидролизу с образованием свободных жирных кислот.

При сухом способе переработки кости свободная и основная часть адсорбционно связанной влаги костной ткани в результате нагрева испаряется в атмосферу или удаляется под вакуумом. При этом белки клеток, содержащих жир, дегидратируют, становятся хрупкими, разрушаются и частично выделяется находящийся в них жир. Сухой процесс переработки гарантирует получение большого выхода сухой кости, так как белки костной ткани количественно сохраняются, однако такой жир приобретает поджаристый вкус и запах и темный цвет.

Наиболее простым методом получения пищевого жира при обезжиривании кости для последующей переработки ее на муку и отгрузки потребителям в обезжиренном виде является выварка в кипящей воде в открытых котлах в течение 6 ч 45 мин. При этом коллагеновые волокна разрыхляются вследствие перехода коллагена в глютин, что, с одной стороны, облегчает выделение жира, а с другой — обедняет сырые коллагеном. Это приводит к накоплению в воде (бульоне) азотистых веществ, которые в дальнейшем теряются при сливе бульона. Бульон нецелесообразно перерабатывать на клей-гальерту ввиду низкого качества его и отсутствия спроса.

Потери сухих веществ при выварке кости пропорциональны продолжительности процесса. Получаемый бульон содержит 3,96% сухих веществ, из них на долю белка приходится 1,63%, минеральных солей — 0,4—0,6% и жира — 0,64—0,68%. Степень извлечения жира составляет в среднем  $\frac{1}{3}$  от содержания его в исходной кости, а выход пищевого жира — 4—10% (в зависимости от номенклатуры кости). Жир, полученный при переработке свежей кости, имеет слабый запах бульона, цвет — от бледно-желтого до желтого, кислотное число — 0,8—1,5.

Влажность кости после выварки составляет в среднем 20—24%, вследствие чего ее нужно сушить непродолжительное время.

При применении этого способа выход жира низкий, имеют место потери белка и жира с бульоном, однако благодаря сохранению качества коллагена обезжиренная кость может быть использована для получения кормовой муки, клея и желатина.

К наиболее распространенным методам получения костного пищевого жира мокрым способом относится обработка кости паром под давлением.

Загруженную в автоклаве кость вываривают в воде под давлением до  $2,9 \cdot 10^5$ — $3,9$ — $10^5$  Па при помощи острого пара. Продолжительность процесса с учетом загрузки и выгрузки кости — 4,5—6 ч. Пар, соприкасаясь с костью, нагревает и увлажняет ее, при этом белки набухают и выделяется жир.

Степень расщепления жира невелика, но с увеличением давления и срока выварки она повышается. В результате воздействия высоких температур и длительного контакта кости с выделенным жиром запах и цвет заметно ухудшаются.

При этом методе обезжиривания существенно изменяется коллаген кости, который частично переходит в глютин и растворяется в воде, образуя бульон.

Накопление азотистых веществ в бульоне свидетельствует о деградации белковой части костной ткани, прежде всего коллагена, причем интенсивность этого процесса возрастает с повышением температуры и продолжительностью обработки.

Наряду с этим удлинение процесса автоклавирования ведет к распаду глютина, вследствие чего бульон не превращается в студень, а содержание в нем белкового азота резко снижается. Бульон

непригоден для выработки высококачественного клея и в лучшем случае используется для откорма свиней.

Кость, полученная в результате такого метода обезжиривания, бедна белком, полученная из нее кормовая мука служит главным образом как источник минеральных солей.

Метод обработки кости под давлением не дает достаточно полного обезжиривания: остаточное содержание жира в муке составляет 9%, а степень его извлечения равна 50—60%.

Описанный метод обезжиривания является периодическим и для его ведения требуется значительное время.

Более эффективен способ обезжиривания кости под действием острого пара (без добавления воды), когда отвод жира и бульона из автоклава производится непрерывно в течение всего процесса, продолжающегося до 3 часов при давлении пара внутри автоклава  $3,9 \cdot 10^5$  Па. Образующиеся жир и бульон непрерывно отводятся в жироотделитель.

Такой метод ускоряет извлечение жира, повышает его выход, улучшает качественные показатели продукта, получается более концентрированный бульон. В данном случае выход товарного жира от говяжьих эпифизов и свиной трубчатой кости составляет 14—15%, а при обработке говяжьих позвонков — 8,3%, в то время как при автоклавировании в водной среде выход жира составляет соответственно 12 и 8%.

Указанный способ имеет те же недостатки, что и автоклавный с применением воды. Вместе с тем повышенное давление более глубоко разрушает костную ткань. Вследствие этого и благодаря сравнительно небольшому количеству жидкости — 35% (результат конденсации пара) — содержание сухих веществ в бульоне увеличивается до 16—18%, а белки в их составе — до 80%. Кроме того, в бульоне находится до 3% эмульгированного жира, выделить который трудно, в частности, из-за дополнительных энергетических и трудовых затрат.

Полученная после обезжиривания кость имеет влажность 16—21%, что несколько ниже, чем при автоклавировании в присутствии воды.

В результате такого метода обработки остаточное содержание жира в кости составляет до 7% при влажности ее 18%.

Полученный жир из-за высокой температуры и длительности процесса, а также контакта с бульоном имеет невысокие органолептические и химические показатели (кислотное число 1,4—1,8 мг КОН) и в соответствии со стандартом относится к I сорту или сборному, что, как правило, бывает при обработке дефростированного сырья. Вместе с тем применение этого метода позволило довести затраты времени на 1 т перерабатываемой кости до 4,4 ч вместо 6,7 ч, которые необходимы на обезжиривание ее вываркой в кипящей воде.

Высокий выход жира, а также сокращение продолжительности

обезжиривания до 3 ч (вместо 6 ч в открытых котлах) обеспечили широкое распространение этого метода в промышленности.

За последнее время в СССР и за рубежом, нашел применение более совершенный так называемый мокрый импульсный метод обезжиривания кости.

Сущность этого метода заключается в механическом разрушении стенок жировых клеток высокоскоростными импульсами, передаваемыми через жидкую среду. При этом освобождающийся из клеток жир вместе с белковыми оболочками удаляется сильным давлением и движущейся жидкостью.

По этому методу измельченную кость подают в импульсный аппарат с холодной водой при жидкостном коэффициенте 1—6. В дальнейшем кость отделяют в отстойниках от воды и жира, промывают горячей водой температурой 90° С и сушат.

Получаемая смесь жира, воды и мелких твердых частиц (жиро-масса) делится по удельному весу как в жиροотделителях, так и на центрифугах, проходит 2 стадии плавления и очищается на сепараторах. Длительность обезжиривания кости — 8 мин, очистки — 3 мин, сушки в барабанной сушилке — 40 мин.

На установке с гидроимпульсной машиной при переработке эпифизов и рядовой кости степень извлечения жира составляет соответственно 81,5 и 81%. Потери белков, жира и минеральных веществ с отработанной водой и фузой составляют при обработке эпифизов 5,2% и рядовой кости 6,2%.

Выход обезжиренной кости от эпифизов равен 75,6%, рядовой кости — 68,5—73,1%.

Высокая влажность кости (до 58%) требует немедленной сушки во избежание гнилостного распада ее белков. Сушка такой кости в горизонтальном вакуумном котле продолжается 6,5 ч и сопровождается большим расходом пара и электроэнергии, так как оставшиеся на поверхности кости мякотные ткани образуют на внутренней поверхности котла корку, ухудшающую теплопередачу.

Наиболее сложным процессом при эксплуатации гидромеханической установки ГМУ является извлечение жира из отходящей воды. При недостаточном ее обезжиривании эффективность работы установки резко снижается, а получаемые показатели равны выходу жира при выварке кости в кипящей воде.

Использование низкой температуры при обезжиривании свежей кости позволяет получать жир по органолептическим и химическим показателям высшего сорта.

Применение гидромеханического метода извлечения жира, хотя и позволило организовать переработку кости непрерывным способом и добиться высокой производительности (1—2 т/ч), однако в силу невысокого выхода жира, сильного измельчения и увлажнения кости, потребности в значительном количестве холодной и горячей воды этот метод нашел ограниченное распространение и притом только на крупных предприятиях.

Можно обезжиривать кость непрерывным мокрым методом в шнековых аппаратах.

Из сухих способов обезжиривания кости наиболее эффективно обезжиривание кости в вакуум-горизонтальных котлах при определенном разрежении и при умеренных температурах (не выше 70° С). Этот метод переработки кости позволяет хранить коллаген и использовать обезжиренное сырье в клеежелатиновом производстве. При сухой обработке кости исключаются потери белка, а костная мука содержит 41% протеина, но несколько повышенное количество жира.

Однако этот метод, несмотря на целый ряд достоинств, довольно длителен вследствие периодичного обезжиривания.

В СССР разработан и предложен метод получения жира из кости путем прессования ее при давлении, превышающем  $588 \cdot 10^5$  Па.

Указанный метод представляет интерес для крупных мясокомбинатов, так как позволяет перерабатывать большие количества кости (2—3 т/ч) без предварительного измельчения и накопления. Кроме того, создаются условия для получения высококачественного жира, предотвращается деструкция коллагена костной ткани.

Для средних и малых мясокомбинатов этот метод экономически неприемлем, так как требует установки мощного прессового оборудования.

Качество обезжиренной кости в значительной мере зависит от методов сушки.

Сушилки, применяемые для сушки частично обезжиренной кости и кости-паренки, обладают рядом существенных недостатков, к которым относятся:

небольшой съём влаги, что не позволяет быстро высушивать частично обезжиренную кость с высоким содержанием жира до оптимальной влажности,

неравномерность нагрева и сушки кости;

высокая металлоемкость и связанные с этим значительные капитальные затраты;

пожароопасность при использовании в качестве сушильного агента топочных газов с высокой температурой.

В связи с этим ниже приводится описание некоторых наиболее перспективных сушильных устройств.

С целью непрерывной сушки кости-паренки вместо горизонтальных вакуумных котлов ВНИИМПом разработан и изготовлен аппарат непрерывного действия. Он состоит (рис. 1) из скребкового транспортера 1, подающего кость-паренку в питатель-дозатор 2 с лопастным роторным затвором. Собственно сушильная часть аппарата смонтирована из трех расположенных последовательно один под другим цилиндрических желобов 3, 4, 5. В каждом желобе установлен лопастной шнек 6 для ворошения и перемещения продукта. Установка четырехскоростного электродвигателя 7 для вращения шнеков позволяет менять их скорость в зависимости от исходной влажности кости.

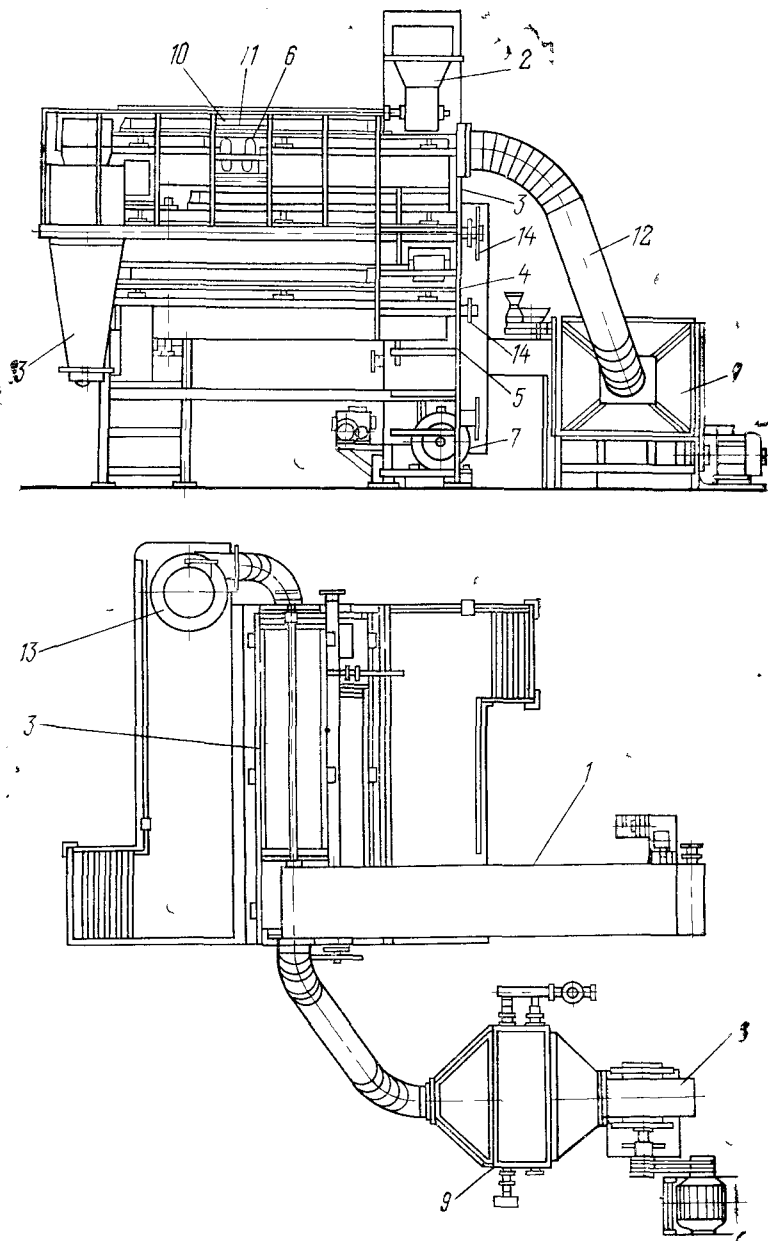


Рис 1 Схема аппарата непрерывного действия для сушки кости паренки.

Для сушки кости используется горячий воздух, нагнетаемый вентилятором 8 через паровой калорифер 9, насыщенный пар в рубашках желобов и, кроме того, инфракрасные лучи. Для применения этого способа во внутренней полости крышек сушильных желобов установлены сферические полированные отражатели 10. В фокусах отражателей находятся трубчатые электронагреватели 11, температура на поверхности которых достигает 400—500° С. Тепло от них отражается в виде инфракрасных лучей, воздействующих на продукт.

Воздух температурой 130—135° С поступает по воздуховоду 12 в первый желоб и последовательно со скоростью около 5 м/с проходит через остальные желоба параллельно движению продукта, улекая за собой мельчайшие частицы.

Из двух последовательно установленных циклонов 13 (второй на рисунке не показан), в которых улавливаются эти частицы, через люк выгружается 15—20% сухого продукта. Остальная его часть выходит из разгрузочного отверстия третьего желоба, где поставлен шибберный противосес.

Шнеки сушильных желобов приводятся в действие электродвигателем через редуктор посредством цепной передачи от звездочек 14.

Производительность аппарата 200 кг сырой кости-паренки в час, скорость движения воздуха 15 м/с, влажность исходной паренки 42—52%, давление пара на калорифере  $(4,9—5,9) \cdot 10^5$  Па, температура воздуха 130—135° С, продукта на выгрузке 70—85° С, отходящего воздуха 75—90° С, расход воздуха 3360 м<sup>3</sup>/ч, пребывание продукта в сушилке — 18 мин, влажность готового продукта 8—11%, расход пара на 1 т готового продукта — 1400 кг, расход электроэнергии на 1 т готового продукта —  $172,8 \cdot 10^3$  кДж.

Сравнительный анализ сушки кости-паренки в горизонтальном вакуумном котле и в аппарате показал, что производительность второго на 20 кг/ч выше, расход пара — на 200 кг меньше; наряду с этим снижается расход электроэнергии — на  $259,2 \cdot 10^3$  кДж, воды на 112 м<sup>3</sup>; ниже металлоемкость агрегата, сокращается потребность в производственной площади.

На крупных мясокомбинатах и клеевых заводах для сушки кости-паренки применяют линии с барабанными сушилками непрерывного действия (рис. 2). Вначале кости обезжиривают на гидромеханической установке, а затем на ленточном транспортере передают к диффузорам, где обесклеивают. После этого кость скребковым транспортером направляют в бункер, откуда шнековый транспортер доставляет ее во вращающийся барабан для сушки газовой смесью. На входе барабана температура поддерживается на уровне 300° С, на выходе температура газовой смеси составляет 40° С, частота вращения барабана — 3,5 об/мин.

Сушилка этого типа позволяет осуществить непрерывный процесс, но из-за высокой температуры сушки при этом наблюдаются потери органических веществ (жира и белка). Кроме того, ис-

пользование в качестве сушильного агента топочных газов, полученных при сгорании различных видов топлива, приводит в ряде случаев к появлению в сухой кости в незначительных количествах 3,4-бензпирена.

Такой способ сушки экономичен и высокопроизводителен только на крупных предприятиях.

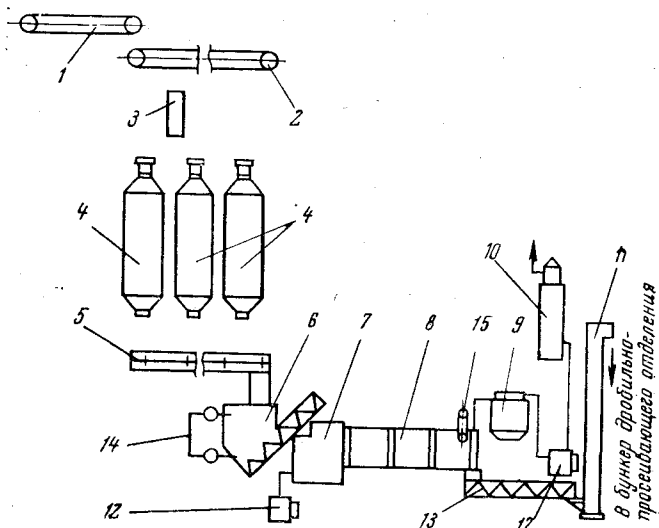


Рис. 2. Линия получения костной кормовой муки с барабанной сушилкой:

1 — подающий транспортер; 2 — транспортёр загрузки диффузора; 3 — передвижной лоток; 4 — диффузоры; 5 — транспортёр разгрузки диффузоров; 6 — бункер со шнеками; 7 — газовая печь; 8 — сушильный барабан; 9 — батарейный циклон; 10 — циклон с водяной пленкой; 11 — но́рия; 12 — вентилятор; 13 — шнек; 14 — электронный сигнализатор уровня; 15 — электроконтактный термометр ЭКТ-1.

Высокую эффективность сушки можно достигнуть, применив для этой цели сушильные установки, работающие по принципу действия установки «Атрайтор» (рис. 3). В машинах подобного типа процессы измельчения истиранием сочетаются с сушкой продукта в горячем воздухе.

Наряду с описанными методами и машинами, предназначенными для интенсификации процесса сушки кости-паренки, применима и кольцевая пневмосушилка с многократной рециркуляцией материала и воздуха (рис. 4).

Эта установка позволяет сушить материал при низких температурах и вести процесс достаточно экономично вследствие высокого насыщения влагой отработанных газов. Для получения тонкого продукта и интенсификации сушки в пневмотранспорте может быть установлено размольное устройство — дезинтегратор. Благодаря измельчению и обновлению поверхности кости процесс ее сушки ускоряется.

Применяемые в настоящее время мокрый и сухой способы обезжиривания кости и установки для их осуществления не позволяют

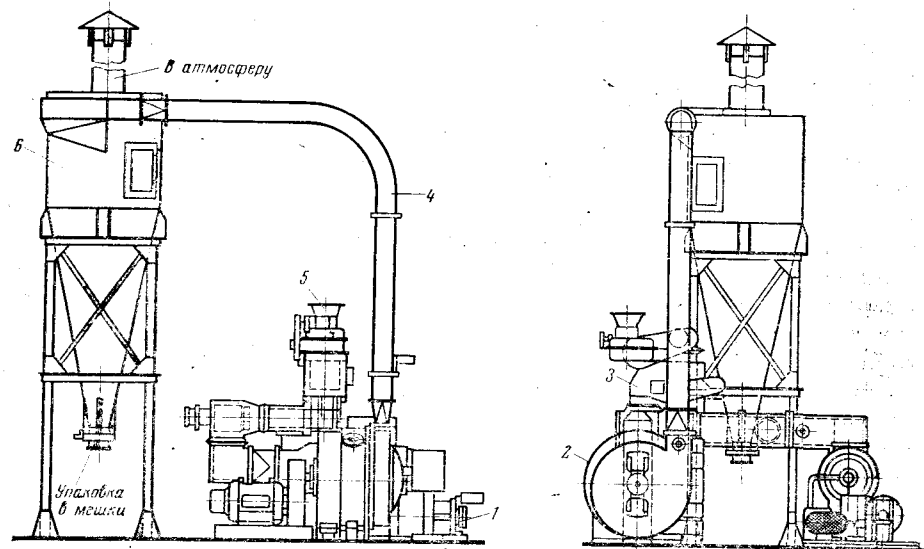


Рис. 3. Схема машины типа «Атрайтор»:

1 — воздухонагреватель; 2 — сушилка-измельчитель; 3 — магнитный сепаратор; 4 — выпускная труба; 5 — питающий бункер; 6 — циклон.

достаточно полно извлекать жир из исходного сырья. Лучшие результаты достигаются только при экстракции кости гидрофобными

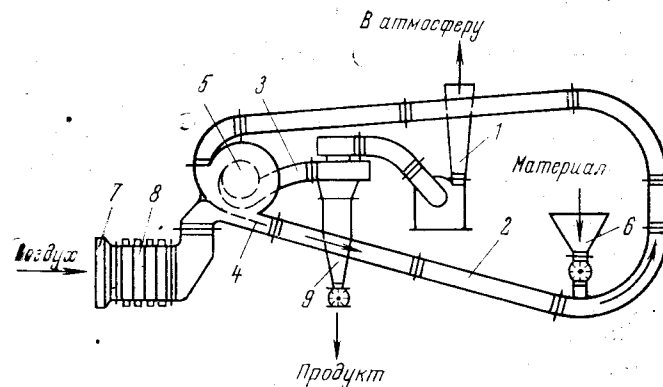


Рис. 4. Кольцевая пневмосушилка фирмы «Берк» (ФРГ):

1 — дымсес; 2 — трубопровод; 3 — коллектор; 4 — эжектор; 5 — выход воздуха; 6 — питатель; 7 — фильтр; 8 — калорифер; 9 — циклон.

органическими растворителями, при этом содержащийся в клетках жир переходит в раствор. Экстракция в своей основе является диф-

4\*  
Технологического  
института  
мясной и молочной пром-сти



фузионно-осмотическим процессом и практически продолжается до выравнивания концентрации жира в мисцелле, как остающейся в кости, так и находящейся вне ее.

Интенсивный процесс экстракции жира связан с использованием предварительно высушенной кости, тогда продолжительность этой операции зависит только от скорости диффузии молекул жира из внутренних слоев во внешние до выравнивания концентрации.

Опыт получения пищевого жира методом экстракции показал, что сушка сырой кости в стационарных экстракторах парами бензина до остаточной влажности — 10—11% требует 4—5 ч, а собственно экстракция продолжается 6,5 ч. Такая длительная обработка кости (до 15 ч) при температуре 70—80°С в сочетании с удалением остатков растворителя острым паром в течение 2,5 ч приводит к разрушению структуры коллагена, его переходу в глютин, что ухудшает качество и снижает выход продукции при последующей переработке обезжиренного сырья.

В результате длительного воздействия растворителя из кости при высокой температуре одновременно с жиром извлекаются красящие вещества и углеводороды. Вследствие этого костный жир приобретает темно-коричневый цвет и неприятный запах, содержит кальциевые мыла, а также значительное количество свободных жирных кислот и неомыляемых веществ.

Для исключения вредного воздействия высокой температуры (в сочетании с длительностью процесса) на коллаген костной ткани и жир экстракцию проводят при низкой температуре (50°С) в дихлорэтаноле, трихлорэтилене, метилхлориде. Дистилляция мисцелл происходит под вакуумом, что препятствует распаду жира и ухудшению его качества.

Этот метод предусматривает автоматическую сортировку частиц кости, причем крупные после сушки используются для выработки клея или желатина, а мелкие — идут на получение кормовой муки.

Для облагораживания жира, полученного в результате экстракции, нужен комплекс дополнительных операций: фильтрация, нейтрализация, адсорбция, дезодорация. Вместе с тем исследования показали, что если методы очистки костного жира, полученного методом экстракции, и дают положительные результаты, то спустя некоторое время после такой обработки цвет продукта восстанавливается и происходит реверсия его запаха.

Высокая степень извлечения жира (86—95%) и низкое остаточное содержание его в обезжиренной кости (0,5—2%) не могут компенсировать крупных затрат, большую продолжительность процесса, необходимость очистки и облагораживания полученной продукции, промоздкость оборудования, связанных с осуществлением этого метода. Он не нашел применения даже в непрерывно действующей аппаратуре для получения пищевого жира, хотя для выработки шрота с высоким содержанием неструктурированного коллагена этот метод является перспективным.

## ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОСТИ

Анализ применяемых методов для переработки кости показывает, что они не лишены отдельных недостатков, а поэтому не отвечают всем требованиям совершенного технологического процесса комплексной переработки сырья.

Необходимым условием совершенного технологического процесса комплексной переработки кости является непрерывность его выполнения, минимальная продолжительность термического воздействия на нее для получения доброкачественного пищевого жира, высокая степень его извлечения и предупреждение распада и потерь белков костной ткани. Это особенно важно при использовании обезжиренной кости для производства кормовой муки с повышенным содержанием усвояемого протеина и шрота с наличием в его составе большого количества неструктурированного коллагена.

Исходя из указанных требований, разработана комплексная технология переработки кости, в основу которой положены следующие принципы скоростного обезжиривания кости:

изменение прочности оболочек жировых клеток костного мозга под действием кратковременного нагрева сухим способом при умеренных температурах, обеспечивающего минимальный гидролиз белков и жиров и их высокое качество за счет непрерывного отвода жира по мере его выделения из зоны нагрева;

минимальное извлечение водорастворимых веществ и продуктов гидролитического разрушения коллагена за счет обработки кости сухим способом в тонком слое посредством кондуктивного нагрева;

изменение реологических характеристик жира под действием нагрева (уменьшение вязкости, снижение поверхностного натяжения и плотности жира);

извлечение расплавленного жира из пористой структуры кости под действием центробежной силы.

При разработке комплексной технологии были приняты во внимание особенности гистологического строения костной ткани и физико-химические свойства белковой и жировой частей кости. В технологическом процессе переработки кости наиболее продолжительной стадией является обезжиривание, поэтому при разработке комплексной технологии особое внимание было уделено интенсификации стадии обезжиривания.

В свою очередь стадия обезжиривания предусматривает выполнение, по крайней мере, двух операций: подготовку кости и собственно обезжиривание.

Цель подготовки кости — предварительное вскрытие оболочки компактного вещества, что можно достигнуть механическим раз-

рушением сырья. Поэтому для процесса извлечения жира из кости большое значение имеет степень измельчения, т. е. размер частиц.

Собственно обезжиривание измельченной кости можно осуществлять путем удаления из костно-мозговых полостей неразрушенных жировых клеток. При этом в последующем требуется тепловая обработка, в результате чего разрываются клеточные оболочки и плавится жир. Более предпочтителен метод, при котором расплавленный жир удаляется из предварительно разрушенных жировых клеток. Преимущество этого метода состоит в том, что можно устранить трудоемкий и малоэффективный процесс разделения выделенных жировых клеток и воды, упростить аппаратное оформление процесса.

В результате нагрева изменяются физико-химические и биологические свойства белков клеточных оболочек костного мозга, а также расплавляется содержащийся в клетках жир. Вследствие этого воздействия происходит денатурация белков и потеря ими первоначальной прочности, в результате чего разрываются оболочки жировых клеток и создаются условия для удаления из них жира. Эффективность этого явления определяется скоростью подвода тепла и силой, под действием которой жир удаляется из костно-мозговых полостей. В связи с этим величина поверхности, толщина слоя и состояние нагреваемости кости будут оказывать первостепенное влияние на скорость подвода тепла, необходимого для денатурации белков наружного и внутреннего слоев клеточных оболочек и расплавления жира.

Нагрев при умеренных температурах (до 100°С) вызывает денатурацию растворимых белковых веществ, увеличение асимметрии их частиц, потерю специфических свойств, сваривание и гидротермический распад коллагена, уничтожение вегетативных форм микрофлоры, дезактивацию ферментов и изменение экстрактивных веществ и витаминов. В результате денатурации уменьшаются гидрофильные и усиливаются гидрофобные свойства белковых молекул, что сопровождается сокращением их гидратации и потерей влаги.

Основная масса белков денатурируется, когда температура продукта достигнет 70°С, в результате чего увеличивается реакционная способность денатурированных белков и повышается чувствительность их к протеолитическим ферментам. По этой причине умеренно денатурированные белки лучше перевариваются организмом животного, что имеет первостепенное значение при выработке кормовой продукции.

Значительные изменения при тепловой денатурации претерпевают фибриллярные белки, наибольший интерес из которых представляет коллаген, поскольку на его долю приходится 93,1% белков костной ткани. При осторожном нагревании коллагена в воде после достижения им определенной температуры (58—62°С в зависимости от разновидности соединительной ткани) наблюдается

сваривание, т. е. необратимое сокращение волокон (примерно в 3 раза) по сравнению с первоначальной длиной.

В результате сваривания химический состав коллагена остается прежним, но структура его изменяется: резко укорачиваются пучки волокон и увеличивается их толщина. При сваривании коллагена, как и при денатурации белков, уменьшается способность к обводнению, снижается ферментативная устойчивость, изоэлектрическая точка сдвигается в сторону более высокого рН, увеличивается реакционная способность. При продолжительном нагревании (5—6 ч) сваренный коллаген дезагрегируется, образуя глютин. Этот процесс выражается в разрыве солевых и водородных поперечных связей. Более прочные ковалентные связи сохраняются, образуемые молекулы глютина состоят из пяти-шести ковалентно-связанных полипептидных цепей. Установлено, что при температуре выше 62°С, с одной стороны, происходит более быстрое превращение коллагена в глютин и переход его в раствор, а с другой — наблюдаются вторичные процессы разрушения, заключающиеся в распаде глютина с образованием полипептидов и аминокислот. Этот процесс особенно быстро протекает при температуре выше 100°С. Однако даже при температуре до 100°С глубина гидролитического распада глютина зависит от продолжительности нагрева и возрастает с увеличением длительности тепловой обработки. Полностью белки коллагенсодержащего сырья растворяются при 100—125°С и повышенном давлении ( $2 \cdot 10^5$ — $3 \cdot 10^5$  Па).

При высокой температуре (выше 100°С) возрастает скорость гидролитических процессов и параллельно происходят дезаминирование и декарбоксилирование некоторых аминокислот, нарушение естественной микроструктуры тканей, деструкция некоторых аминокислот с разрушением функциональных групп SH, ε-аминогруппы лизина и др., что отрицательно отражается на качестве кормовой муки и шрота при последующей переработке на клей и желатин.

При температуре 130°С происходят распад белков и увеличение аминного азота по отношению к исходному примерно на 30%, а при дальнейшем нагреве — до 150°С — количество аминного азота возрастает в несколько раз. В связи с этим качественные показатели белкового продукта и его переваримость ухудшаются и даже уступают переваримости белков сырого протеина.

Наряду с этим нагрев при высоких температурах в сочетании с большой продолжительностью ускоряет процесс гидролиза триглицеридов и тем ухудшает химические показатели жира.

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности нагревания костного сырья в процессе его обезжиривания только при умеренных температурах, тогда достигается поставленная цель — денатурация белков оболочек жировых клеток костного мозга и белков надкостницы, при которой ослабляется их прочность, выделяется влага и создаются благоприятные условия для удаления жира.

В результате нагрева кости сухим способом влага (в виде жид-

кости и пара) перемещается с поверхности костного сырья в окружающую среду. В процессе нагрева температура снаружи и внутри кусочка кости будет различной. Поэтому движущей силой переноса будет главным образом разность парциальных давлений водяного пара, под действием которой жир удаляется из клеток.

Интенсивность извлечения жира будет определяться скоростью подвода тепла к кусочку обрабатываемой кости. В свою очередь скорость зависит от плотности ее контакта с преющими поверхностями аппарата, толщины слоя и состояния кости в процессе нагрева.

В этой связи перемешивание измельченной кости с одновременным и непрерывным перемещением ее тонким слоем между двумя нагретыми поверхностями аппарата обеспечит быстрый подвод тепла, необходимого для денатурации клеточных белков, выделения влаги, превращения ее в пар, под действием которого жир удалится из разрушенных клеток.

Благодаря значительной разности температур между костью и нагретой поверхностью происходит диффузия частиц жидкости или пара в материале. В капиллярнопористых телах термодиффузия дополняется капиллярной термовлагопроводностью, в результате которой влага, осмотически связанная и капиллярная, выделяется в жидком состоянии, а влага, связанная адсорбционно, перемещается в виде пара.

Перемещаемая в виде жидкости влага увлекает за собой растворенные вещества. Следует отметить, что в кости содержится небольшое количество растворенных веществ, главным образом азотистых и растворимых минеральных веществ.

В ходе обезжиривания мокрым способом из кости извлекаются жир, азотистые, экстрактивные, минеральные вещества и водорастворимые витамины, причем почти 80% сухого остатка приходится на долю азотистых веществ, главным из которых является глютин, возникший в результате гидролиза коллагена.

В результате обезжиривания сухим способом при умеренной температуре тонкий наружный слой кости быстро обезвоживается вследствие испарения влаги с поверхности и задержек поступления ее из нижних слоев. По мере повышения температуры влага, главным образом в виде пара, удаляется из более глубоких слоев частицы кости. Вследствие этого исключается возможность длительного воздействия влаги на белковую часть костной ткани, что препятствует гидролизу коллагена в глютин.

Наряду с этим при сухом способе обезжиривания почти полностью сохраняются водорастворимые белки и витамины, а также исключаются потери жира с эмульсией, что бывает при контакте кости с водой.

По этой причине сухой метод обезжиривания кости при умеренных температурах (90°С) ведет к минимальным потерям органических и минеральных веществ и предотвращает разрушение коллагена.

При обезжиривании кости тепловым способом нагрев разрушает сложную внутриклеточную коллоидную систему, в которой содержится жир.

Повышение температуры кости приводит к изменению агрегатного состояния жира. При нагревании до температуры плавления жир из твердого состояния переходит в жидкое, изменяется его вязкость.

При температуре 40—100°С вязкость жира непрерывно уменьшается.

Под действием температуры одновременно с резким уменьшением вязкости снижается и поверхностное натяжение жира, в результате чего он становится текучим. При этом сливаются отдельные капельки, и в клетке образуется гомогенная фаза в виде крупной капли жира.

Разрыв клеточных оболочек создает благоприятные условия для удаления капель жира из разрушенных клеток кости, слияния их в единую объемную фазу и непрерывному отводу из сферы нагрева.

Нагретую кость можно рассматривать, по крайней мере, как двухкомпонентную систему, состоящую из твердой (костной ткани) и жидкой (жира и воды) фаз. Поэтому для обезжиривания кости достаточно удалить из этой неоднородной системы жидкий компонент. Такую задачу можно решить, в частности, с помощью центробежной силы.

Для разделения многокомпонентной грубодисперсной системы применяется центробежная фильтрация. Она может быть использована при обработке нагретой и измельченной кости в центробежном поле.

В ходе центробежной фильтрации различают три периода: образование, уплотнение и механическая сушка осадка. Для грубодисперсного осадка проницаемость мало зависит от сжимающего его давления.

В конце центробежной фильтрации в местах соприкосновения частиц обрабатываемой кости и на ее поверхности остается жидкость, удерживаемая капиллярными и молекулярными силами. Часть ее постепенно перетекает от одного стыка к другому в направлении к дренирующему сити под действием центробежных сил и воздушного потока, проходящего через кость. Другая часть остается в капиллярах и тем самым указывает на возможность содержания в отцентрифугированной кости некоторого количества жира.

Применение сухого способа нагрева измельченной кости в тонком слое при умеренных температурах и последующая обработка ее в центробежном поле обеспечивают скоростное извлечение жира и предотвращают гидролитические процессы распада жира и белков, что способствует повышению выхода и качества готовой продукции.

Степень извлечения жира из кости сухим способом зависит в основном от следующих факторов: величины частиц кости, продолжительности обезжиривания и температуры процесса.

Для установления влияния размера частиц кости на степень извлечения жира при обезжиривании сухим способом в непрерывном потоке ее подвергали дроблению до различной величины частиц, а затем обезжиривали в шнековом аппарате конструкции ВНИИМП.

Исходным сырьем служили эпифизы (говядины II категории), которые измельчали на силовом измельчителе, изменив расстояние между неподвижными ножами, и на молотковой дробилке БДМ с набором сменных решеток с отверстиями диаметром 35; 30 и 12 мм.

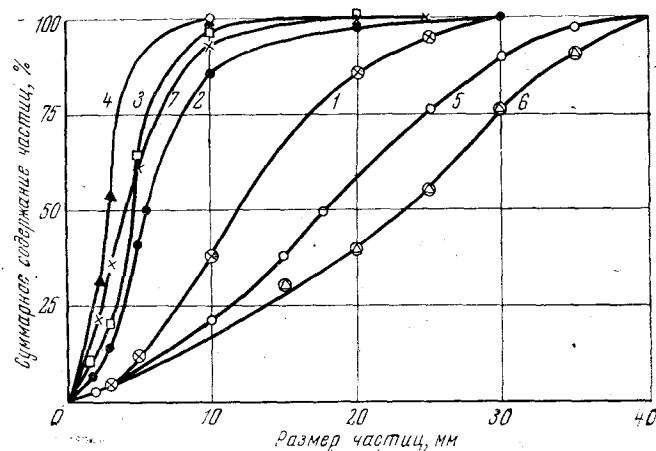


Рис. 5. Суммарные кривые:  
1, 5, 6 — кость измельчали на силовых измельчителях СИ-30, СИ-50, СИ-70; 2, 3, 4, 7 — кость измельчали на дробилке на ДМ-35, ДМ-25, ДМ-12.

Средний максимальный размер частиц кости определяли по суммарным кривым 1, 5, 6 (рис. 5), характеризующим ее дисперсный состав при обработке на силовом измельчителе с расстоянием между неподвижными ножами соответственно 30, 50 и 70 мм (СИ-30, СИ-50, СИ-70), а по кривым 2, 3, 4 — на дробилке с отверстиями решетки соответственно 35, 30 и 12 мм.

Измельченную кость обрабатывали в шнековом аппарате, установленном под углом 15° и снабженном устройством для непрерывного отвода жира. Процесс во всех случаях длился 11 мин.

Результаты средних данных приведены в табл. 5.

Показатели	Силовые измельчители			Силовые измельчители и молотковая дробилка с отверстиями решетки диаметром, мм		
	СИ-70	СИ-50	СИ-30	35	30	12
Давление греющего пара, Па	2,9·10 <sup>5</sup>	3,2·10 <sup>5</sup>	3,1·10 <sup>5</sup>	2,9·10 <sup>5</sup>	3,1·10 <sup>5</sup>	2,9·10 <sup>5</sup>
Температура кости после обезжиривания, °С	82	85	87	90	87	86
Выход жира к массе исходной кости, %	5,0	8,6	6,2	2,6	1,6	0,5
Химический состав кости после обезжиривания, %						
влага	35,1	33,3	28,9	25,7	22,2	18,5
жир*	20,2	18,4	24,4	27,1	28,9	30,9
зола*	42,3	41,9	31,6	34,1	31,7	35,3
белок*	37,5	39,7	44,0	38,8	39,4	33,8

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

Из табл. 5 видно, что величина частиц является одним из важных технологических параметров, определяющих степень извлечения и выход жира при обработке кости сухим методом в непрерывном потоке. Максимальное извлечение жира (40%) и его выход (8,6%) были достигнуты при среднем размере частиц 18 мм. При более мелком измельчении степень извлечения жира заметно уменьшалась и при среднем размере частиц в 3 мм снижалась до 2%.

Такое положение можно объяснить двумя причинами. Во-первых, с уменьшением среднего размера частиц возрастает их поверхность, в результате чего увеличивается свободная поверхностная энергия. Молекулы жира, выделенного из измельченной кости под влиянием теплового воздействия, испытывают притяжение со стороны этой поверхности и тем сильнее, чем больше адсорбирующая поверхность. Вследствие этого частицы — адсорбенты покрываются тонким слоем жира-адсорбата, а свободная поверхностная энергия уменьшается.

Во-вторых, при более мелком измельчении кости вскрываются больше капилляров, в которые благодаря малому поверхностному натяжению легко проникает выделенный из клеток жир, удерживаясь в них капиллярными силами.

Благодаря этому при определенной степени измельчения может наступить равновесие между количеством жира, извлеченного из клеток, и жира, удерживаемого частицами кости, и как следствие прекращается отвод его из аппарата. Вероятно, низкий выход продукта (0,5%) и незначительный процент его извлечения из кости, частицы которой имели средний максимальный размер 3 мм, свидетельствуют о приближении к такому состоянию. На это же указы-

5\*

дает наибольшее остаточное содержание жира в кости после ее обезжиривания — 30,9% (в пересчете на сухую кость). Однако более мелкое измельчение кости ведет к ее усиленному обезвоживанию из-за увеличения поверхности испарения. Так, влажность кости при размере ее частиц 23 мм составляла 35,1%, а при 3 мм — 18,5% (влажность исходного сырья была одинаковой).

Вследствие недостаточного вскрытия губчатого вещества костной ткани (размер частиц — 23 мм) степень извлечения и выход жира снижались, а влажность увеличивалась.

Для определения влияния длительности обезжиривания сухим методом в непрерывном потоке на выход и степень извлечения жира говяжью рядовую кость после разовой обработки в силовом измельчителе ВНИИМП передавали в шнековый аппарат с рабочей длиной 3 м, различной частотой вращения шнека и времени термической обработки.

Данные о влиянии продолжительности обезжиривания кости на выход жира при давлении греющего пара  $2,9 \cdot 10^5$  Па приведены в табл. 6.

Таблица 6

Показатели	Номер эксперимента					
	1	2	3	4	5	6
Частота вращения шнека, об/мин	15,0	8,8	6,6	4,1	3,3	3,3*
Время продвижения кости по шнековому аппарату, мин-с	2-30	4-00	5-30	8-10	11-00	22-00
Выход жира к массе исходной кости, %	0,9	4,9	6,0	8,6	9,7	9,7
Содержание влаги и жира в кости после обезжиривания, %						
влага	39,5	35,2	31,3	28,7	26,6	17,7
жир**	27,5	24,8	22,7	21,0	20,3	20,3

\* Партию кости дважды последовательно пропускали через шнековый аппарат для увеличения продолжительности продвижения кости по шнековому аппарату.

\*\* Содержание жира дано в пересчете на сухую кость.

Из табл. 6 видно, что с увеличением продолжительности термической обработки кости в шнековом аппарате выход и степень извлечения жира увеличиваются. Наилучшие результаты (9,7%) достигались, когда однократно обработанная кость находилась в шнековом аппарате 11 мин. В этом случае фиксировалось наименьшее остаточное содержание жира в кости. Дальнейший рост продолжительности термической обработки не изменяет этого положения ввиду того, что сила, под действием которой удаляется жир из разрушенных жировых клеток костного мозга, недостаточна для преодоления всех капиллярных сил и продвижения продукта по сложной системе капилляров из внутренних слоев частиц кости.

Одновременно говяжью рядовую кость вначале 11 мин обезжиривали, как описано выше, а затем повторно измельчали на дробилке через решетку с отверстиями диаметром 25, 30 и 35 мм и вторично обрабатывали в шнековом аппарате в течение того же времени и при том же температурном режиме. Было установлено, что независимо от степени повторного измельчения жир из аппарата не выделялся, а только уменьшалась влажность кости.

Для изучения влияния температурного режима на обезжиривание кости в шнековом аппарате и качество продукта говяжьей эпифизы обрабатывали при различных параметрах пара.

Учитывая, что температурный режим процесса зависит от параметров пара, изменяли его давление от  $0,49 \cdot 10^5$  до  $2,9 \cdot 10^5$  Па. Принятый диапазон давления греющего пара основывается на практике эксплуатации теплового оборудования в производственных условиях, работающем на паре с давлением не выше  $3,9 \cdot 10^5$  Па. Пар более высокого давления требует создания аппаратов повышенной прочности, дополнительного расхода металла и реконструкции тепловых сетей предприятий. С другой стороны, высокая температура процесса отрицательно скажется на состоянии белковой и жировой части кости.

Давление пара регулировалось с помощью редукционного клапана, установленного на паропроводе, питающем шнековый аппарат.

Степень извлечения и качественные показатели жира приведены в табл. 7.

Таблица 7

Показатели	Давление пара в системе, $10^5$ Па				
	2,9	1,96	1,47	0,98	0,49
Продолжительность обезжиривания, мин.	11	11	11	11	11
Температура выделенного жира, °С	78	73	71	62	55
Температура кости, °С	84	80	75	70	67
Степень извлечения жира, %	37,0	33,8	32,2	28,2	28,0
Содержание влаги в кости после обезжиривания, %	29,2	32,1	32,8	33,1	35,5
Кислотное число жира	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4
Перекисное число, % йода	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01
Цвет жира	Желтый				
Запах и вкус	Нормальный				

Из табл. 7 следует, что при снижении давления пара в шнековом аппарате степень извлечения жира, его температура, равно как и температура обезжиренной кости, уменьшаются. Объясняется это уменьшением движущей силы процесса обезжиривания, равной разности парциальных давлений водяного пара в кости.

Максимальное извлечение жира достигается при давлении пара  $2,9 \cdot 10^5$  Па. В результате понижения температуры процесса обезжиривания заметно возрастает влажность обработанной кости, так как в этом случае температурный градиент влаготтока уменьшается и удаление влаги замедляется.

Температура процесса во всех случаях обеспечивает инактивацию гидролитического фермента липазы, вследствие чего независимо от давления кислотное число жира имело близкие значения, зависящие только от последовательности переработки свежей кости. Этим объясняются и значения перекисных чисел.

Установлено, что кратковременное термическое воздействие в интервале использованных давлений греющего пара не влияет на окислительную деструкцию жира и его органолептические показатели.

Для определения количественных и качественных показателей продуктов, получаемых при обезжиривании кости сухим способом в непрерывном потоке при установленном оптимальном режиме процесса, были проведены опыты с различными видами сырья. Исходной служила разнообразная номенклатура кости. Во всех случаях процесс проводился в шнековом аппарате конструкции ВНИИМП с рабочей длиной шнека 3 м, с частотой вращения шнека 3,3 оборота в мин в течение 11 мин, при давлении греющего пара  $2,9 \cdot 10^5$  Па.

Выход и качественные показатели продуктов, получаемых при оптимальном режиме обезжиривания кости сухим способом, представлены в табл. 8.

Из табл. 8 видно, что установленные режимы обезжиривания являются оптимальными для всех видов кости независимо от особенности ее гистологического строения и соотношения отдельных номенклатур в смесях.

Обезжиривание кости в шнековом аппарате позволяет за 11 мин получить количество жира, примерно равное нормативу, утвержденному для мокрого способа извлечения жира из кости вываркой в кипящей воде в течение 6 ч.

Наряду с этим результаты опытов показывают, что установленные режимы термической обработки кости позволяют проводить процесс при умеренных температурах, что дает возможность получать жир с хорошими химическими показателями, характерными для пищевого жира высшего и I сортов.

Степень извлечения жира определяется не только режимами его получения, но и содержанием в исходной кости и ее морфологией. Из кости с преобладанием губчатого вещества и с приблизительно одинаковым исходным содержанием жира (эпифизы, рядовая, газовая) его получают примерно до 40%. Если же у кости преобладает компактное вещество, а исходное содержание жира более низкое (ребра, паспортная), то степень извлечения жира снижается до 30%.

Особенность морфологии трубчатой кости, где жир входит в

Показатели	Кость					
	эпифиз	газовая	ребра	рядовая	паспортная	свиная трубчатая
Состав исходного сырья, %						
влаги	32,1	42,8	45,9	45,6	39,5	35,4
жир *	36,4	35,0	17,8	32,7	21,4	32,3
зола *	33,2	40,0	45,1	30,5	45,5	33,6
белок *	30,4	25,0	37,1	36,8	33,1	34,1
Состав жиромассы, %						
влаги	4,8	3,5	19,7	5,5	2,7	1,9
жир	94,2	95,7	77,5	93,6	96,9	97,6
сухой остаток	1,0	0,8	2,8	0,9	0,4	0,5
Выход жира к массе исходной кости, %	9,7	8,4	2,7	7,7	3,9	9,9
Выход кости к массе исходной, %	70,0	67,0	66,0	64,9	72,3	64,8
Температура жиромассы, °С	76	75	74	78	76	75
Температура обезжиренной кости, °С	87	85	84	85	86	84
Степень извлечения жира к содержанию его в исходной кости, %	39,6	42,0	28,1	42,5	30,3	47,5
Состав обезжиренной кости, %						
влаги	25,0	26,0	26,2	28,2	26,9	28,7
жир *	26,5	23,2	13,9	21,9	16,9	24,1
зола *	42,4	40,7	47,9	37,7	46,3	35,9
белок *	32,1	36,1	38,2	40,4	36,8	39,6
Качественные показатели жира:						
содержание влаги, %	0,15	0,20	0,20	0,10	0,20	0,25
кислотное число	1,0	1,2	1,3	1,1	1,5	1,7
перекисное число, % йода	0,00	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04
цвет при 20°С				Желтый		Белый
запах и вкус				Нормальный		
консистенция при 20°С				Мазеобразная		
прозрачность в расплавленном состоянии				Прозрачная		

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

костный мозг в диафизе и в губчатом веществе эпифизов, заключается в том, что в ней создаются благоприятные условия для более полного извлечения жира; это подтверждают опыты на свиной трубчатой кости.

Низкое содержание сухого остатка в жиромассе доказывает, что сухой способ переработки кости гарантирует минимальные потери водорастворимых веществ. Это видно из анализа сухого остатка жиромассы, полученной из рядовой говяжьей кости, состав которой характеризуется следующими данными: жира — 64%, минеральных веществ — 5,9%, белка 30,5%.

Одновременно с обезжириванием кость обезвоживается, причем основная масса влаги извлекается не с жиромассой, а в виде сокового пара, поскольку для обработки применяется сухой способ.

Анализ показал, что из-за отсутствия ощутимых потерь содержание белка в обезжиренной кости находится на довольно высоком уровне и достигает в пересчете на сухую кость 40,4%, а это предопределяет возможность использования ее как сырья для получения кормовой продукции, желатина и клея.

Однако высокое остаточное содержание жира в кости после ее обработки сухим способом ограничивает стойкость кормовой муки. Следовательно, процесс однократного обезжиривания недостаточен для преодоления капиллярных сил, удерживающих жир в кости. Для более полного его извлечения частично обезжиренную кость обрабатывают в центробежном поле.

#### ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ НАГРЕТОЙ КОСТИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОЛЕ

Для более полного извлечения жира из кости, обработанной сухим способом, был применен метод центробежной фильтрации.

Чтобы поддержать жир в расплавленном состоянии, предотвратить его адсорбцию на поверхности частиц и компенсировать потери тепла при центрифугировании нагретой кости, в ротор центрифуги через форсунку подавали водяной пар.

Изменение содержания жира в кости при фильтрационном центрифугировании является функцией ряда параметров, главными из которых являются продолжительность этого процесса, величина частиц, температура, угловая скорость и радиус ротора центрифуги, а также исходное содержание жира в сырье. Влияние этих факторов на степень извлечения жира устанавливали путем изменения исследуемого параметра, оставляя неизменными остальные. Испытания проводили в центрифугах фильтрующего типа ТВ-450 и ТН-800.

Для установления влияния величины частиц кости на степень извлечения жира говяжьей эпифизы, предварительно обезжиренные в шнековом аппарате, после предварительного измельчения на молотковой дробилке через решетку с отверстиями диаметром 35; 30 и 25 мм подвергали центрифугированию в течение четырех минут, причем в первые три минуты в ротор центрифуги подавали пар. Результаты работы представлены в табл. 9.

Как видно из приведенных данных, с уменьшением величины частиц степень извлечения жира возрастает и, естественно, уменьшается остаточное его содержание в кости. При более тонком измельчении наряду с дополнительным разрушением оболочки компактного вещества, препятствующей выходу жира из губчатой массы, уменьшается длина капилляров. Под действием центробежной силы процесс удаления жира из кости облегчается.

Для установления влияния продолжительности центрифугирования на степень извлечения жира рядовую говяжью кость, предварительно обезжиренную в шнековом аппарате, обрабатывали в

Показатели	Изменение степени извлечения жира из кости при центрифугировании в зависимости от средней величины ее частиц, мм			
	11,5	6,0	5,0	4,0
Температура кости после центрифугирования, °С	73	74	72	73
Химический состав кости после центрифугирования, %				
влага	27,7	28,2	28,0	27,4
жир *	14,2	6,5	6,0	5,4
зола *	47,3	48,2	49,5	50,5
белок *	38,5	45,3	44,5	44,1
Степень извлечения жира, %	46,5	68,0	71,0	75,0

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

центрифуге при различной длительности подачи пара в ротор. При этом через определенные промежутки времени выделенный фугат собирали и после отстаивания и отсолки удаляли из него жир. Из представленного на рис. 6 графика влияния продолжительности центрифугирования на степень извлечения жира из кости видно, что основная масса жира извлекается за 3—4 мин. Отсюда следует, что дальнейшая обработка нецелесообразна, поскольку фугат крайне беден жиром.

Изменение скорости выделения жира при центрифугировании кости показано на рис. 7. Из него видно, что процесс фильтрационного центрифугирования протекает с разной скоростью и в зависимости от нее характеризуется тремя стадиями. Первая — извлечение жира с возрастающей скоростью, которая за первые 30с изменяется от нуля до максимума.

Вторая стадия — жир выделяется с падающей скоростью. Она резко снижается в течение последующих 150с.

Третья стадия — жир извлекается с затухающей скоростью — начинается со 180с после запуска центрифуги. На этой стадии скорость процесса падает крайне медленно.

На первой стадии процесса выделяется жир, находящийся главным образом на периферийных участках губчатого вещества кости. Под действием центробежной силы жир, преодолевая капиллярное сцепление, удаляется и его остаточное количество в кости уменьшается.

На второй стадии жир поступает из более глубоких слоев кости. При этом усилие затрачивается на его миграцию по сложному капиллярному лабиринту, вследствие чего в единицу времени к периферийным участкам частицы кости подходит меньше жира и выход его снижается. На этой стадии в основном заканчивается выделение жира из крупных костномозговых полостей, и он остается в мелких, примыкающих к компактному веществу.

В дальнейшем центробежная сила должна быть достаточной для извлечения жира из мелких костномозговых полостей, преодоления сил его молекулярного сцепления с белковой и минеральной частью костной ткани и создания давления, необходимого для миграции отдельных капель жира через уплотненную массу кости. Однако величина центробежной силы центрифуги ограничена ее техническими показателями. Поэтому на определенном этапе центрифугирования величина центробежной силы становится недостаточной для преодоления сил, препятствующих дальнейшему выделению жира. По этой причине на третьей стадии выход жира непрерывно сокращается и в дальнейшем прекращается вовсе.

Из рис. 6 видно, что при центрифугировании в течение 3—4 мин из предварительно обработанной кости извлекается 66—73% содержащегося в ней жира. Этот процесс протекает быстро и проходит при умеренной температуре (70—74° С), исключающей деструкцию коллагена костной ткани.

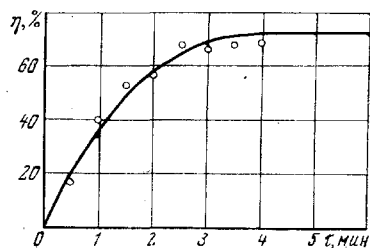


Рис. 6. Влияние продолжительности центрифугирования на степень извлечения жира.

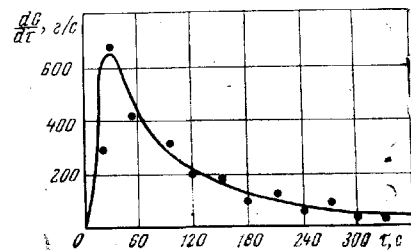


Рис. 7. График, характеризующий скорость выделения жира при центрифугировании.

Для определения влияния температуры в ходе центрифугирования на степень обезжиривания рядовую говяжью кость предварительно обрабатывали сухим способом в шнековом аппарате, после чего дополнительно измельчали на дробилке через решетку с отверстиями диаметром 30 мм.

Подготовленное таким образом сырье пропускали через центрифугу в течение 3 мин с подачей в ее ротор водяного пара и 1 мин — без пара. При этом в каждом случае отбирали равное количество кости с одинаковой температурой.

Температуру в процессе центрифугирования изменяли путем дросселирования водяного пара, который подавали в ротор до давления  $1,2 \cdot 10^5$ ,  $2,5 \cdot 10^5$ ,  $2,9 \cdot 10^5$ ,  $3,9 \cdot 10^5$  Па.

Химический состав центрифугируемой кости характеризовался следующими данными: влага — 28,1%, жир — 24,5%\*, зола — 38,0%\*, белок — 37,5%\*.

Степень обезжиривания кости при ее центрифугировании характеризуется данными табл. 10.

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

Показатели	Давление пара в системе, Па			
	$1,2 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$
Масса центрифугируемой кости, кг	26,4	26,4	26,4	26,4
Температура кости, °С				
до центрифугирования	55	55	55	55
после центрифугирования	55	59	68	72
Температура фугата, °С	55	67	75	85
Масса полученного фугата, кг	3,4	3,7	3,6	3,8
Состав кости после центрифугирования, %				
влага	33,8	34,9	36,6	36,9
жир*	11,5	11,5	11,3	11,1
зола*	47,5	48,0	49,0	46,9
белок*	41,0	40,5	39,7	42,0

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

Как видно из табл. 10, повышение температуры кости при центрифугировании (до 85° С по фугату) несущественно уменьшает остаточное содержание в ней жира. Поэтому важно поддерживать температуру выше точки плавления костного жира, при котором он находится в жидком текучем состоянии. Это создает благоприятные условия для его удаления из костномозговых полостей.

Исходное содержание жира в кости существенно влияет на его выход при обезжиривании в центробежном поле (фильтрационном центрифугировании). Для изучения этого явления рядовую говяжью кость, позвонки и эпифизы предварительно измельчали и обезжиривали сухим способом в шнековом аппарате, после чего повторно обрабатывали в дробилке с отверстиями решетки диаметром 22 мм и центрифугировали при одной и той же температуре в течение 3 мин с подачей пара в ротор. Эпифизы и позвонки обрабатывали в центрифуге с фактором разделения 1000, а рядовую кость — 700.

При центрифугировании кости динамика выделения жира с различным исходным его содержанием представлена на рис. 8. При прочих равных условиях количество выделенного жира из одного и того же вида рядовой кости зависит от содержания его в исходном сырье (кривые 4 и 2). Чем выше содержание в нем жира, тем больше выделенного жира (кривая 4). Аналогичное положение наблюдается для кости, имеющей разное анатомическое строение. Так, при центрифугировании более богатых жиром эпифизов (кривая 3) количество выделенного жира выше, чем при обработке позвонков (кривая 1).

Для установления влияния величины фактора разделения на степень обезжиривания говяжьей эпифизы предварительно обрабатывали на силовом измельчителе, обезжиривали в шнековом аппарате\*



рате сухим способом и повторно измельчали на дробилке через решетку с отверстиями диаметром 25 мм. Дальнейшее обезжиривание кости одинакового химического состава проводили в фильтрующих центрифугах с фактором разделения 450, 700 и 1000. Процесс центрифугирования протекал по одинаковому режиму: с подачей пара в центрифугу 3 мин и без подачи пара — 1 мин.

Результаты обезжиривания кости при разных факторах разделения центрифуги представлены на рис. 9.

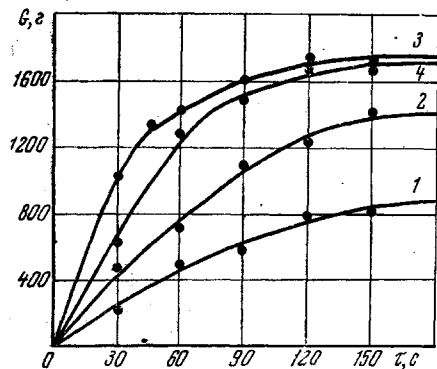


Рис. 8. Выход жира при центрифугировании в зависимости от его содержания в кости.

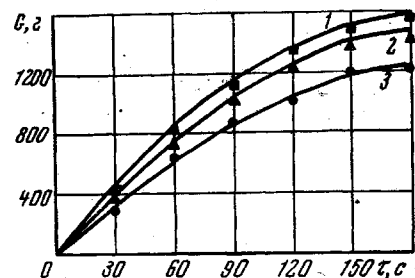


Рис. 9. Выход жира при центрифугировании кости в зависимости от фактора разделения  $F$ :

1 —  $F=1000$ ; 2 —  $F=700$ ; 3 —  $F=450$ .

Из рис. 9 видно, что с увеличением фактора разделения выход жира из кости заметно возрастает. Это вызвано увеличением центробежной силы, которая легче преодолевает сопротивление капилляров, удерживающих жир в кости и обеспечивает более полное его извлечение, что подтверждается также уменьшением остаточного содержания жира в кости после ее центрифугирования.

Фактор разделения центрифуги	Остаточное содержание жира в кости после центрифугирования, % в пересчете на сухую кость
450	10—11
700	6—8
1000	4—5

Влияние влажности кости на степень ее обезжиривания устанавливали путем обработки рядовой говяжьей кости на центрифуге с фактором разделения 700 и 1000. Сырье предварительно пропускали через силовой измельчитель, обезжиривали в шнековом аппарате и повторно измельчали на дробилке через решетку с отверстиями диаметром 25 мм. Подготовленную таким способом кость делили на партии. Первую после измельчения центрифугировали, а остальные подсушивали до различной влажности, а затем центрифугировали. Этот процесс проводили при одинаковом

температурном режиме и оптимальной продолжительности. В каждом случае центрифугу загружали равным количеством кости.

Эксперименты показали, что с изменением влажности поступающей на центрифугу кости в пределах 4,6—32,8% остаточное содержание в ней жира после обработки практически не изменяется независимо от фактора разделения машины, в которой осуществляется обезжиривание. Очевидно, что подаваемый в ротор центрифуги острый пар в известной мере восполняет влагу, утерянную костью при предварительной подсушке. В связи с этим в исследованном диапазоне влажность сырья, поступающего на центрифугирование, практически не влияет на результат обезжиривания.

С другой стороны, предварительная подсушка ухудшает химические и органолептические показатели жира вследствие более длительного контакта нагретого воздуха с костью, а ее в свою очередь с горячей поверхностью аппарата. Так, перекисное число жира, полученного из кости, не подвергнутой предварительной сушке, было 0,00, а жира, выделенного из кости, предварительно подсушенной в течение 30 мин, это число составляло 0,01—0,015% йода. Жир имел темный цвет и резко выраженный поджаристый запах, тогда как эти свойства отсутствовали в продукте, извлеченном из кости, не подвергнутой предварительной сушке.

Исходя из результатов определения режимов фильтрационного центрифугирования кости, установлена математическая зависимость выхода жира от основных технологических параметров

$$dG = - \frac{K_1 G \omega^2 R t d\tau}{\delta (1 + K_2 \tau)^2},$$

где  $dG$  — изменение содержания жира в кости;  
 $G$  — исходное содержание жира в кости;  
 $\omega$  — угловая скорость вращения ротора центрифуги;  
 $R$  — радиус ротора центрифуги;  
 $t$  — температура кости в интервале 55—85° С;  
 $\tau$  — продолжительность центрифугирования;  
 $\delta$  — средний размер частиц;

$\beta = (1 + K_2 \tau)^2$  — степень уплотнения кости при центрифугировании;  
 $K_1, K_2$  — коэффициенты пропорциональности, учитывающие физико-химические свойства сырья: для позвонков  $K_1 = 0,0675 \cdot 10^{-9}$  с/град;  
 $K_2 = 0,0027$ /с; для эпифизов  $K_1 = 0,135 \cdot 10^{-9}$  с/град;  $K_2 = 0,0027$ /с;  
 $(1 + K_2 \tau)^2$  — показатель степени уплотнения кости при центрифугировании, учитывающий изменение во времени количества извлекаемого жира вследствие образования заземленных зон.

Разработанная математическая зависимость позволяет определить выход жира с учетом различных параметров процесса центрифугирования кости.

Как было установлено, для глубокого обезжиривания при умеренных температурах и исключения деструкции белков необходима двухстадийная последовательная обработка измельченного костного сырья в шнековом аппарате, а затем на фильтрующей центрифуге. В связи с этим возникла необходимость установить влияние

продолжительности обезжиривания кости способом в шнековом аппарате на суммарную степень извлечения жира при последовательном двухстадийном обезжиривании.

Для этого в качестве исходного сырья использовали рядовую говяжью кость. В ходе работы ее измельчали, обезжиривали с различной продолжительностью в шнековом аппарате, повторно измельчали на дробилке через решетку с отверстиями диаметром 25 мм, обрабатывали в центрифуге фильтрующего типа с фактором разделения 1000.

Результаты испытаний представлены на рис. 10. Как видно из рис. 10, степень извлечения жира за две стадии обезжиривания кости составляет 85%. При этом было установлено, что при сокращении продолжительности обработки в шнековом аппарате (пер-

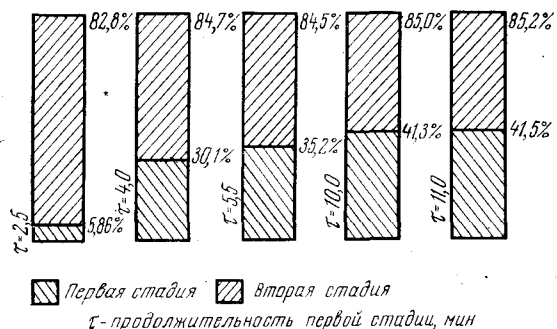


Рис. 10. Суммарная степень извлечения жира за две стадии обезжиривания.

вая стадия) уменьшается количество извлекаемого жира и одновременно оно увеличивается на такую же величину во время центрифугирования (вторая стадия).

Благодаря этому суммарная степень извлечения жира не изменяется.

Объясняется это тем, что с сокращением продолжительности первой стадии обезжиривания остаточное содержание жира и влаги в кости возрастает. В центрифугу поступает нагретая кость с большим содержанием жидкой фазы. При обработке такого сырья в центробежном поле увеличивается выход жидкой фазы, а следовательно, и жира.

Из этого следует, что роль процесса центрифугирования повышается по мере сокращения продолжительности обработки кости в шнековом аппарате (на I стадии). Однако нельзя считать, что для извлечения жира можно ограничиться только центрифугированием. Если подготовку кости на I стадии процесса не проводить, то этот процесс был бы невозможен, поскольку жир в сырой кости находится в твердом агрегатном состоянии. К тому же измельченная кость представляет собой вязкую массу, которую практически

невозможно равномерно загрузить в быстро вращающийся ротор центрифуги. Если все же предположить, что I стадию обезжиривания можно исключить, то потребуется продолжительная обработка кости в центрифуге с воздействием на нее острого пара, что приведет к гидролизу белков, продукты которого наряду с водорастворимыми белками перейдут в фугат. Это в свою очередь вызовет потери и обесценит кость как сырье для получения кормовой продукции, клея и желатина.

На базе оптимальных режимов обработки кости сухим способом в непрерывном потоке и последующего ее фильтрационного центрифугирования разработан двухстадийный процесс обезжиривания, позволяющий получать пищевой костный жир и обезжиренную кость с высоким содержанием белков.

### ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОБЕЖИРИВАНИЯ НА ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСТИ

С целью проверки разработанного двухстадийного режима обезжиривания кости и его влияния на структуру костной ткани были проведены гистологические исследования на образцах рядовой (эпифизы) и паспортной (ребра) кости.

Для этого отбирали образцы каждого вида кости после обработки исходного сырья на силовом измельчителе, обезжиривания в шнековом аппарате и центрифугирования.

Гистологические исследования показали, что жировые клетки костного мозга равномерно расположены в полостях, образованных перекладинами костной ткани. В образцах эпифизов (рис. 11) они плотно прилегают одна к другой и заполняют все полости губчатой кости. Вместе с тем из рисунка видно, что эти полости не изолированы, а сообщаются между собой.

В образцах ребер (рис. 12) жировых клеток в костномозговых полостях оказалось значительно меньше по сравнению с эпифизами, что указывает на меньшее содержание в первых жира. Однако как в эпифизах, так и в ребрах жировые клетки имеют округленную форму и покрыты оболочкой.

При исследовании образцов кости после I стадии обезжиривания (рис. 13, 14) было установлено, что все жировые клетки полностью разрушены и жир находится в костномозговых полостях в виде гомогенной массы, причем примерно 60—75% жира осталось в костномозговых полостях, а остальная его часть была извлечена в результате обработки в шнековом аппарате. Эти данные согласуются с химическими анализами кости до и после обезжиривания. Количество жира в эпифизах и ребрах (в пересчете на сухую кость) составляло 44,6% и 20,6%, а после обезжиривания — соответственно — 27,1 и 15,3%.

Степень обезжиривания после I стадии обработки составила для эпифизов 40% и для ребер 26%, что совпадает с данными гистологических исследований.

Исследования подтвердили, что в результате 11-минутного умеренного температурного воздействия на обрабатываемую в непрерывном потоке кость изменяется агрегатное состояние жира, происходит денатурация и разрушение белков оболочек жировых клеток, вследствие чего расплавленный продукт вытекает из них и

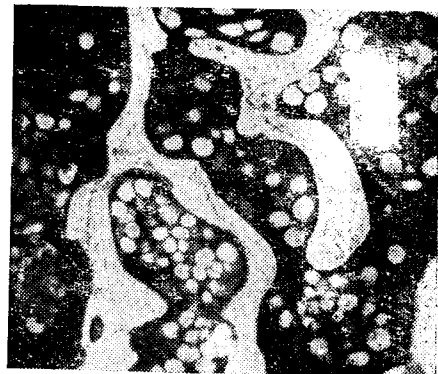
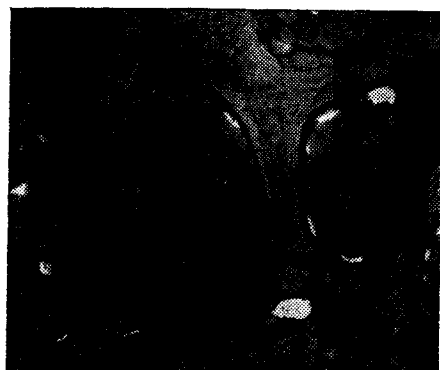


Рис. 11. Гистологический срез сырого эпифиза.

Рис. 12. Гистологический срез сырого ребра.

частично удаляется из кости. Одновременно исследования показали, что для более полного извлечения жира необходима еще одна стадия обработки кости.



Рис. 13. Гистологический срез эпифиза после I стадии обезжиривания.

Рис. 14. Гистологический срез ребра после I стадии обезжиривания.

Было установлено, что после II стадии обезжиривания крупные ячейки губчатой кости диаметром до 700 мкм освобождаются от жира (рис. 15, 16), а в мелких ячейках (до 150 мк), непосредственно прилегающих к компактной части кости, жир частично остается (рис. 17, 18). Если учесть, что мелких ячеек значительно меньше, то общее остаточное содержание жира в обработанном

сырье можно считать небольшим. Как показали химические исследования, остаточное его содержание в кости составляло 6,4% для эпифизов и 5,9% — для ребер (в расчете на сухую кость). Суммарная степень извлечения жира из первых составляла 85% и из вторых — 71%.

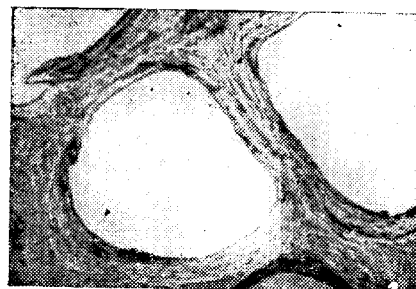


Рис. 15. Гистологический срез эпифиза после II стадии обезжиривания (крупные костномозговые полости).

Рис. 16. Гистологический срез ребра после II стадии обезжиривания (крупные костномозговые полости).

Наряду с этим исследования подтверждают, что на всех этапах технологической обработки разрушения структуры костной ткани не наблюдалось. Окраска ядер костных клеток после обработки сырья не изменялась. Объясняется это мягким температурным режимом и краткостью процесса обезжиривания кости по новой технологии.

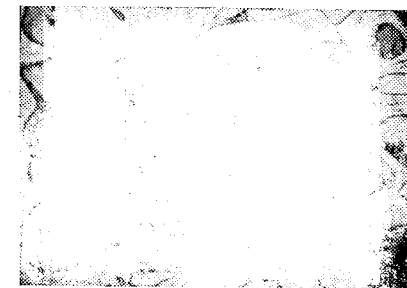
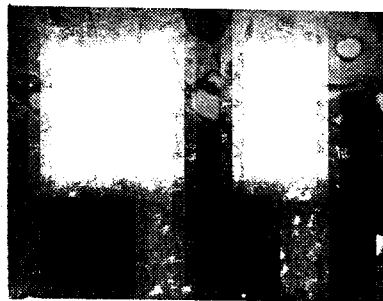


Рис. 17. Гистологический срез эпифиза после II стадии обезжиривания (мелкие костномозговые полости).

Рис. 18. Гистологический срез ребра после II стадии обезжиривания (мелкие костномозговые полости).

Высокое содержание белка в обезжиренной кости (42%) также свидетельствует о том, что при этом методе исключаются их потери.

Таким образом, результаты изучения гистологических изменений кости в процессе двухстадийного обезжиривания подтвердили, что разработанные режимы обеспечивают высокую степень извлечения жира, сохранность белков и предотвращают их распад, что создает условия получения из нее высокого выхода кормовой муки, желатина и клея.

### УСЛОВИЯ СУШКИ ОБЕЗЖИРЕННОЙ КОСТИ КОНДУКТИВНЫМ СПОСОБОМ

Для сушки обезжиренной кости была применена непрерывно действующая шнековая сушилка, обеспечивающая испарение влаги при атмосферном давлении и тонкослойном продвижении высушиваемого материала между преющими поверхностями (корпуса и шнека).

Кость обезжиривают сухим способом, поэтому наряду с извлечением жира наблюдается удаление влаги. Подсушка происходит еще до поступления кости в сушилку и продолжается до остаточной влажности 8—10%.

Изменение влажности кости с момента поступления ее на переработку в ходе обезжиривания в шнековом аппарате, повторном измельчении, центрифугировании и сушки представлено на рис. 19.

Как видно из рис. 19 влажность кости в ходе процесса постоянно снижается. При этом точки *a, b* соответствуют влажности исходной кости до и после обработки ее на силовом измельчителе, а точка *c* — после I стадии обезжиривания, когда влажность снижается в среднем на 30% от ее первоначального значения за счет испарения. Испарившаяся влага отсасывается из зоны обезжиривания кости вентилятором.

Точка *d* характеризует влажность кости после ее измельчения на молотковой дробилке. В этом случае вследствие значительного увеличения поверхности частиц нагретой кости и интенсивного обдувания их воздухом при большой окружной скорости вращения молотковой дробилки (2900 оборотов ротора в мин) влага испаряется без подвода тепла. Хотя процесс повторного измельчения происходит почти мгновенно, влажность кости снижается в среднем на 2% за счет самоиспарения.

Точка *e* свидетельствует о некотором увеличении влажности кости в результате II стадии ее обезжиривания на центрифуге с подачей в ротор машины острого пара. Однако повышение влажности на этой стадии переработки крайне незначительно (примерно 2%), и в силу этого существенно на последующую сушку не влияет.

Точки *e, f, g, h* характеризуют влажность кости после ее последовательной сушки в I, II и III секциях сушилки. Участок *ef* указывает, что сушка происходит с постоянной скоростью. В этом случае влажность сырья снижается за 8 мин с 27 до 17—18%. Участок

*fgh* — II период сушки с падающей скоростью, в течение которого за 22 мин она снижается с 17—18 до 8%. Кривая *efgh* указывает, что благодаря сушке обезжиренной кости кондуктивным методом в непрерывном потоке в течение 30 мин остаточное содержание влаги снижается до стандартной величины.

Как видно из рис. 19, общая продолжительность обезжиривания и сушки составляет 45 мин.

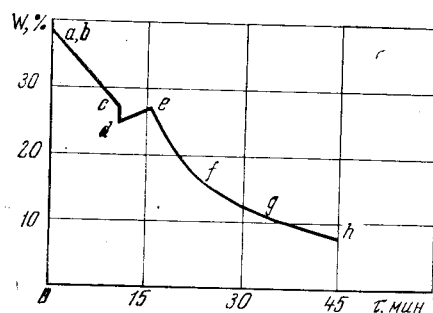


Рис. 19. Изменение влажности кости в процессе обработки по комплексной технологии.

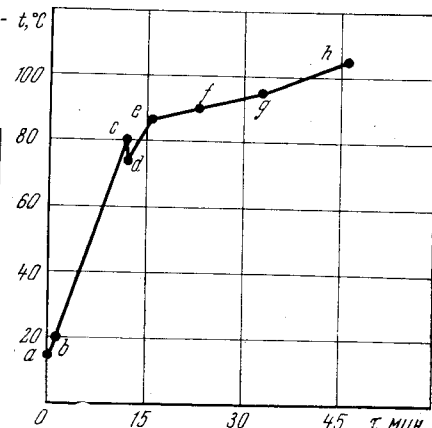


Рис. 20. Изменение температуры кости в процессе обработки по комплексной технологии.

Изменение температуры в процессе обезжиривания и сушки представлено на рис. 20. Из него видно, что температура кости постепенно повышается. Уже при обработке на силовом измельчителе она возрастает на 6° С (точка *b*) вследствие перехода механической энергии измельчения в тепловую. Наибольший подъем температуры наблюдается на I стадии обезжиривания (точка *c*), тогда она поднимается с 20° до 80° С. В дальнейшем следует понижение (точка *d*) в среднем на 6° из-за самоиспарения влаги при повторном измельчении кости на молотковой дробилке без подвода тепла.

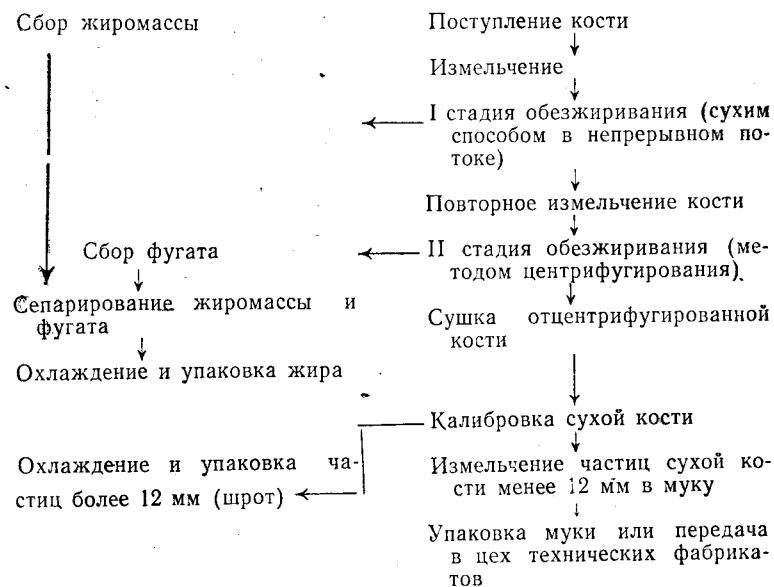
Во время II стадии обезжиривания температура кости повышается за счет подачи острого пара в ротор центрифуги и достигает в среднем 87° С (точка *e*). В дальнейшем в ходе сушки температура кости постепенно возрастает (точки *f, g, h*). На выходе из сушилки она находится в пределах 102—107° С в зависимости от давления пара.

Собственно процесс обезжиривания на I и II стадиях протекает при умеренной температуре от 20 и до 87° С. Продолжительность процесса термической обработки кости в интервале температур 60—87° С составляет 7,5 мин, 87—100° — 23 мин, а выше 100° С, когда влажность кости ниже 10%, — всего 6 мин. Таким образом, обезжиривание и сушка протекают кратковременно и при умеренных температурах, что создает условия для получения высококачественного пищевого жира и богатой белком обезжиренной кости.

## СХЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТИ НА ПИЩЕВОЙ ЖИР, КОРМОВУЮ МУКУ И ШРОТ

Установленные параметры двухстадийного обезжиривания измельченной кости и последующей ее сушки были положены в основу технологического процесса, обеспечивающего одновременное получение нескольких видов готовой продукции — пищевого жира, кормовой муки и шрота, используемого в клежеластиновом производстве.

По комплексной технологии кость перерабатывают следующим образом.



Кость, полученную после обвалки охлажденного или дефростированного мяса и субпродуктов в рассортированном или смешанном виде в зависимости от объема производства, передают на измельчение.

Передача кости на переработку производится немедленно после ее получения или не позднее 4—5 ч с момента обвалки.

Измельчают ее до частиц размером не более 50—60 мм. Наряду с частицами указанных размеров при измельчении на силовом измельчителе получают фракции кости меньшей величины (5—15 и 15—30 мм).

Измельченная кость поступает в шнековый аппарат, где предварительно обезжиривается (I стадия). Процесс извлечения жира протекает в течение 11 мин при температуре 80—85°С при непрерывном перемещении кости и отводе полученной жиромассы из аппарата. Чтобы исключить подгорание жира и образование не-

приятного запаха, жиромасса отводится через отверстия в корпусе аппарата.

Кость нагревается в результате контакта ее с греющей поверхностью корпуса аппарата и шнека, обогреваемых паром давлением 2,9—3,9·10<sup>5</sup> Па, т. е. сухим способом. Тонкий слой материала, его постоянное перемешивание и продвижение вдоль аппарата обеспечивают быстрое увеличение температуры выше точки плавления жира и испарение влаги, выделившейся в результате денатурации белков. Образовавшиеся соковые пары непрерывно отводятся из зоны нагрева вентилятором, благодаря чему параллельно с обезжириванием происходит частичное обезвоживание кости.

Выделившуюся жиромассу в количестве 10% от массы кости обезжиривают на сепараторе при температуре 95°С с добавлением 10—15% воды температурой 85°С.

Частично обезжиренную кость в количестве 70—75% от исходной массы непрерывно подают на повторное измельчение до частиц размером 30 мм. Помимо частиц размером 30 мм измельченная кость содержит кусочки размерами 3—10 и 10—20 мм, что ограничивает применение такой кости для производства клея. В процессе повторного измельчения наблюдается самонагревание влаги, поскольку на обработку поступает кость, нагретая до 80—85°С.

Далее кость повторно обезжиривают, в центрифуге фильтрующего типа при факторе разделения не менее 700 (II стадия обезжиривания). Центрифугирование длится 4 мин, причем в первые 3 мин в барабан центрифуги подают острый пар давлением 1,9—3,9·10<sup>5</sup> Па. Выделившийся фугат в количестве до 16% от массы исходной кости из центрифуги непрерывно поступает на сепарирование. Процесс осуществляется при температуре 95°С с добавлением 10—15% воды температурой 85°С. Отцентрифугированную кость влажностью 30—35% передают на сушку. Сушка проводится при температуре 90—105° кондуктивным способом в тонком слое и непрерывном потоке. Испарившаяся влага удаляется из сушилки с помощью вентилятора.

Кость, высушенную до влажности 8—10%, в количестве 48—50% от исходной, подают на калибровку с целью удаления крупных частиц (размером 12—30 мм), которые после охлаждения затаривают и отгружают в качестве шрота на клежеластиновые предприятия.

Мелкие фракции кости с частицами размером менее 12 мм измельчают в муку, которую после просеивания на сите затаривают или передают в цех технических фабрик-тов для смешения с другими видами кормовой муки животного происхождения.

Жир после сепарирования упаковывают в бочки и направляют в холодильную камеру.

Общая продолжительность переработки кости с целью получения пищевого жира, кормовой муки и шрота по указанной технологической схеме составляет 50—60 мин.

## ВЫХОД И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКЦИИ

С целью определения выхода и качественных показателей готовой продукции по новой технологической схеме была переработана кость различных видов. Результаты исследований представлены в табл. 11.

Таблица 11

Показатели	Кость			
	говяжья			свиная трубчатая
	эпифизы	рядовая	паспортная	
Масса исходной кости, кг	109,0	188,0	104,0	95,6
Химический состав исходной кости, %				
влага	38,0	44,8	37,2	36,3
жир *	34,9	33,8	21,4	35,2
зола *	34,2	33,5	45,5	33,0
белок *	30,9	32,7	33,1	31,8
Выход отсепарированного жира после I стадии обезжиривания, %	8,8	7,7	2,8	10,1
Температура жира на I стадии обезжиривания, °С	78	70	70	72
Выход кости после I стадии обезжиривания, %	70,9	64,9	73,9	67,6
Химический состав кости после I стадии обезжиривания, %				
влага	25,0	26,4	20,5	20,7
жир *	24,1	22,9	17,9	22,9
зола *	40,0	33,8	45,7	39,8
белок *	35,9	43,3	36,4	37,2
Степень извлечения жира на I стадии обезжиривания, %	40,6	40,9	20,6	45,3
Качественные показатели жира после I стадии обезжиривания:				
кислотное число	1,1	1,5	1,0	1,3
перекисное число, % йода	0,00	0,02	0,00	0,02
цвет при 20°С	Желтый		Бледно-желтый	Белый
запах и вкус	Нормальный, без постороннего запаха и привкуса			
Выход фугата к массе исходной кости, %	16,0	13,4	13,8	14,3
Химический состав фугата, %				
влага	37,9	35,9	52,2	32,4
жир	61,5	63,4	46,8	66,7
сухой остаток	0,6	0,7	1,0	0,9
Выход отсепарированного жира после II стадии обезжиривания, %	9,8	8,5	6,5	9,5
Температура фугата, °С	87	90	88	91
Степень извлечения жира на II стадии обезжиривания, %	44,9	45,4	48,5	42,6

Продолжение табл. 11

Показатели	Кость			
	говяжья			свиная трубчатая
	эпифизы	рядовая	паспортная	
Качественные показатели жира после II стадии обезжиривания				
кислотное число	1,1	1,5	1,0	1,3
перекисное число, % йода	0,00	0,02	0,00	0,02
цвет при 20°С	Желтый		Бледно-желтый	Белый
запах и вкус	Нормальный, без постороннего запаха и привкуса			
Выход жира за две стадии обезжиривания, %	18,6	16,2	9,3	19,6
Суммарная степень извлечения жира, %	85,5	86,3	69,1	87,9
Выход сухой обезжиренной кости (муки и шрота), %	46,9	42,6	55,5	46,8
Химический состав обезжиренной кости, %				
влага	8,0	8,0	6,3	8,5
жир *	7,2	6,2	7,9	6,0
зола *	48,9	49,8	45,5	51,3
белок *	43,9	44,0	46,6	42,7

\* Содержание дано в пересчете на сухую кость.

Результаты исследований показали, что комплексная переработка кости позволяет проводить обезжиривание и сушку кости независимо от ее вида, номенклатуры, химического состава и гистологического строения. Установленные режимы дают возможность получать продукт с высокими химическими и органолептическими показателями, свойственными пищевому жиру высшего и I сортов. Выход жира при переработке эпифизов и свиной трубчатой кости (18,6 и 19,6%) соответственно на 55—63% выше, чем при автоклавировании. Более высокие результаты достигаются при обезжиривании рядовой кости — 16,2% (вместо 8%). Даже количество жира, извлеченного из паспортной кости, было значительно больше, чем при ее выварке в кипящей воде и импульсном методе.

При обработке сырья с примерно равным исходным содержанием жира суммарная степень его находится практически на одинаковом уровне и составляет 85,5—87,9%.

Умеренный температурный режим обезжиривания, сухой метод и кратковременность процесса обеспечивают высокий выход (46,8—55,5%) обезжиренной кости, содержащей 42,7—46,6% белка (в пересчете на сухую кость), в то время как при автоклавном методе

он равен 42%. Вследствие повышенной первоначальной влажности выход рядовой кости был несколько меньшим.

Повышенный выход обезжиренной кости объясняется тем, что при двухстадийном режиме обезжиривания исключается образование бульона, который получается при автоклавировании кости и содержит большое количество белковых веществ (до 5%).

Так, выход бульона при автоклавировании эпифизов (35,5%) и рядовой говяжьей кости (32,6%) соответственно в 2,2 и 2,4 раза выше, чем выход фугата при центрифугировании (табл. 10), причем содержание сухого остатка в бульоне 17,1 и 16,2% в 63,2 и 56,1 раза больше, чем в фугате.

Помимо этого в сухом остатке бульона из автоклава содержится значительно больше белка, чем в фугате, полученном при центрифугировании.

В сухом остатке бульона белка в 1,7 и 2,6 раза больше, чем в сухом остатке фугата, полученном из аналогичных видов кости.

В сухом остатке фугата на долю белка приходится менее 50%. С учетом содержания сухого остатка в фугате 0,6—0,7% и его состава потери белка при центрифугировании эпифизов и рядовой говяжьей кости составляет 0,17—0,24% от наличия его в исходном сырье.

Высокая температура в сочетании с ее длительным воздействием приводит к значительному гидролизу белков костной ткани при автоклавировании и переходу продуктов гидролитического распада в бульон. В связи с этим потери белков с бульоном (22,6—26,5% от содержания в исходной кости) при автоклавировании примерно в 100 раз выше, чем с фугатом при центрифугировании.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТИ

### СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ

Для реализации комплексной переработки кости разработана и изготовлена поточно-механизированная установка, в состав которой входит следующее оборудование: силовой измельчитель, скребковый элеватор для сырой измельченной кости, шнековый аппарат, волчок, скребковые элеваторы закрытого типа; бункер, фильтрующая центрифуга, сушильный агрегат, вибросито, молотковая дробилка, сборники жиромассы и фугата, насосы для жиромассы, сепаратор и жиротстойники.

Наряду с поточно-механизированными установками для комплексной переработки кости на мясокомбинатах применяются установки, в состав которых входит оборудование для частичного обезжиривания кости.

Силовой измельчитель (рис. 21) предназначен для измельчения всех видов кости на куски не более 60 мм. Он состоит из сталь-

ного цилиндрического корпуса 1 с загрузочным бункером 2 и разгрузочным патрубком 3. В корпусе на подшипниках качения вращается со скоростью 36 об/мин вал 4, на котором размещены по винтовой линии 16 ножей.

В нижней (боковой) части корпуса измельчителя установлены в 2 ряда 14 неподвижных ножей, между которыми проходят ножи, насаженные на вал. Вал приводится в действие от индивидуального электродвигателя 5 мощностью 10 кВт через клиноременную передачу 6, редуктор 7 и муфту. Загруженная в измельчитель кость с максимальным размером кусков 450 мм захватывается подвижными ножами, дробится и одновременно продвигается к разгрузочному отверстию. Производительность силового измельчителя в зависимости от вида сырья и равномерности его подачи — 1500—2000 кг/ч. Расход электроэнергии на 1 т кости  $3,96 \cdot 10^3$  кДж.

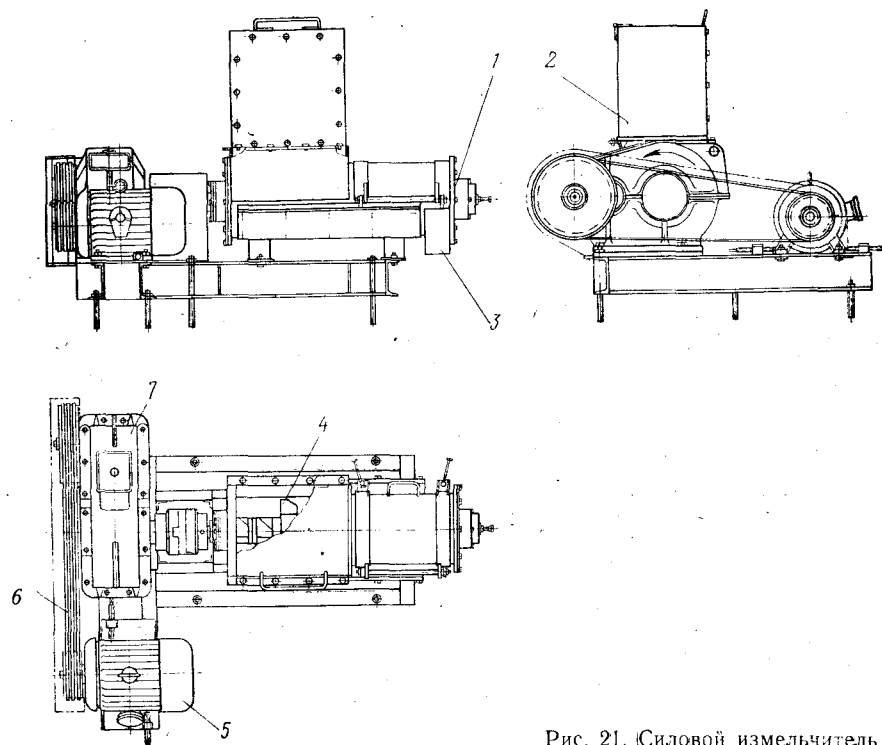


Рис. 21. Силовой измельчитель.

Необходимо следить за тем, чтобы в загрузочный бункер измельчителя не попадали металлические предметы; клиноременная передача должна иметь ограждение, редуктор — масло. Ножевой вал вращается против часовой стрелки со стороны редуктора.

По окончании работы машину чистят и промывают горячей водой.

Техническая характеристика силового измельчителя

Производительность, кг/ч	До 2000
Степень измельчения кости, мм	50—60
Частота вращения ножевого вала, об/мин	36
Электродвигатель	
мощность, кВт	10
частота вращения ротора, об/мин	1500
Габаритные размеры, мм	1955×1600×670
Масса, кг	1131

Скребокый элеватор (рис. 22) предназначен для транспортировки кости от измельчителя к шнековому аппарату. Он представ-

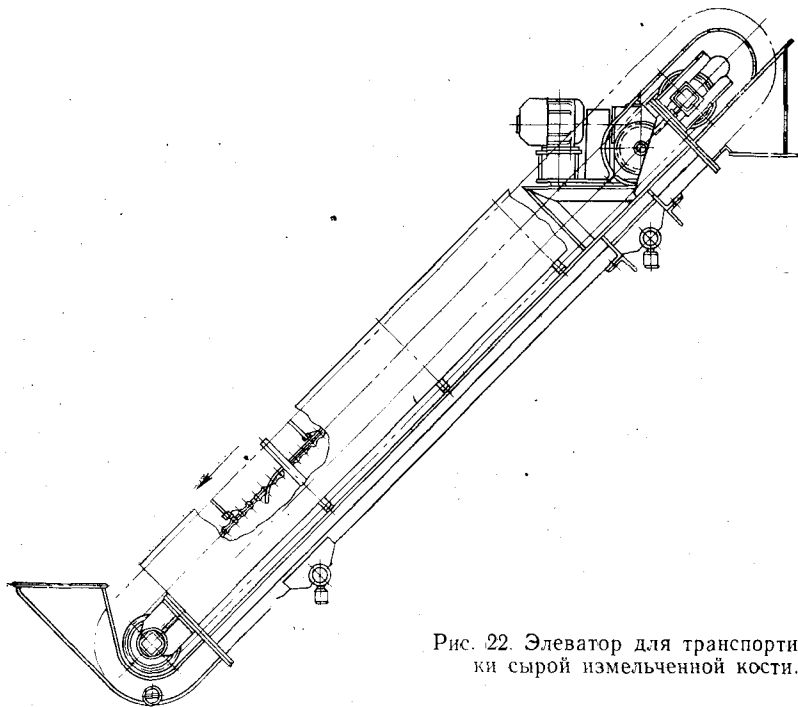


Рис. 22. Элеватор для транспортировки сырой измельченной кости.

ляет собой открытый желоб, в котором перемещаются закрепленные на цепи скребки. Привод осуществляется от электродвигателя через редуктор и цепную передачу.

Техническая характеристика скребоквого (открытого) элеватора

Производительность по кости, кг/ч	500
Скорость рабочего полотна, м/мин	15
Размеры скребка, мм	
ширина	200
высота	100
Электродвигатель	
мощность, кВт	1,0
частота вращения ротора, об/мин	1410
Габаритные размеры, мм	3235×430×2990

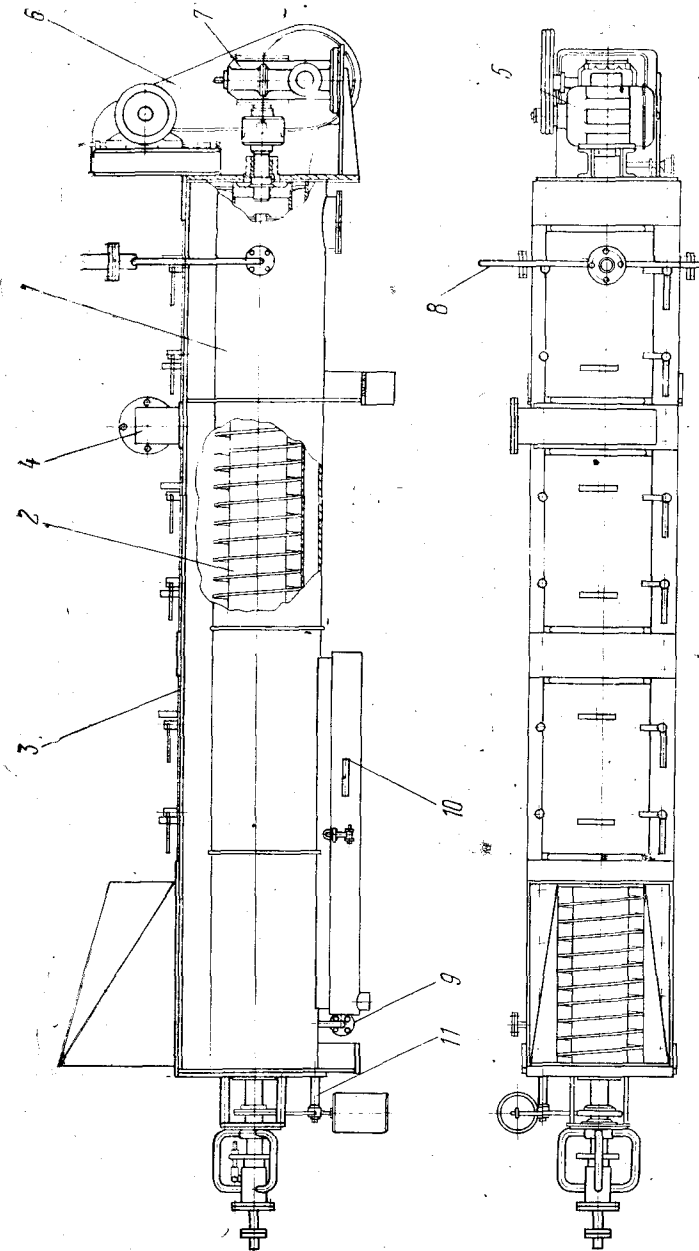


Рис. 23. Шнековый аппарат:

1 — корпус; 2 — шнек; 3 — крышка; 4 — патрубок для сокового пара; 5 — электродвигатель; 6 — клиноремная передача; 7 — редуктор; 8 — паровой коллектор; 9 — патрубок конденсата; 10 — лоток; 11 — механизм чистки.



Шнековый аппарат (рис. 23) предназначен для обезжиривания кости сухим способом в непрерывном потоке. Он состоит из корытообразного корпуса с рубашкой, обогреваемой паром давлением до  $3,9 \cdot 10^5$  Па, и шнека. Корпус имеет съемную крышку, что позволяет контролировать движение кости в аппарате и облегчает его санитарную обработку.

Для отвода сокового пара на крышке аппарата имеется патрубок, к которому присоединен вентиляционный трубопровод. Шнековый вал вращается от индивидуального электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор, расположенные на верхнем конце вала. Через нижний конец вала в шнек выпускается пар и выпускается конденсат. Пар в рубашку подается через коллектор в верхней части аппарата, а конденсат выпускается через находящийся в днище патрубков. Шнековый вал вращается против часовой стрелки (со стороны загрузки кости).

Для стока жиромассы в днище корпуса расположены две решетки (диаметр отверстий — 6 мм) с механическим устройством для чистки. Сбор выделившегося жира происходит через подвешенный лоток, из которого он поступает в сборник. Чтобы облегчить удаление массы из зоны нагрева, аппарат устанавливают под углом  $15^\circ$ .

Механизм для очистки отверстий решетки (рис. 24) представляет собой гребенку со штырями, жестко закрепленную на валу, вращающемся в подшипниках корпуса аппарата. На конце вала находится рычаг с роликом, взаимодействующим с цилиндрическим кулаком, который закреплен на валу шнека. В кулаке имеется вырез в виде треугольника, малый катет которого расположен радиально. На конце рычага подвешен противовес. Механизм чистки решетки работает следующим образом: при вращении вала шнека закрепленный на нем кулак отводит гребенку со штырями вниз, открывая отверстия перфорации. Когда ролик доходит до выреза в кулаке, то противовес резко подает гребенку вверх, штыри входят в отверстия и прочищают их.

Конструктивные особенности аппарата позволяют проводить термический процесс обезжиривания кости сухим способом при непрерывном движении и постоянном перемешивании в тонком слое и кратковременном ее пребывании в зоне нагрева.

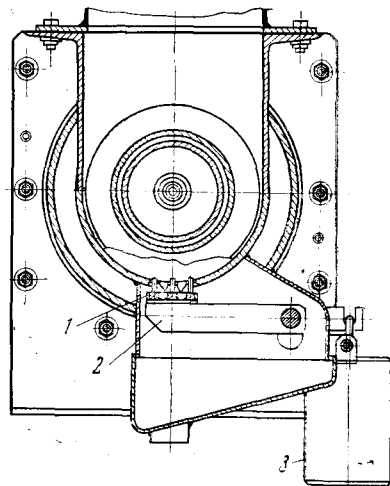


Рис. 24. Механизм чистки:  
1 — гребенка; 2 — рычаг; 3 — противовес.

Показатели	Длина шнека, м	
	3	5
Производительность по кости, кг/ч	250	500
Частота вращения шнека в минуту	3,5	6,0
Продолжительность обезжиривания кости, м/мин	11	11
Температура нагрева кости, °С	85	85
Давление пара в рубашке, Па	$3,9 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	1,7
Частота вращения ротора электродвигателя в минуту	930	930
Размеры шнека, мм		
наружный диаметр	302	350
диаметр вала	203	245
длина шнека	3000	5240
шаг витков	75	75
высота витка	50	50
Габаритные размеры, мм		
длина	4305	6760
ширина	800	570
высота	800	1150
Масса аппарата, кг	1000	1500

Волчок для измельчения вареной кости (рис. 25) состоит из сварного корпуса 1, подающего шнека 2 с постоянным шагом и 36 об/мин, комплекта режущего инструмента, загрузочной горловины 3, прижимной гайки 4 и электропривода, включающего в себя шестеренчатый редуктор 5, клиноременную передачу 6, электродвигатель 7, закрытого типа мощностью 7,5 кВт и соединительную муфту 8. В загрузочную горловину волчка подают сваренную в шнековом аппарате кость, которая захватывается витками шнека и подается к режущему механизму, закрепленному на цилиндре волчка, состоящего из трехперого ножа и решетки с диаметром отверстий 30 мм. Так как шаг шнека волчка постоянный, а диаметр вала увеличивается в направлении выгрузки, то в результате уменьшения в зоне режущего механизма рабочего объема шнекового вала сырье подпрессовывается. Таким образом, сваренная кость подается к режущему ножу под некоторым давлением, измельчается и продавливается через решетку с отверстиями диаметром 30 мм. По окончании работы гайку 4 отвинчивают и режущий механизм вынимают для разборки и промывки. После измельчения на волчке получается фракция с размером частиц кости от 12 до 30 мм в количестве 42% от общего количества измельченного сырья. Она используется в виде шрота после обезжиривания в центрифуге и сушки в клежелатиновом производстве.

Обогреваемый элеватор отличается от открытого скоростью рабочего полотна, размером скребка (ширина — 52 мм, высота — 138 мм и габариты 3350×630×3100 мм).

Производительность по частично обезжиренной кости, кг/ч	До 300
Размер загрузочной горловины, мм	220×225
Электродвигатель	
мощность, кВт	7,5
частота вращения, об/мин	1500
Габаритные размеры, мм	1100×1420×640

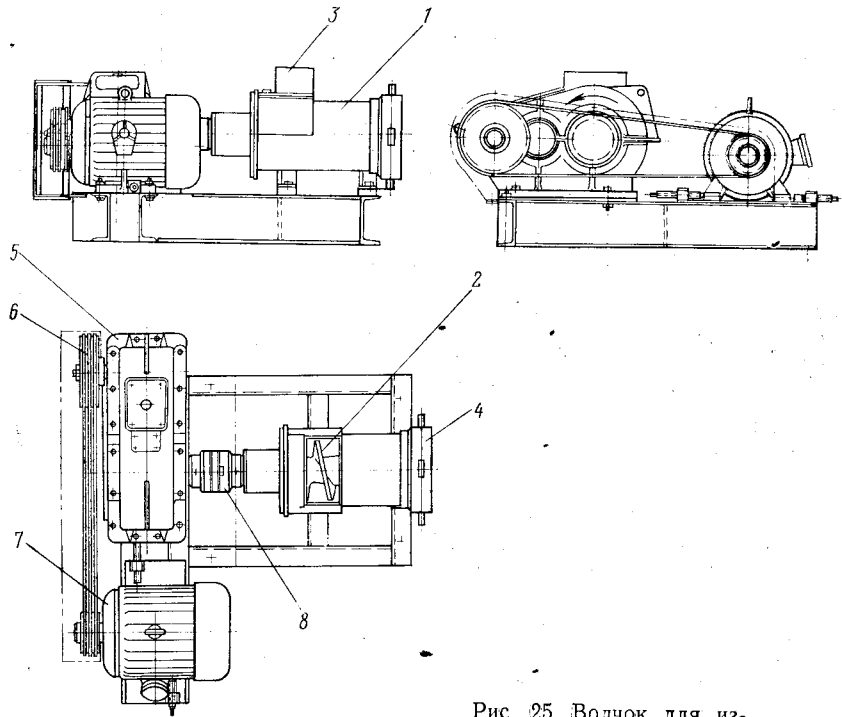


Рис. 25. Волчок для измельчения вареной кости.

Для окончательного обезжиривания нагретой кости предназначена центрифуга ТН-800 (рис. 26). Она представляет собой вертикальную трехколонную самоустанавливающуюся машину фильтрующего типа с верхней загрузкой и нижней выгрузкой продукта.

Центрифуга имеет следующие основные узлы и детали: фундаментную раму 1, опорные колонки 2, станину 3, привод 4, ротор 5, кожух с крышкой 6, отсасывающее устройство 7, устройство для подачи пара 8, распределительный диск 9, турбомуфту 10, ограждение муфты 11, ограждение привода 12, электродвигатель 13.

Все основные узлы центрифуги смонтированы на станине, подвешенной на трех колонках через опорные тяги. Колонки закреплены на раме. Электродвигатель вращает ротор через пусковую турбомуфту, клиноременную передачу и вал привода. Ротор ограж-

ден кожухом, в который попадает жидкая фаза через отверстие ротора. Сверху он закрыт крышкой с блокировкой. Для быстрой и плавной остановки ротора имеется автоматический тормоз.

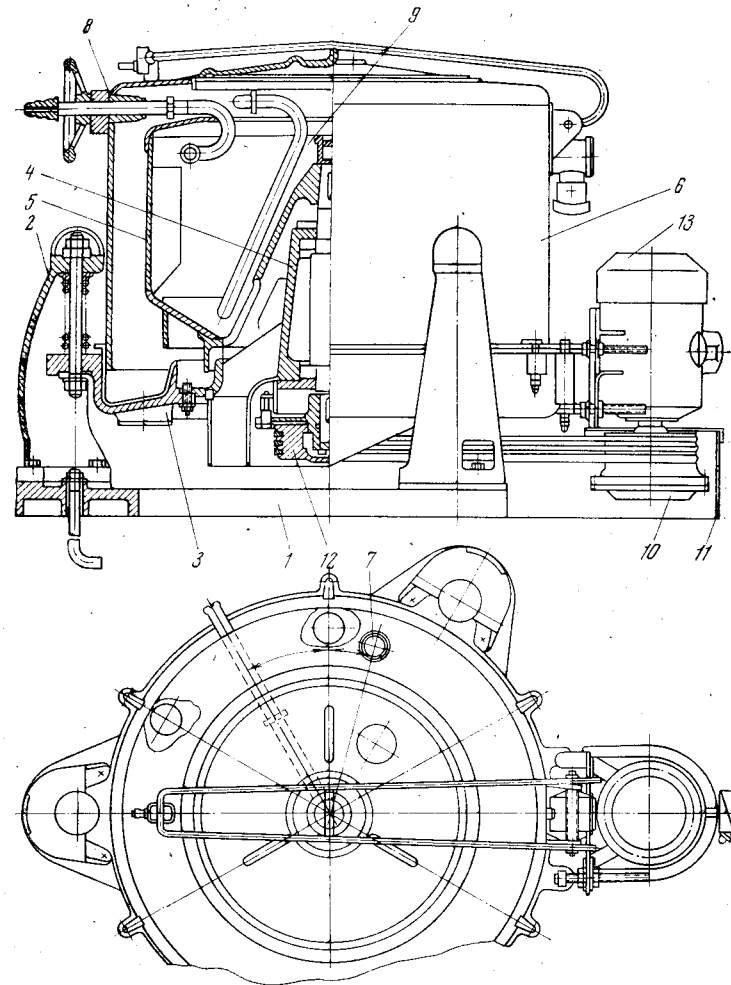


Рис. 26. Центрифуга ТН-800.

Жидкая фаза (фильтрат) проходит через перфорацию ротора и выводится через спускной патрубок в станине. Пары выводятся через патрубок в кожухе.

Твердый осадок выгружается при открытой крышке остановленной центрифуги через окна в ступице ротора.

В нижней части станины имеются два патрубка для слива фугата, в средней части — крепится привод. Вертикальный вал вращается на двух подшипниках (верхний роликовый, нижний — шариковый радиально-упорный), установленных в корпусе. Нормальное осевое перемещение вала — 0,15—0,30 мм. Для регулирования осевого зазора вала предусмотрены прокладки. Подшипники привода смазывают с помощью масленки.

Для предотвращения утечки смазки из полости подшипников на обоих концах вала, выходящих из корпуса привода, установлено уплотнение (верхнее войлочное — в крышке корпуса, нижнее — манжетное — в нижней крышке). Оно предохраняет тормоз от отрицательного воздействия среды.

К верхней конусной части вала при помощи накидной гайки крепится ротор с перфорированной обечайкой. Снаружи он закрыт кожухом, который вместе со станиной образует перепускной сборник отфугованной жидкой фазы.

Кожух, представляющий собой сварную конструкцию, бандажным кольцом опирается на станину и подтянут к ней анкерными болтами. В верхнюю часть кожуха вварен патрубок для отвода паров. Сверху кожух закрыт штампованной крышкой. В средней части она прикреплена к коромыслу, поворачивающемуся в шарнирах. В закрытом положении крышка фиксируется замком. Для ограничения хода ее подъема предусмотрен упор.

Крышка блокируется микропереключателем, срабатывающим при ее открывании.

Асинхронный трехфазный взрывобезопасный электродвигатель крепится на подмоторной плите, шарнирно соединенной со станиной центрифуги. На конце вала жестко закреплена турбомуфта, предназначенная для плавного пуска электродвигателя и для предохранения его от перегрузки.

Ступица насосного колеса с помощью шпонки крепится на валу электродвигателя. Турбинное колесо является ведомой частью муфты и жестко соединяется со шкивом клиноременной передачи. 2 шариковых подшипника позволяют турбинному и насосному колесам вращаться с различными скоростями. Для нормальной работы муфты зазор между торцовыми поверхностями этих колес должен составлять 3 мм.

Насосное колесо при работе электродвигателя захватывает рабочую жидкость, находящуюся между лопатками турбинного колеса, и вращает его вместе со шкивом клиноременной передачи. Крышка с уплотнением препятствует вытеканию жидкости из турбомуфты.

Заливают жидкость через одну из двух пробок, а для слива ее предусмотрены две пробки. Подшипники турбомуфты смазываются маслом из полости турбинного и насосного колес.

Рабочая полость турбомуфты — 1,5 л, снаружи она закрыта ограждением сварной конструкции. Вращение от турбомуфты передается посредством ремней на шкив вала ротора.

В нижней части корпуса привода расположен автоматический тормоз. Его шкив вращается в двух шарикоподшипниках, напрессованных на ступицу ротора, которая с помощью шпонки закреплена на валу привода.

К диску шкива жестко привернут палец, входящий в прорезь диска ступицы. Поворот шкива относительно ступицы, а следовательно, и вала ротора, ограничен величиной этой прорези.

На пальцы дисков шкива и ступицы надета тормозная лента с фрикционной накладкой, охватывающая тормозной обод, жестко закрепленный на корпусе привода.

В момент пуска электродвигателя шкив тормоза, связанный ремнями с турбомуфтой, поворачивается. Палец, перемещаясь по прорези диска ступицы, отводит тормозную ленту от обода. В момент, когда палец дойдет до конца прорези диска и, упираясь в него, повернет ступицу, а следовательно, и связанный с нею вал ротора, зазор между тормозным ободом и лентой будет наибольшим. Равномерность зазора гарантируется буртом ступицы.

При отключении электродвигателя крутящий момент, передаваемый на шкив, падает, нагрузка на пружину тормоза уменьшается, и, сжимаясь, они возвращают диски в первоначальное положение. Тормозная лента усиливает пружины, охватывает неподвижный обод, и вал ротора останавливается.

Смазка для подшипников тормоза набивается в их полость, закрытую крышкой.

На центрифуге установлены электродвигатель главного привода и конечный выключатель, который, находясь на кожухе, срабатывает при открывании его крышки.

Центрифуга монтируется на фундаменте. Глубина его заделки в грунт не менее 500 мм. При устройстве фундамента учитывают, что динамическая (расчетная) нагрузка от неуравновешенных масс составляет  $\pm 300$  кг, а частота колебаний — 1150—1250 в минуту. При подготовке центрифуги к работе необходимо проверить наружным осмотром состояние ее узлов и деталей, смазать шаровые опорные поверхности в колонках и станине, залить в турбомуфту масло до уровня верхних заливных пробок, проверить автоматический тормоз путем пробных пусков загруженной машины. Время торможения в пределах 2—3 мин регулируется изменением натяжения пружин тормоза.

После длительного хранения (более 18 месяцев) подшипники следует промыть бензином и внести свежую смазку, монтировать и демонтировать их необходимо при помощи приспособлений. Нельзя наносить удары по обоям подшипников.

Перед пуском центрифуги следует проверить крепления электродвигателя, турбомуфты, кожуха, крышки, станины, убедиться в надежности затяжки всех основных креплений и пружин колонок, в исправности механизма запора крышки и запорждения муфты, в отсутствии вмятин и наличии зазора между турбомуфтой и ограждением. Особое внимание необходимо обратить на отсутст-

вие посторонних предметов в роторе, а также проверить натяжение ремней, что делают поворотом электродвигателя с подмоторной плитой вокруг шарнира. Натяжение считается нормальным, если прогиб средней части одной ветви ремня составляет 20—22 мм от усилия 4—5 кг.

Нельзя допускать дребезжания машины, стука и шума в ней, нужно следить за температурой подшипников, электродвигателей, турбомуфты, не допуская перегрева их корпусов (свыше 80°С). Время торможения ротора с рабочего числа оборотов до его остановки не должно превышать 150—180 с, что достигается регулировкой натяжения пружин автоматического тормоза. По окончании работы ротор, кожу и сборники станины промывают, а центрифугу очищают от осадка и грязи и насухо протирают.

Во избежание несчастных случаев центрифугу запускают только при закрытой крышке кожуха. Вращаться ротор должен по часовой стрелке. При сильной вибрации, ударах, посторонних шумах машину необходимо немедленно остановить, выяснить и устранить причины их возникновения. Перегрева турбомуфты можно избежать, если время между пуском и выключением электродвигателя в каждом цикле работы центрифуги составляет не менее 8 мин.

#### Техническая характеристика центрифуги ТН-800-4Н

Емкость ротора, л	90
Единовременная загрузка кости, кг	40—45
Количество циклов работы в час	6
Внутренний диаметр ротора, мм	800
Частота вращения ротора в минуту	1250
Фактор разделения	700
Высота ротора, мм	400
Электродвигатель	
мощность, кВт	4
частота вращения, об/мин	1450
Продолжительность пуска, с	100—120
Продолжительность торможения, с	150—180
Габаритные размеры (максимальные), мм	
длина	1700
ширина	1245
высота	1010
Масса центрифуги с электродвигателем, кг	865

Сушильный агрегат (рис. 27) предназначен для сушки обезжиренной кости. Он представляет собой трехсекционную шнековую сушилку непрерывного действия, причем секции установлены одна над другой. Каждая из них представляет собой сварной корытообразный корпус, внутри которого в подшипниках скольжения вращается шнековый вал с 3,5 об/мин. Конструкции сушильных секций и шнекового аппарата для обезжиривания кости аналогичны; первые отличаются лишь размерами шнеков и корпуса, а в днище корпуса нет решетки с механическим устройством для чистки. Привод шнековых валов осуществляется от одного электродвигателя 5 мощностью 5,5 кВт через редуктор 6 и цепную передачу 7. Корпуса и шнеки обогреваются паром давлением (избыточным) (2,9—3,9) · 10<sup>5</sup> Па. Во время сушки, которая продолжается 31 мин, кость, поступающая в загрузочный люк 8 первой секции 1 с температурой 65—70°С и влажностью до 35%, постепенно обезживается и по люку 9 сыпется во вторую секцию 2 сушильного агрегата. По мере обезжиривания температура кости повышается и в третьей секции 3 она выходит из люка 10 с температурой 100—105°С. Сушится кость при атмосферном давлении в тонком слое (высота вилка шнека 28 мм и шаг — 75 мм). Соковый пар из каждой секции через патрубок 4 отсасывается вентилятором и выбра-

сывается в атмосферу. В зависимости от рабочей длины шнеков сушильные агрегаты могут быть двух видов. Ниже приведена техническая характеристика сушильных агрегатов с рабочей длиной шнеков 3 и 5 м.

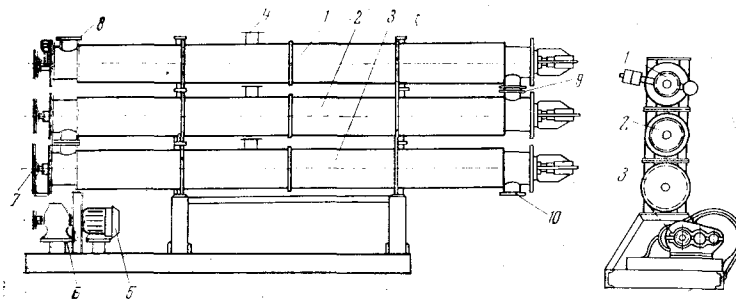


Рис. 27. Сушильный агрегат.

сывается в атмосферу. В зависимости от рабочей длины шнеков сушильные агрегаты могут быть двух видов. Ниже приведена техническая характеристика сушильных агрегатов с рабочей длиной шнеков 3 и 5 м.

#### Техническая характеристика сушильного агрегата

Показатели	Длина шнека, м	
	3	5
Производительность агрегата по сухой кости, кг/ч	125	225
Максимальный размер частиц кости, мм	30	30
Шнек		
шаг, мм	75	75
диаметр наружный, мм	302	356
диаметр вала, мм	245	299
частота вращения в минуту	3,5	5,2
Давление греющего пара, Па	3,9 · 10 <sup>5</sup>	3,9 · 10 <sup>5</sup>
Электродвигатель		
мощность, кВт	5,5	5,5
частота вращения ротора, об/мин	1000	1000
Габаритные размеры, мм		
длина	4200	6100
ширина	1400	1400
высота	3000	2835
Масса, кг	4000	5000

Вибросито или виброгрохот (рис. 28) предназначено для калибровки и охлаждения высушенной кости. Привод осуществляется от индивидуального электродвигателя через клиноременную передачу и кривошипный механизм. Вибросито имеет решетку с отверстиями диаметром 12 мм. Частицы кости более 12 мм сходят с

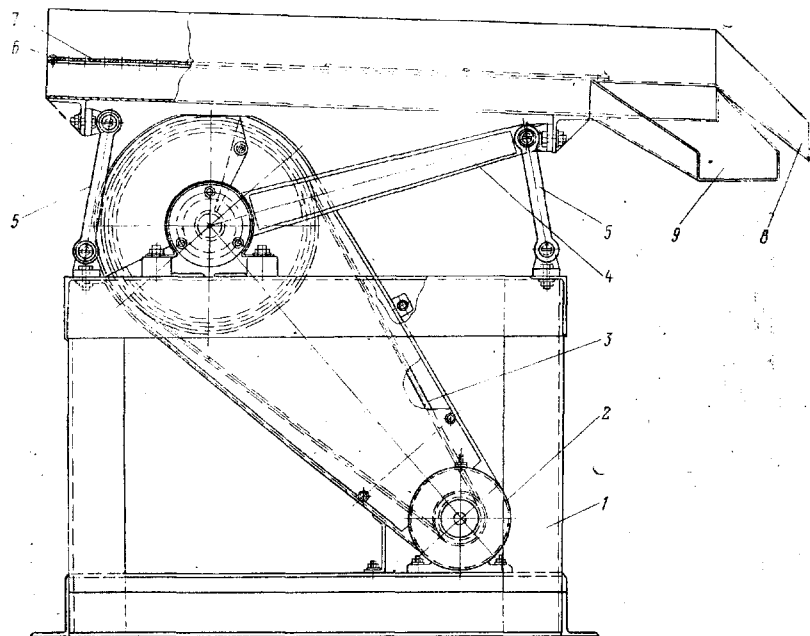


Рис. 28. Вибросито:

1 — станина; 2 — электродвигатель; 3 — клиноременная передача; 4 — кривошипный механизм; 5 — шарнирные стойки; 6 — короб; 7 — сито; 8 — люк для крупных фракций; 9 — люк для мелких фракций.

сита и через течку отводятся в приемник для шрота, а более мелкие — проходят через отверстия в решетке и поступают в лоддон, откуда по течке направляются в загрузочный бункер элеватора.

**Техническая характеристика вибросита**

Производительность, кг/ч	До 200
Число колебаний в минуту	346
Электродвигатель	
мощность, кВт	0,6
частота вращения ротора в минуту	320
Габаритные размеры, мм	965×700×1050
Размеры сита, мм	978×494

Молотковая дробилка (рис. 29) предназначена для измельчения сухой кости в муку. Она состоит из корпуса и ротора, представляющего собой диск, на котором болтами укреплены 4 стальных била. Для большей прочности их подвергают тепловой обработке.

В нижней части корпуса находится колосниковая решетка с прямоугольными отверстиями, состоящая из двух укрепленных винтами сегментов. В боковой стенке корпуса имеется загрузочное отверстие.

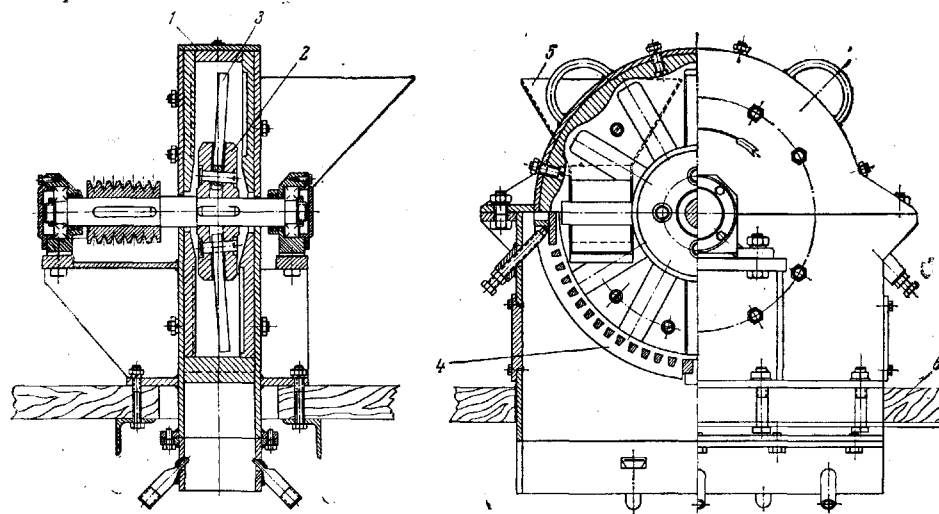


Рис. 29. Дробилка молотковая:

1 — корпус; 2 — ротор; 3 — била; 4 — решетка колосниковая; 5 — люк загрузочный; 6 — подставка.

Машина укреплена болтами на подставке, которая, в свою очередь плотно крепится к полу. На этой же подставке устанавливается электродвигатель мощностью 7,5 кВт. Машина приводится в действие через клиноременную передачу от индивидуального электродвигателя.

**Техническая характеристика молотковой дробилки**

Производительность, кг/ч	До 200
Частота вращения диска в минуту	4500
Количество бил	4
Диаметр диска, мм	210
Диаметр ротора, мм	432
Размеры загрузочного отверстия, мм	130×100
Ширина щели колосниковой решетки, мм	4,5
Зазор между решеткой и билом, мм	9
Габариты дробилки, мм	950×1750×700

Сепаратор ФКЖС (рис. 30) предназначен для очистки и осветления жира и отделения фугата от влаги и примесей. В него входят приводной механизм, барабан с двумя сменными пакетами тарелок для сепарирования крови и жира, посуда и контрольные приборы.

Приводной механизм состоит из фрикционной муфты, горизонтального и вертикального валов. Привод осуществляется от ин-

двигателя фланцевого электродвигателя. От электродвигателя вращение передается через фрикционную муфту на горизонтальный вал.

Электродвигатель вращает барабан с помощью фрикционной муфты. Она состоит из ведомой полумуфты, сидящей на конце горизонтального вала, и ведущей полумуфты, закрепленной неподвижно на валу электродвигателя шпонкой и винтом. На ведущей

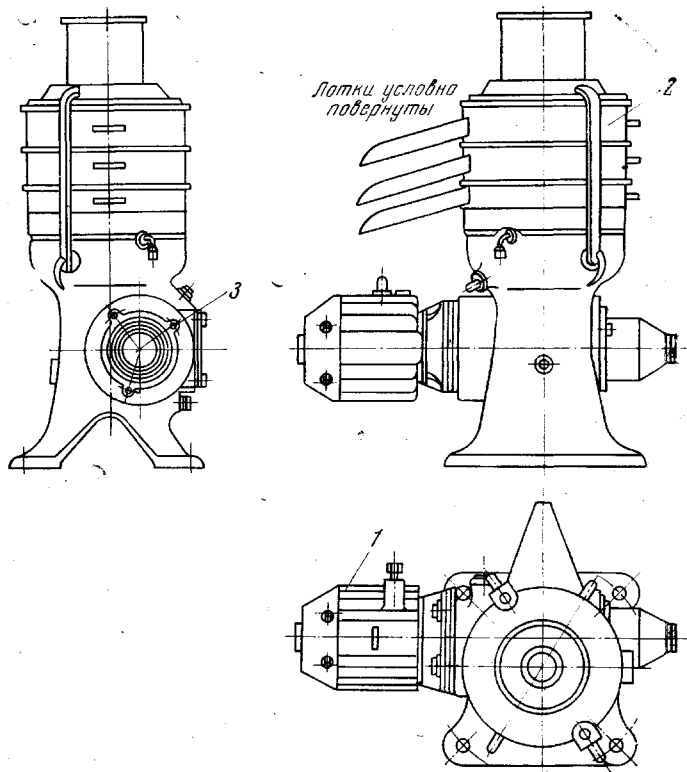


Рис. 30. Сепаратор ФКЖС:

1 — приводной механизм; 2 — посуда; 3 — контрольные приборы.

полумуфте держатся шарнирно на осях 2 фрикционные колодки. При вращении ведущей полумуфты колодки под действием центробежной силы поворачиваются на осях, прижимаются к ободу ведомой полумуфты и увлекают ее за собой. Колодки имеют накладку из материала ферродо.

Масса колодок подобрана так, чтобы обеспечить постепенный разгон барабана.

В период разгона, который длится 3—6 мин, колодки проскальзывают в ведомой полумуфте. Постепенно процесс проскальзыва-

ния при достижении горизонтальным валом нормальной скорости приостанавливается, т. е. скорости вращения вала и ротора электродвигателя сравниваются.

При выключении электродвигателя скорость вращения полумуфты с колодками уменьшается и машина постепенно останавливается.

Для контроля нормальной работы муфты нужно следить за продолжительностью разгона барабана.

Горизонтальный вал вращается на шарикоподшипниках, установленных в отверстиях станины. На одном конце вала укреплен ведомая полумуфта, на другом — имеется штифт, вращающий тахометр. На середине вала между двумя распорными втулками на шпонке укреплен шестерня веретена. Вращение от вала электродвигателя через фрикционную муфту передается на вал шестерни.

Вертикальный вал состоит из веретена, верхней и нижней опор и винта пятника. В верхней части веретена имеет конус и цилиндрический конец со шпоночным пазом, куда входит фиксирующий винт корпуса барабана. Корпус удерживается на конусной части веретена гайкой с левой резьбой.

Верхней опорой веретена служит упругий плавающий подшипник, корпус которого крепится тремя болтами к станине сепаратора. В корпусе на шести пружинных амортизаторах установлена обойма с шарикоподшипником. Степень сжатия пружин регулируется специальными винтами. Шарикоподшипник удерживается на шейке веретена запорным кольцом.

Крышки создают лабиринтное уплотнение, предупреждающее попадание смазочного масла из механизма в чашу станины. Упорное кольцо, расположенное между шарикоподшипником и корпусом, ограничивает подъем веретена вверх при пуске сепаратора.

Нижняя опора снабжена двумя входящими в специальный стакане радиальными шарикоподшипниками. Верхний — служит для осевой нагрузки, а нижний — радиальной. Нижний шарикоподшипник через промежуточную шайбу, верхний сухарь, пружину и нижний сухарь опирается на винт пятника, закрепленный контргайкой.

Барабан является рабочим органом сепаратора, в котором жир очищается от грязи и посторонних примесей и отделяется от воды. Барабан состоит из корпуса (рис 31), имеющего форму цилиндра с конусным отверстием в центре дна.

На специальную проточку в корпусе и на штифт ставят тарелкодержатель 1. В нижней части он имеет вид воронки с отверстиями, на наружной поверхности верхней цилиндрической части расположены 4 шпонки. На них в определенном порядке укладывается пакет тарелок 2 с шипиками с верхней стороны.

Отверстия тарелок совпадают между собой и отверстиями конусной части тарелкодержателя, образуя каналы.

Все тарелки имеют порядковые номера. Сверху пакета надета

разделительная тарелка 3, в верхней части которой припаяна втулка 4 с отверстием для выхода продукта.

На горловине кожуха 5 между уплотнительными кольцами устанавливается гравитационная шайба 6. Подбирая из набора необходимую по внутреннему диаметру шайбу, регулируют выход продукта.

При испытании лучшие результаты при сепарировании жира показала шайба с внутренним диаметром 85 мм.

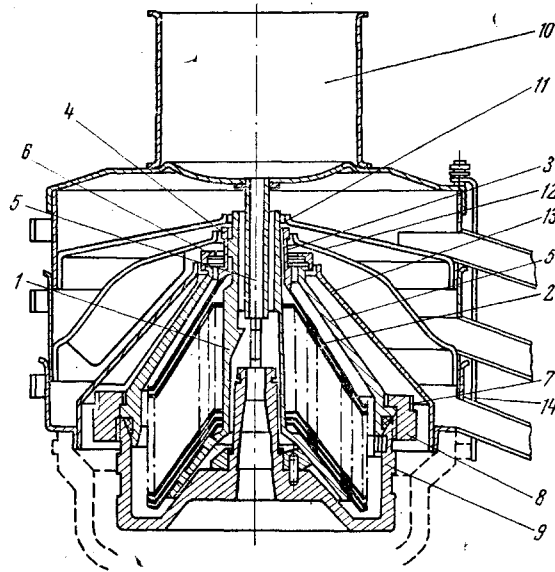


Рис. 31. Барабан сепаратора ФКЖС.

В нижней части кожуха имеются канавка, куда закладывается уплотнительное кольцо 7, и паз, в который входит шпонка корпуса.

Зажимная гайка 8 плотно соединяет кожух 5 с корпусом 9 и сжимает пакет тарелок.

Для завинчивания и отвинчивания в гайке имеются гнезда, куда вставляются шипы специального ключа. Гайка завинчивается вращением против хода часовой стрелки, что исключает ее самоотвертывание при вращении барабана в направлении движения часовой стрелки.

При сепарировании жира в приемную камеру вставляют фильтр.

Посуда состоит из приемной камеры 10, куда поступает продукт для сепарирования, и приемников: верхнего 11, среднего 12 и нижнего 13. Приемники крепятся стяжками 14.

Контрольные приборы — циферблатный тахометр и указатель числа оборотов. Они расположены с правой стороны станины сепаратора.

Черта на циферблате против цифры 60 соответствует 6000 оборотам барабана в минуту.

Счетчиком является шарик, зачеканенный в торец валика, по числу оборотов которого определяют скорость движения горизонтального вала. При частоте вращения барабана 6000 об/мин валик и шарик делают по 60 об/мин. Подсчет производят, держа палец на шарике и следя за часами. Для определения числа оборотов барабана цифру оборотов валика умножают на 100.

Станина сепаратора представляет собой чугунную отливку с отверстиями в основании для крепления на фундаменте.

В верхней части станины — чаше помещен установленный на веретено барабан. Для его остановки в станине смонтированы два тормоза.

Картер станины представляет собой масляную ванну для смазки механизма. Для наблюдения за смазкой в станине имеется маслоуказатель. Пробка предназначена для спуска отработанного масла.

Для сепарирования жира используют пакет тарелок высотой 32 мм, диаметром 206 мм. Неочищенный жир и вода, нагретые до 90—95°C, подаются в тарелкодержатель 1 через верхнюю трубку 15.

Жир, смешанный с 10—15% промывной воды, проходит через отверстия в тарелкодержателе в вертикальные каналы и распределяется тонкими слоями между тарелками, где происходит сепарирование.

Под действием центробежной силы более тяжелые компоненты — вода и грязевые частицы отбрасываются к периферии барабана. Загрязненная вода проходит между разделительной тарелкой 3 и внутренним конусом кожуха барабана 5 и выбрасывается через сменную гравитационную шайбу 6 в нижний приемник 13. Очищенный жир как более легкая составная часть оттесняется к центру барабана, проходит в верхнюю часть разделительной тарелки, через отверстия попадает в средний приемник 12 и выходит наружу.

Сепаратор работает от индивидуального короткозамкнутого фланцевого электродвигателя закрытого типа с наружным охлаждением.

#### Техническая характеристика сепаратора ФКЖС

Производительность, л/ч	600
Частота вращения барабана в минуту	6035
Частота вращения горизонтального вала в минуту	1455
Электродвигатель	
мощность, кВт	3,0
Частота вращения ротора в минуту	1455
Частота вращения указателя оборотов горизонтального вала в минуту	60
Количество комплектных тарелок для жира	61
Температура сепарирования жира, °C	90—100
Емкость грязевого пространства барабана, л	2,9
Угол наклона образующей тарелок	55°30'
Межтарелочный зазор в пакете, мм	0,8

Габаритные размеры, мм	
длина	855
ширина	770
высота	1050
Масса сепаратора с электродвигателем, кг	312

Шестеренчатый насос НРМ-2 (рис. 32) ротационного типа с внутренним зацеплением предназначен для перекачивания жиромассы, полученной в шнековом аппарате, и фугата из центрифуги в отстойники. Основной рабочий орган насоса — корпус, в котором расположен зубчатый ротор. Он насажен на наконечник, закрепленный на валу электродвигателя при помощи штифта. В роторе шестерня расположена эксцентрично так, что часть ее зубьев входит в зацепление с зубьями ротора. Все они имеют очерченный дугами специальный профиль.

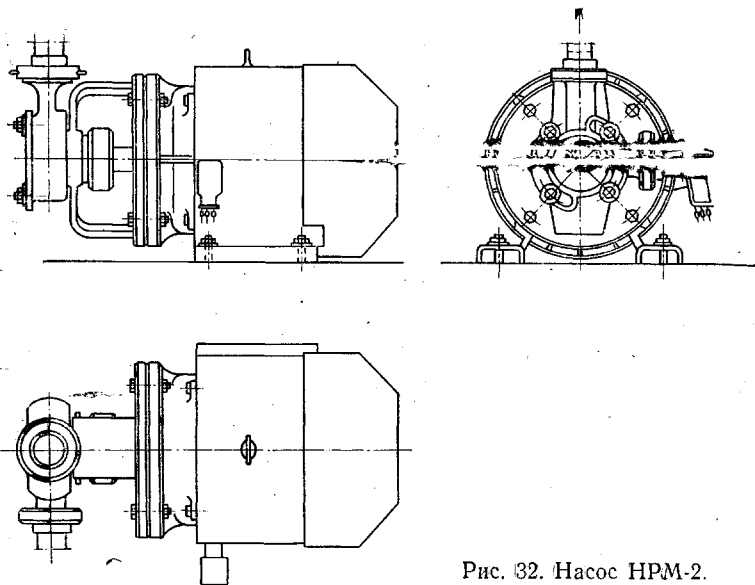


Рис. 32. Насос НРМ-2.

Шестерня свободно вращается на надетом пальце. Он закреплен эксцентрично в крышке, с внутренней стороны которой имеется серповидный выступ, расположенный между зубьями ротора и шестерни и облегающий почти половину ее наружной поверхности. Этот выступ предупреждает обратное просачивание жидкости с нагнетательной стороны на всасывающую и является замыкающей поверхностью для переноса порций продукта.

Крышка закрывает корпус. Между ними находится уплотнительная прокладка. Производительность насоса регулируется поворотом крышки. В его корпусе имеется нагнетательный и всасывающий патрубки.

При работе продукт поступает через всасывающий патрубок в

камеру корпуса насоса и заполняет впадины между зубьями ротора и шестерни. При их вращении порции продукта переносятся на нагнетающую сторону. Здесь зубья ротора и шестерни входят в зацепление, и продукт вытесняется в нагнетательный патрубок.

#### Техническая характеристика насоса НРМ-2

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	0,25—2,0
Частота вращения ротора в минуту	930
Электродвигатель	
мощность, кВт	1
частота вращения в минуту	930
Габариты, мм	
длина	475
ширина	293
высота	282
Масса, кг	52

Отстойники ОЖ-0,16 предназначены для приема и подогрева жира и фугата из приемников, установленных под шнековым аппаратом и центрифугой. Отстойник (рис. 33) представляет собой открытый вертикальный цилиндрический сосуд с тепловой рубашкой, образованной двумя полыми сосудами из толстолистовой стали.

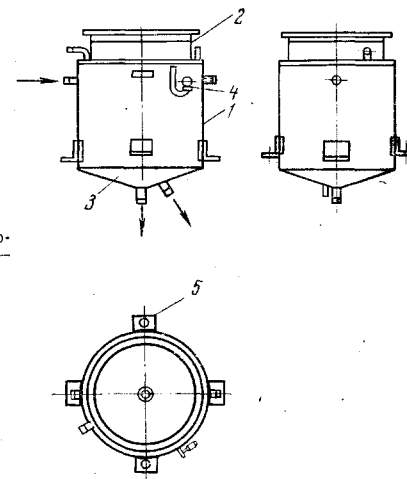


Рис. 33. Отстойник ОЖ-0,16:  
1 и 2 — цилиндрические сосуды; 3 — коническое днище; 4 — манометр; 5 — опорные лапы.

В междустенное пространство поступает горячая вода или острый пар с рабочим давлением  $2,9 \cdot 10^5$  Па. К полым цилиндрическим сосудам приварены конические днища. В верхней части сосуды соединены между собой фланцевым кольцом, а в нижней — трубой, на которой смонтирован фланец для крепления спускного крана фузы. На днище корпуса с его наружной стороны прикреплен вентиль для спуска конденсата, с другой стороны на выходе сливной поворотной трубы укреплен кран для слива жира. На корпусе котла имеются манометр для контроля рабочего давления пара, тер-



мометр — для определения температуры воды и греющего пара и пружинный предохранительный клапан. Давление пара, поступающего в тепловую рубашку отстойника, регулируют паровым редуктором, смонтированным в магистрали подводящих пар труб. Снаружи к корпусу котла приварены опорные лапы, предназначенные для крепления отстойника болтами к раме. Внутри отстойника смонтирована поворотная труба для спуска жира из аппарата. К трубе прикреплена некалиброванная цепь. Отстойник во время работы закрывается решеткой. Для обогрева котла вода подается через вентиль, ввернутый в ниппель, приваренный к верхней торцевой части корпуса. Обогревающий воду пар поступает через вентиль, который прикреплен к верхней части корпуса отстойника и соединен с барботером. Пар, поступающий в тепловую рубашку, обогревает воду, конденсируется, и излишняя вода выходит через патрубков переливной трубы по трубопроводу. При обогреве непосредственно острым паром вентиль переливной трубы закрывают.

Расход пара — 2,1 кг/ч, а горячей воды на промывку — 60 л.

#### Техническая характеристика отстойника ОЖ-0,16

Диаметр, мм	
наружный	710
внутренний	580
Емкость тепловой рубашки, л	95
Рабочее давление пара, Па	2,9 · 10 <sup>5</sup>
Габаритные размеры, мм	
длина	1200
ширина	900
высота полная	1070
высота от лап	650
Масса, кг	175

Сборник жиромассы и фугата представляет собой прямоугольный сосуд с наклонным дном, изготовленный из нержавеющей стали. Внутри сосуда по дну расположен барботер, служащий для подогрева жиромассы или фугата перед перекачиванием. Сборник имеет два штуцера. Первый служит для подсоединения к насосу, а второй, встроенный в нижнюю часть наклонного дна, снабжен навинчивающейся пробкой и предназначен для спуска промывной воды. Габаритные размеры сборника: длина — 600 мм, ширина — 604 мм, высота — 482 мм; емкость — 160 л.

Оборудование линии устанавливается в помещении, отвечающем санитарным требованиям к пищевым цехам. Помещение и машины должны содержаться в чистоте. Аппаратуру, полы, инвентарь и транспортные средства следует ежедневно промывать горячей водой, а в необходимых случаях — дезинфицировать раствором хлорной извести. Весь персонал, работающий на линии, получает санитарную одежду и обувь.

К обслуживанию линии допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж по правилам эксплуатации и техники безопасности.

При работе силового измельчителя из кости необходимо удалить металлические и другие посторонние предметы, проверить состояние защитного ограждения и проследить за уровнем масла.

То же относится и к редуктору шнекового аппарата. Для безопасности и уменьшения потерь тепла наружная поверхность аппарата, а также паропроводы должны быть термозолированы. Запрещается проводить ремонт, чистку и другие работы при включенном электродвигателе.

До пуска волчка-дробилки следует убедиться в отсутствии посторонних предметов в загрузочной воронке и цилиндре волчка, в исправности защитных ограждений привода, наличии смазки в подшипниках, правильной сборке режущего механизма, а также плотно завинтить зажимную гайку. Перед загрузкой нужно проверить исправность волчка на ходу без кости, кратковременно включив электродвигатель. Во время работы волчка запрещается чистить отверстия решетки и устранять неисправности.

Пар в центрифугу пускают только при закрытой крышке. Перед загрузкой кости необходимо проверить направление вращения ротора (оно должно совпадать с направлением стрелки на кожухе центрифуги). Нельзя пускать центрифугу с неравномерно размещенным продуктом внутри ротора, при превышении максимальной нормы загрузки, увеличении числа оборотов ротора выше указанных в технической характеристике, проводить более шести циклов в час.

Перед пуском сепаратора проверяют правильность сборки барабана и приемо-отводящего устройства, положение стопоров, тормоза, а также уровень масла в картере. При пуске следят, чтобы разгон сепаратора до рабочих оборотов продолжался в среднем 3—10 мин. В этот период в барабан нельзя подавать жир или воду, так как это вызывает торможение и вибрацию механизма.

Запрещается разбирать сепаратор до полной его остановки и работать при несжатом пакете тарелок или незатянутом кольце. Барабан должен быть отрегулирован по высоте и при вращении не задевать приемо-отводящего устройства.

Для остановки барабана тормоз включают только после выключения электродвигателя, барабан промывают, удаляя из него остатки жира или осадка. Разбирают его детали бережно, в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации. Во избежание аварий нельзя обезличивать детали барабана и устанавливать их при сборке плохо промытыми.

Перед пуском сушилки необходимо проверить: отсутствие в ней посторонних предметов, наличие ограждения на движущихся частях привода, уровень масла в редукторе, степень натяжения ремней, правильно ли открыты вентили на пароконденсаторпроводах, плотно ли прилегают крышки к корпусу секций сушилок, а также контролируют работу вытяжной системы, предназначенной для отсоса сокового пара. Наружная поверхность секций сушилки, а также паропроводы и конденсаторпроводы должны быть термозолированы.

валы. При пуске на холостой ход нижние конические валы верхней и нижней секций вращаются против часовой стрелки со стороны загрузочных бункеров, а вал средней секции — в противоположную сторону. Во время работы шнековые валы очищать нельзя.

На молотковой дробилке перед ее включением необходимо проверить исправность ротора, молотков, шплинтов, решетки, убедиться в отсутствии в машине посторонних предметов, осмотреть защитное ограждение на движущихся частях привода. При работе дробилки нельзя переполнять ротор.

Все оборудование поточной линии следует заземлять.

При обнаружении неисправности (стук, перегрев подшипников, сильная вибрация) машины должны быть немедленно остановлены для устранения неполадок.

Если почему-либо остановлена одна машина, то во избежание перегрузки выключаются все предыдущие.

Пуск оборудования установки производится в обратном порядке хода технологического процесса.

### ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 кг/ч

Установка производительностью 250 кг/ч предназначена для предприятий, вырабатывающих до 10 т колбасных изделий в смену. В настоящее время она работает на Нововоронежском мясокомбинате и Изобильненском пищекомбинате (рис. 34).

Установка занимает в отдельном одноэтажном здании площадь в 144 м<sup>2</sup>. Кость на стол накопления подает плоскочашечный подъемник. Далее ее измельчают, затем обезжиривают и сушат. Жиромасса из шнекового аппарата и фугат из центрифуги поступают в сборники, а из них насосом перекачивают в отстойники, где нагревают до 90—95° С и затем направляют на сепаратор. Очищенный жир после охлаждения упаковывают.

Если сухая кость целиком направляется на выработку кормовой муки, а отбора фракций более 12 мм (шрота) не производится, то калибровочное сито снимают с вибросита и оно выполняет функции транспортера и охладителя кости перед ее измельчением в муку.

Установка (рис. 35) производительностью до 1000 кг/ч предназначена для предприятий, рассчитанных на выработку 40 т колбасных изделий в смену.

Установка занимает в одноэтажном помещении площадь в 276 м<sup>2</sup>. Кость с помощью плоскочашечного подъемника 1 поступает на стол разборки сырья 17, откуда она загружается в силовой измельчитель 2, который как и стол разборки имеет специальные площадки.

Измельченная кость распределительным шнеком 3 подается для обезжиривания в бункер двух аппаратов 4 с рабочей длиной шнеков 5 м. Для их обслуживания имеются специальные площадки. Из

шлетку с отверстиями диаметром 30 мм и затем при помощи шнекапитателя 6 подается на скребковый транспортер 7, а на нем — в бункер-накопитель 11. Отсюда кость с помощью шнека-распределителя поступает на одну из трех центрифуг 10 ТН-800-4Н. Для их обслуживания предусмотрена площадка 14.

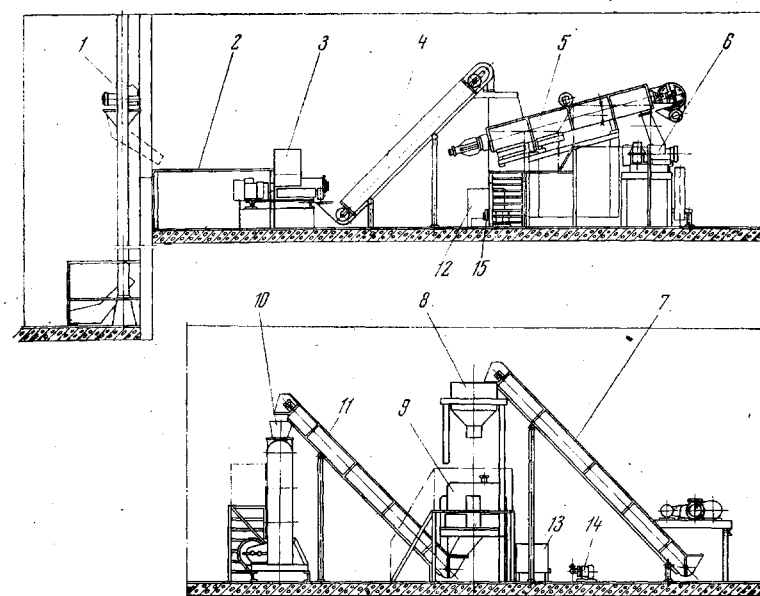


Рис. 34. Поточно-механизованная установка производительностью 250 кг/ч:  
1 — плоскочашечный подъемник; 2 — стол накопления; 3 — силовой измельчитель; 4 — элеватор для сырой измельченной кости; 5 — шнековый аппарат; 6 — волчок; 7 и 11 — элеватор закрытый; 8 — бункер; 9 — центрифуга; 10 — сушильный агрегат; 12 и 13 — сборники жиромассы и фугата; 14 — насос.

Выделившийся при центрифугировании фугат попадает в сборник 9, откуда насосом 8 перекачивается в один из трех отстойников, куда одновременно поступает жиромасса из сборников, установленных под шнековыми аппаратами. Для обслуживания отстойников имеется площадка. После подогрева до 95° С жиромасса и фугат очищаются на сепараторе ФКЖС. Осветленный жир упаковывается.

Кость из трех центрифуг перемещается в расположенный под ними шнек и транспортируется к скребковому элеватору 7, откуда с помощью шнека-распределителя 15 загружается в 2 трехсекционные сушилки 18 с рабочей длиной шнеков 5 м. Здесь сырье сушат 30 мин. Обслуживают сушилки с площадок.

Высушенная кость с помощью шнека-распределителя 16, а затем скребкового транспортера 12 направляется на вибросито 13.

После калибровки фракции кости размерами более 12 мм (шрот) охлаждают, упаковывают, а частицы менее 12 мм с помощью скребкового элеватора и шнека-распределителя 19 передают на 2 дробилки 20 для измельчения в муку.

Продолжительность технологического процесса — 1 ч.

### НЕПРЕРЫВНО ДЕЙСТВУЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЧАСТИЧНОГО ОБЕЗЖИРИВАНИЯ КОСТИ

В производстве может быть также применена установка для частичного обезжиривания кости путем одностадийной обработки ее сухим способом в шнековом аппарате с последующей переработкой вываренного продукта в смеси с мякотными субпродуктами для получения мясокостной муки в горизонтальном вакуумном котле.

Эта установка (она работает на Брянском мясокомбинате) состоит из силового измельчителя, скребкового элеватора, шнекового аппарата, сборника жира и приемника для вываренной кости.

Технологический процесс переработки кости на установке состоит в следующем (рис. 36).

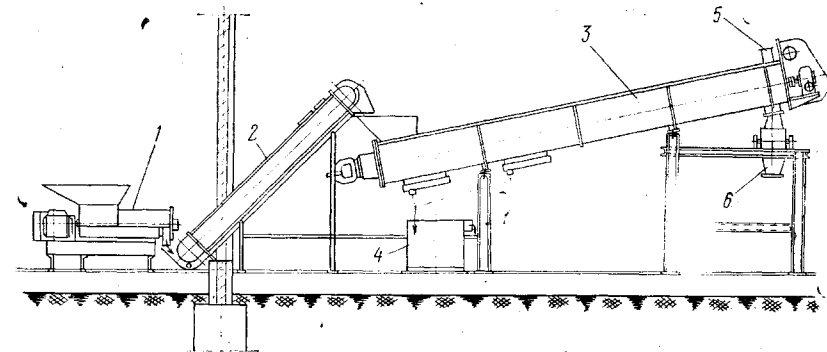


Рис. 36. Установка непрерывного действия для частичного обезжиривания кости сухим способом.

Кость из обвалочного отделения загружают в измельчитель 1, где дробится на кусочки размером 50—60 мм. Далее измельченное сырье скребковым элеватором 2 подается в шнековый аппарат 3, где в течение 11 мин продвигается вдоль шнека и нагревается до 80—85° С. Выделяющийся жир непрерывно отводится через отверстия в дне аппарата в сборник 4, а из него — на сепаратор. Соковый пар отводится через патрубок 5 в вентиляционный трубопровод. Обезжиренная кость выгружается в приемник 6, а оттуда поступает в цех технических фабрикатов, где после добавления в мягкое сырье (вместо сырой кости) ее загружают в горизонтальные вакуумные котлы.

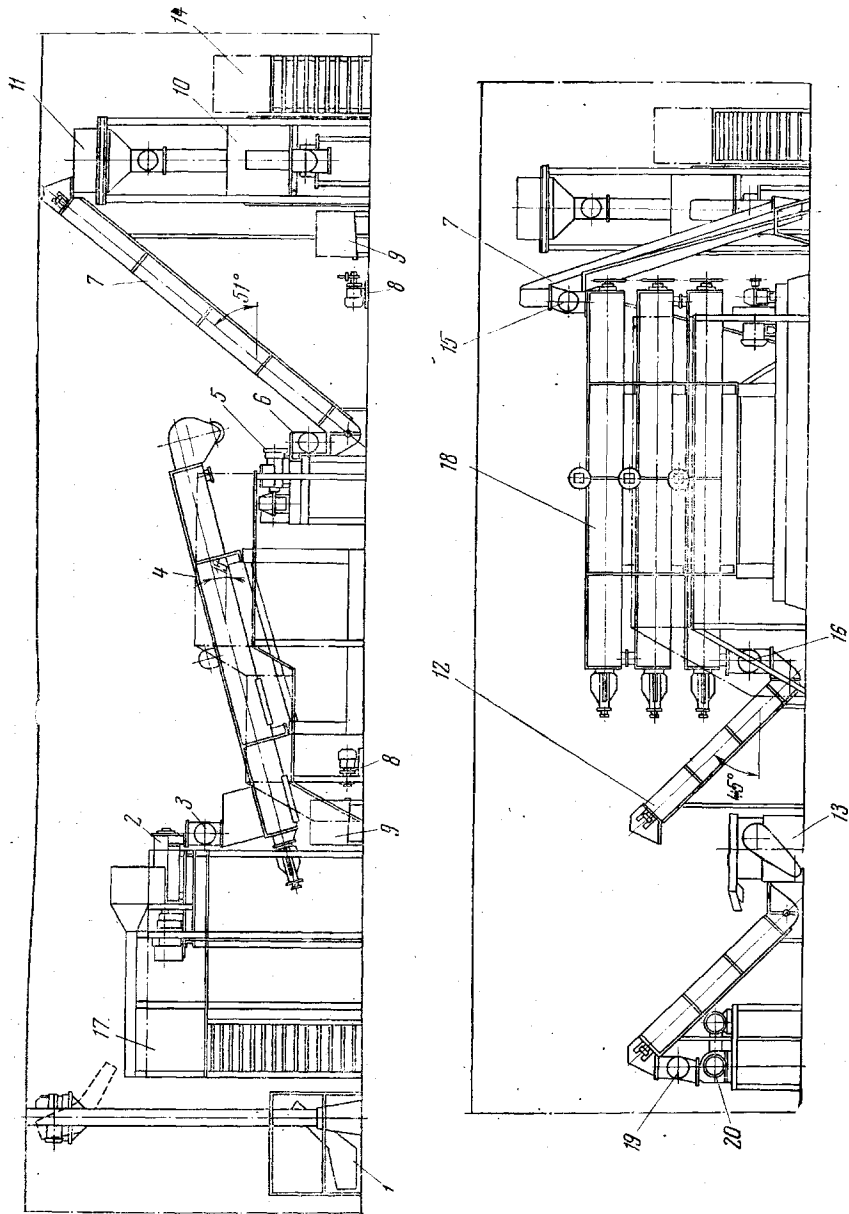


Рис. 35. Поточно-механизированная установка производительностью 1000 кг/д.

Выход частично обезжиренной кости составляет 70—75% от исходной, а влажность — 25—30%. Выход жира в зависимости от вида сырья составляет 5—10%.

При одинаковом выходе жира обработка кости в этой установке длится до 11 мин вместо 5—6 ч в открытых котлах. Кроме того, при обезжиривании сырья исключаются образование бульона и потери с ним белковых веществ.

Применение такой установки позволяет получить пищевой жир и одновременно интенсифицировать процесс термической обработки непищевое сырье в горизонтальных вакуумных котлах с целью производства кормовой муки повышенной биологической ценности.

В настоящее время проектируются поточно-механизированные установки производительностью 1500 кг/ч кости с применением центрифуги ПН-1000, перерабатывающей до 2 т частично обезжиренной кости за 1 ч.

#### Техническая характеристика центрифуги ПН-10000

Ротор		
внутренний диаметр, мм		1000
высота, мм		670
частота вращения в минуту		1450
Фактор разделения		1180
Емкость, л		300
Электродвигатель		
мощность, кВт		40
частота вращения в минуту		750
напряжение, В		380/500
масса, кг		1350
Выгрузка осадка		Саморазгружающаяся
Габаритные размеры центрифуги с электродвигателем, мм		
над уровнем пола		3240
ниже уровня пола		670
длина		1830
ширина		1830
высота		3240
Масса центрифуги без электродвигателя, кг		2380

### ГРАНУЛИРОВАНИЕ КОСТНОЙ МУКИ

Для сохранения высокого качества костной муки в процессе ее хранения, транспортировки и удобства переработки в комбикорма целесообразно подвергать продукт гранулированию.

Для проведения процесса гранулирования необходимо учитывать технологические показатели кормовой муки.

Костная кормовая мука, полученная на поточной линии, характеризуется следующими технологическими показателями.

Внешний вид	Сыпучий порошкообразный продукт светло-желтого цвета
Влажность, %	6,9—10,0
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	721
Угол естественного откоса, град	44

Гранулометрический состав	
средний размер частиц, мм	0,67
содержание частиц размером 3—5 мм, %	0,5
Гигроскопическая точка, %	28

Костная мука содержит пылевидные фракции с развитой поверхностью и поэтому легко подвергается воздействию кислорода. В результате содержащийся в муке жир окисляется, в нем накапливаются продукты распада, обладающие неприятным запахом и оказывающие токсическое воздействие на организм животных.

Кроме того, такая продукция слеживается, что усложняет ее хранение в бункерах. Возникает потребность в мешках. В этом случае помимо расхода ценной тары необходимо проводить такие трудоемкие процессы, как дозирование, взвешивание, зашивка, маркировка, укладка мешков в штабели и разборка их при погрузке. Мучная пыль оседает на оборудовании, конструкциях, стенах и коммуникациях, что создает опасность самовозгорания и ухудшает условия труда.

Все это диктует необходимость введения гранулирования костной муки, что сделает ее более удобной для хранения и транспортировки и позволит предотвратить потери.

Гранулирование кормов, по существу, является процессом термомпластической формовки мучнистых смесей. Они превращаются в гранулы преимущественно круглой формы диаметром от 2,4 до 20 мм и длиной от 1 до 1,5 диаметра. Гранулы лучше сохраняют составные части кормов (жиры, витамины, микроэлементы), увеличивается их плотность, повышается по сравнению с мучнистыми кормами объемный вес, что позволяет более экономно использовать складские помещения и тару. Гранулы обладают хорошей сыпучестью, их удобно хранить в обычных бункерах с конусным дном под углом 45°. Помимо этого они хорошо транспортируются, удобны для погрузки и выгрузки при бестарном способе доставки.

Наряду с этим гранулы, сокращая продукт в объеме, позволяют на 20—25% увеличить нагрузку железнодорожного и автомобильного транспорта.

Процесс гранулирования состоит в следующем. Костная мука после измельчения и магнитной очистки поступает в шнек-питатель 1 (рис. 37), а из него — в лопастной шнек-смеситель 2 гранулятора 3. В смесителе она обрабатывается острым паром с избыточным давлением  $2,4 \cdot 10^5$  Па, поступающим через патрубок 4. Пропаренный продукт при температуре 75—85°С попадает через воронку 5 в прессующую камеру 6 гранулятора, приводимого в действие от электродвигателя 7 мощностью 20 кВт.

Готовые гранулы диаметром 12,7 мм при температуре 75—85°С и влажности до 10% через разгрузочное отверстие 8 поступают на течку, а из нее на норию, которой подаются в верхнюю часть 1 ох-

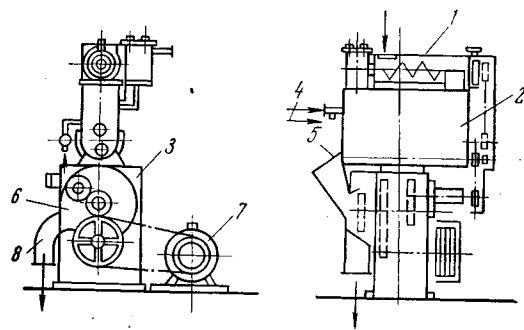


Рис. 37. Пресс для гранулирования кормовой муки.

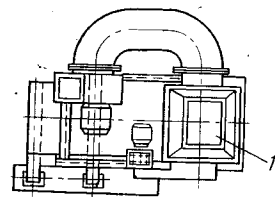
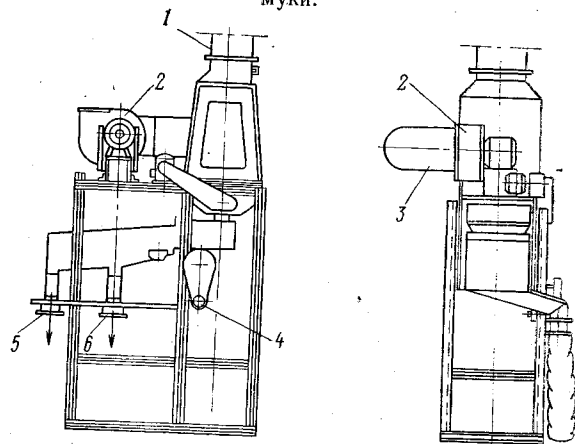


Рис. 38. Охлаждительно-сортировочная установка.

ладительно-сортировочной установки (рис. 38). Гранулы, охлажденные воздухом от вентилятора 2 ЭВР № 4 с электродвигателем 3 до 37—44° С после сортировки на сите с электродвигателем 4 поступают через разгрузочный люк 5 на течку, затем в элеватор, который подает готовую продукцию на хранение в бункер.

Крошка и осыпь (1—2%), образовавшиеся в процессе работы установки, возвращаются через спуск 6 для повторного гранулирования.

Охлаждительно-сортировочная установка должна быть постоянно заполнена гранулами. При охлаждении не только снижается их температура, но и на 1—1,5% уменьшается влажность.

Техническая характеристика гранулятора и охлаждительно-сортировочной установки

Показатели	Гранулятор	Охлаждительно-сортировочная установка
Производительность, т/ч	1	1
Диаметр гранул, мм	2,4; 8; 13; 19	—
Площадь сита, м <sup>2</sup>	—	1,17
Размер ячеек, мм	—	1,2×20
Давление пара, Па	2,4·10 <sup>5</sup>	—
Установленная мощность электродвигателей, кВт	20	6,8
Габаритные размеры, мм		
длина	1700	2418
ширина	1400	2013
высота	2010	4255
Масса машины, кг	1236	1063

Исследованиями установлено, что жир после 4-месячного хранения муки в гранулированном виде изменялся меньше, чем в негранулированном. В первом случае перекисное число жира достигло 0,29% йода, а во втором — 0,86% йода, т. е. оно было в три раза выше. Такое же явление наблюдалось с кислотным числом.

Из этого следует, что в гранулах жир лучше сохраняется от окисления и прогоркания, благодаря чему кормовые достоинства и биологическая ценность муки не снижаются.

Следует отметить, что в Англии 85% кормовой муки выпускается в гранулах. Ряд фирм (США, Голландия, ФРГ) выпускает оборудование для гранулирования этой продукции.

Гранулирование помимо упомянутых преимуществ позволяет предотвратить микробиальное обсеменение муки за счет использования мешков, которые, как правило, не подвергаются предварительному обеззараживанию. Кроме того, переход на выпуск кормов в гранулированном виде дает значительный экономический эффект.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ  
ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОСТИ**

Производственная эксплуатация поточно-механизированной установки для комплексной переработки кости подтвердила возможность обезжиривать и сушить все виды кости, получаемой от обвалки мяса, голов и обработки ног. При этом выхода пищевого жира, кормовой муки и шрота высокие.

Выход жира из рядовой говяжьей кости (позвонки) на 5,8%, а из свиной трубчатой кости на 6% выше, чем при переработке таких же видов сырья в автоклавах; из цевочной кости выход жира на 9,1% выше, чем при выварке ее в открытых котлах.

Выход кормовой муки и шрота составляет в среднем 54,1%, что на 12,1% выше установленного норматива.

Качественные показатели жира, полученного на установке, отвечают требованиям, предъявляемым к высшему и I сортам.

По химическому составу — содержанию белка — кормовая мука превышает требования ГОСТ 17536—72 на костную муку I сорта.

Технико-экономические показатели работы поточно-механизированной установки комплексной переработки кости на Нововоронежском мясокомбинате приведены в табл. 12.

Таблица 12

Показатели	Годы		
	1969	1970	1971
Переработано кости, ц	1064	6933	7256
Выход муки *, %	48,1	48,5	50,3
Нормативный выход муки, %	42,0	42,0	42,0
Сверхнормативный выход муки, %	6,1	6,5	8,3
Выход костного жира, %	13,2	11,2	12,3
Нормативный выход жира от аналогичной номенклатуры кости, %	9,1	8,2	8,2
Сверхнормативный выход жира, %	4,1	3,0	4,1
Сорт жира (высший и I), %	95,7	92,6	93,9
Стоимость реализованной продукции, руб.	31086	196799	208465
Затраты на производство включая стоимость кости, руб.	16217	98474	104922
Прибыль от эксплуатации линии, руб.	14869	98325	103543
Прибыль от переработки 1 т кости, руб.	139—88	141—88	144—60
Стоимость продукции, полученной при переработке 1 т кости, руб.	282—77	283—98	287—30

\* Шрот не выделяли, всю обезжиренную сухую кость измельчали в муку.

Из табл. 12 видно, что применение поточно-механизированной установки высоко рентабельно благодаря сверхнормативным выходам готовой продукции, улучшению ее качества и низким эксплуа-

тационным расходам (в среднем 16 руб. на 1 т кости). Установку обслуживают 2 чел.

Производительность труда на новой поточно-механизированной установке в 2 раза выше, чем на существующем оборудовании. Это результат механизации транспортных операций, возможности получения 2—3 видов продукции и высоких ее выходов за счет применения нового двухстадийного метода обезжиривания.

Наибольший выход жира достигается при дифференцированной переработке кости по комплексной технологии (табл. 13).

Таблица 13

Вид кости	Выход жира при переработке кости, %		
	на поточно-механизированной установке	в автоклавах	в открытых котлах
Говяжья			
трубчатая неопиленная	20,6	12	10
цевка	14,6	—	5,5
позвонки	13,6	8	4
рядовая	13,1	8	4
Свиная			
головная	8,0	8,0	4
трубчатая	18,0	12,0	10
Смешанная	11,9	10,0	7

Сравнение комплексной технологии переработки кости с распространенным автоклавным методом обезжиривания и последующей сушки обезжиренного сырья в горизонтальном вакуумном котле показывает ее высокую экономическую эффективность, что видно из следующего расчета.

Средний выход пищевого жира при автоклавной обработке 1 т кости достигает 90 кг; из этого количества к высшему сорту относят 16%, к I — 69% и к сборному — 15%.

При автоклавном методе обезжиривания и последующей сушке кости-паренки в горизонтальном вакуумном котле выход костной муки достигает 42%. Цена 1 т костного пищевого жира высшего сорта согласно прейскуранту составляет 1800 руб., I сорта — 1600 руб., сборного — 1200 руб., 1 т кормовой костной муки I сорта — 200 руб. Следовательно, общая стоимость продукции, получаемой при автоклавном методе обработки 1 т кости, составляет 225,5 руб.

Затраты на переработку 1 т кости автоклавным методом составляют 7,28 руб., оптовая цена 1 т рядовой кости 100 руб. Исходя из этого, экономическая эффективность обезжиривания и сушки составляет 118,2 руб.

Применяя комплексную технологию переработки кости, Нововоронежский мясокомбинат довел выход пищевого жира до 12,2%. Следовательно, при переработке 1 т кости предприятие получает

122 кг пищевого жира, из этого количества 80% высшего сорта, 14% I сорта и 6% сборного.

Выход костной муки и шрота составляет 49% (из-за отсутствия потерь белков). Таким образом, при переработке 1 т кости получается 490 кг обезжиренной кости, принятой в расчете как кормовая мука I сорта.

Общая стоимость выработанной продукции составляет 310 руб. Переработка 1 т кости по новой технологии на поточно-механизированной установке производительностью 250 кг/ч обходится в среднем 16 руб. (при росте производительности линии эксплуатационные расходы снижаются).

С учетом затрат экономическая эффективность от переработки 1 т кости составляет 193,8 руб.

По сравнению с автоклавным методом можно дополнительно получать от переработки 1 т кости 75,6 руб.

Капитальные затраты на внедрение в производство поточно-механизированной установки производительностью 250 кг/ч окупаются за 3 месяца.

Приведенные расчеты показывают высокую экономическую эффективность применения новой технологии и поточно-механизированных установок для комплексной переработки кости.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВОГО ЖИРА, КОРМОВОЙ МУКИ И ШРОТА, ПОЛУЧЕННЫХ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОГО КОСТНОГО ЖИРА И ПРИМЕНЕНИЕ ЕГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНЫХ ЖИРОВ И ЗАМЕНТЕЛЕЙ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

Пищевой костный жир, полученный по комплексной технологии, является высококачественным продуктом, обладающим более мягкой консистенцией по сравнению с говяжьим и бараньим жиром, содержит важные полиненасыщенные жирные кислоты, обладает приятным специфическим запахом и вкусом, имеет желтый цвет, обусловленный наличием в нем витамина и провитамина (каротина) А, а также отличается хорошей усвояемостью (97%).

В костном жире, выработанном из различных видов кости, преобладает олеиновая кислота, количество которой составляет от 38,1 (ребра говяжьи) до 52,6% (трубчатая свинная). Содержание полиненасыщенных жирных кислот сравнительно невысокое, за исключением жира, полученного из свиной трубчатой кости, и составляет 2,3—5,8%.

Стеариновой кислоты содержится 11,7—19,4%.

Из насыщенных кислот во всех видах костного жира наибольший удельный вес занимает пальмитиновая (гексадекановая) кислота — 22,3—31,2%, причем в свином костном жире ее содержание наименьшее — 22,3—23,5%.

Основные физико-химические показатели жира, полученного из различных видов кости, приведены в табл. 14.

Таблица 14

Показатели	Кость		
	смешанная	эпифизы	трубчатая свинная
Твердость, г/см	300	226	71
Температура застывания, °С	31,2	28,1	23,3
Температура плавления, °С	41,8	41,0	39,5
Содержание лецитина, %	0,147	0,131	0,176
Йодное число, % йода	50,3	52,2	62,4
Содержание неомыляемых веществ, %	0,73	0,70	0,86

Общее содержание неомыляемых веществ в костных жирах значительно выше, чем в животных жирах других видов, полученных из мягкого жирсырья, благодаря чему костный жир обладает хорошей эмульгирующей способностью.

Жир, полученный из эпифизов, смешанной говяжьей кости и свиной трубчатой, отличается наилучшими пластическими показателями, так как при 20° С содержит 15—30% твердых триглицеридов.

Хорошие пластические свойства, высокая эмульгируемость, повышенное содержание биологически активных полиненасыщенных жирных кислот, а также улучшенные органолептические показатели позволили применять костные пищевые жиры, полученные по комплексной технологии, для производства кулинарных жиров, заменителей молока и при производстве антибиотиков.

С целью разработки эффективного использования пищевых костных жиров высшего сорта были проведены исследования по его вводу в рецептуру кулинарного жира в количестве 10—20% с частичной заменой говяжьего жира высшего сорта. Для этого были разработаны 12 рецептов, включающие 4 или 5 жировых компонентов в различных соотношениях.

В результате сопоставления физико-химических показателей были отобраны три опытные рецептуры кулинарного жира, контролем служил жир «белорусский». Состав этих жиров приведен в табл. 15.

Таблица 15

Компоненты	Опытные кулинарные жиры			Контроль
	1	2	3	
Жир костный высшего сорта	20	15	10	—
Жир говяжий высшего сорта	15	20	25	35
Саломас подсолнечный	50	50	50	35
Масло подсолнечное	15	15	15	30

Физико-химические показатели выработанных партий кулинарных жиров характеризуются данными табл. 16.

Таблица 16

Показатели	Рецептура кулинарного жира			Контроль
	1	2	3	
Содержание влаги, %	0,3	0,3	0,25	0,1
Кислотное число, мг КОН	0,3	0,4	0,4	0,3
Перекисное число, % йода	0,019	0,018	0,019	0,00
Температура плавления, °С	33,7	33,5	34,5	36,5
Твердость, г/см	50,0	37,0	43,0	37,0

Из табл. 16 видно, что выработанные партии кулинарных жиров с введением костного жира высшего сорта не уступают контрольному образцу.

С целью изучения стойкости опытных кулинарных жиров в процессе хранения образцы были заложены в холодильник при температуре 5—10°С сроком на 65 дней и в помещение при температуре 18—20°С в течение 34 дней. Указанные температуры и срок хранения жиров выбраны в соответствии с требованиями технических условий на эти жиры.

Кислотные и перекисные числа жира в процессе хранения в опытных и контрольном жире изменялись примерно одинаково.

На основании проведенной работы были разработаны и утверждены рецептуры на кулинарные жиры, предусматривающие использование костного пищевого жира высшего сорта в количестве до 20% от общей массы.

Важное значение приобретает вопрос о разработке способа получения заменителя молока с применением костного жира.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте мясной промышленности разработаны способ получения и рецептура белково-жиро-углеводного заместителя цельного молока (ЭЦМ).

В качестве белкового сырья для получения белково-жиро-углеводного ЭЦМ использованы фракции пищевой крови убойных животных и щелочной гидролизат кератинсодержащего сырья (рогов, копыт и др.), а в качестве жирового компонента предусмотрено применение костного пищевого жира. Состав белково-жиро-углеводного заместителя цельного молока с использованием пищевого костного жира и недефицитного белкового сырья мясной промышленности (в % сухих веществ) приведен в табл. 17.

Количество жира можно уменьшить до 36% и соответственно увеличить количество белковых компонентов.

В зависимости от вида используемой в рецептуре фракции пищевой крови вырабатываемый заменитель по цвету может быть двух видов: светлый (при применении сыворотки) и темный (при применении форменных элементов или цельной крови).

Таблица 17

Состав	Рецепт		
	№ 1	№ 2	№ 3
Форменные элементы пищевой крови	33,0	37,8	—
Сыворотка (плазма) пищевой крови	—	—	40,0
Гидролизат кератинсодержащего сырья	9,6	4,8	—
Жир костный пищевой	46,0	46,0	46,0
Сахар	11,4	11,4	13,6
Соль	—	—	0,4

Использование гидролизата кератинсодержащего сырья в рецептуре белково-жиро-углеводного заместителя цельного молока позволяет восполнить дефицит некоторых незаменимых аминокислот в составе белков форменных элементов (в частности, изолейцина) и получить стойкую эмульсию, поскольку кератиновые гидролизаты являются поверхностно-активными веществами.

Исследования показали перспективность и целесообразность производства ЭЦМ с костным пищевым жиром на предприятиях мясной промышленности и в первую очередь на тех, которые оснащены распылительными сушилками.

Организация производства белково-жиро-углеводного ЭЦМ на мясокомбинатах является рентабельным и рациональным методом использования как пищевых костных жиров, так и форменных элементов пищевой крови и кератинсодержащего сырья.

#### БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОСТНОЙ МУКИ ДЛЯ РАЦИОНОВ ЖИВОТНЫХ

Вырабатываемая в настоящее время костная кормовая мука имеет невысокую питательную ценность и служит преимущественно источником минеральных веществ в рационах животных.

Костная же кормовая мука, получаемая по комплексной технологии, характеризуется повышенным содержанием белка.

На питательную ценность протеина исходного сырья существенно влияет метод обезжиривания кости.

Экспериментами установлено, что мука, полученная автоклавным методом, содержала на 7% белка меньше, чем выработанная по комплексной технологии, а золы и безазотисто-экстрактивных веществ было соответственно на 7 и 0,7% больше. При этом необходимо отметить, что белки костной муки, полученной автоклавным методом и по комплексной технологии, претерпевают изменения различного характера.

Изменение белков кости, происходящее в результате обработки ее термическим методом по комплексной технологии и при автоклавировании с непрерывным отводом жира и бульона и последую-



щей сушкой кости-паренки в горизонтальном вакуумном котле, оценивали путём определения форм азота в костной муке.

Результаты исследований приведены в табл. 18.

Таблица 18

Костная мука, выработанная	Азот, %			Оксипролин, мг %
	общий	белковый	полипеп- тидный	
По комплексной техноло- гии	6,01 ± 0,132	5,78 ± 0,036	0,18 ± 0,01	4323,8 ± 21,19
Автоклавным методом	4,58 ± 0,033	2,12 ± 0,056	2,16 ± 0,02	3068,8 ± 23,92

Из табл. 18 видно, что обезжиривание кости при высокой температуре в сочетании с большой продолжительностью (автоклавным методом) ведет к уменьшению общего азота на 31,3% по сравнению с его содержанием в костной муке, при производстве которой обезжиривание проходило кратковременно и при нормальной температуре.

Наряду с этим видно, что белкового азота в костной муке автоклавной выработки содержится в 2,7 раза меньше, а полипептидного азота — примерно в 12 раз больше, чем в муке, полученной по новой технологии.

Продукты распада накапливаются, главным образом, за счет гидролиза коллагена, вследствие чего в белках муки, полученной по комплексной технологии, оксипролина содержится больше, чем при автоклавной выработке.

Результаты биологических опытов свидетельствуют о преимуществе костной муки, полученной по комплексной технологии, так как привесы животных, которые получали эту муку, были на 30% выше, чем при скармливании муки автоклавной выработки.

Сравнивая два вида костной муки с различной технологией производства, можно сделать вывод, что лучшей по воздействию на организм животных является мука, выработанная по комплексной технологии.

Наряду с наблюдением за группами животных, которым скармливали два вида костной муки, во время опыта велись наблюдения за группой животных, получавших принятый в хозяйстве рацион. В группе было 40 поросят. Средний вес головы при постановке составлял 26,4 кг, по окончании опыта — 97 кг. Среднесуточный привес достиг 477 г, или на 55 г (11%) меньше, чем в контрольной группе. На примере этой группы видно, какое важное значение имеет мука животного происхождения в кормлении свиней.

Для определения коэффициента переваримости, обмена азота, кальция и фосфора на трех подсвинках из каждой группы был проведен физиологический опыт по методике ВИЖА.

Результаты исследований показали, что переваримость сухих веществ и органических веществ, протеина, безазотисто-экстрактивных веществ была практически одинаковой. Добавка костной муки,

выработанной по комплексной технологии, способствовала повышению переваримости жира на 26,4%, клетчатки — на 5,3%, протеина — на 3,5%.

Для изучения влияния скормленной костной муки на мясосальную продуктивность подопытных животных по окончании откорма был проведен контрольный убой, который показал, что добавки к основному рациону костной муки, выработанной автоклавным методом и по комплексной технологии, на выход продуктов убоя существенного влияния не оказали.

Для изучения влияния костной муки, полученной по различным технологическим режимам, на физиологию развития животных были проведены гематологические анализы. Результаты анализов свидетельствуют о том, что содержание гемоглобина было несколько больше у животных, получавших муку, выработанную по комплексной технологии. Это означает, что при скармливании этой муки никаких клинических отклонений от физиологических норм у животных не было.

Полученные данные показали высокую биологическую ценность костной кормовой муки, выработанной по комплексной технологии, по сравнению с биологической ценностью муки, выработанной в автоклавах, поскольку в результате ее применения увеличиваются среднесуточные привесы, повышается переваримость всех ингредиентов корма и снижаются затраты откорма.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ШРОТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЯ И ЖЕЛАТИНА.

Шрот, получаемый при переработке кости по комплексной технологии, отличается высоким содержанием белка, что создает предпосылки для производства высококачественного клея с большим выходом, чем при существующем способе обезжиривания кости методом экстракции в течение 15—16 ч на клеевых заводах.

Так как шрот, вырабатываемый на поточно-механизированной установке, характеризуется небольшим гранулометрическим составом (частицы размером 12—30 мм), необходимо было проверить в производственных условиях получение из него клея на крупногабаритном стационарном оборудовании периодического действия, а также определить качественные показатели и его выход.

На Могилевском клеевом и Казанском фотожелатиновом заводах были проведены работы по получению клея и желатина из этого шрота. Исходный шрот характеризовался следующими химическими показателями: содержание влаги — 8,2%, содержание жира — 6,0%, белка — 38,0%.

Шрот предварительно подвергали экстракции на Могилевском клеевом заводе в четырех экстракторах вертикального типа, емкость каждого экстрактора составляет 5 т измельченной сырой кости. В экстракторы было загружено по 7 т шрота, экстракцию проводили бензином по принятому режиму. Результаты обезжиривания шрота приведены в табл. 19.

Таблица 19

Показатели	Номер экстрактора			
	1	2	3	4
Продолжительность экстракции, ч-мин	5-30	5-15	3-30	5-15
Состав шрота после экстракции, %				
влага	5,4	5,7	7,0	5,3
жир*	0,8	0,8	1,9	0,7

\* В расчете на сухой шрот.

Из табл. 19 видно, что обезжиривание шрота в течение 5 ч обеспечивает снижение остаточного содержания жира до 1%. При этом количество экстрактора была увеличена на 40%.

В процессе экстракции слеживания шрота не было установлено. Наоборот, было выявлено, что выгрузка его из экстрактора проходила с большой скоростью и требовались усилия для замедления выгрузки.

Обесклеивание шрота осуществлялось однофазным методом в батарее из 8 диффузоров. Температура в процессе обесклеивания колебалась в пределах 80—125°С, причем во время испытаний устойчивость температуры достигнуть не представилось возможным. Продолжительность обесклеивания составила 8 ч, при этом концентрация бульонов находилась в интервале 7,5—12,0%.

По окончании обесклеивания выгрузка диффузоров происходила нормально, никакого слеживания не установлено.

Вследствие непостоянной температуры в процессе обесклеивания кость-паренка, выгружаемая из диффузоров, имела несколько повышенное содержание азота, соответственно по диффузорам: 2,0, 1,96, 1,84, 1,95% вместо 1%. Необходимо отметить, что в ряде случаев такое же остаточное содержание азота в паренке имеется и после обесклеивания кости по существующей технологии. Иными словами, использование шрота не ухудшило полноту обесклеивания.

Полученные бульоны обрабатывали по общепринятым режимам, предусматривающим упаривание, консервирование, желатинизацию и сушку, которую проводили на туннельной и вальцовой сушилке (в последнем случае желатинизация не проводилась).

Качественные показатели выработанного клея представлены в табл. 20.

Из табл. 20 видно, что по своим показателям костный клей относится к высшему и I сорту. Несколько пониженная вязкость в партиях № 2 и 3 объясняется недостатками термического режима в процессе обесклеивания, о чем говорилось выше. Одновременно необходимо отметить, что использование шрота, который поставляется в мешкотаре с мясокомбинатов, исключает загрязнение го-

Таблица 20

Показатели	Номер партии		
	1	2	3
Концентрация упаренного бульона, %	41,0	45,3	39,0
Количество выработанного клея, кг	2337	2870	1974
Вязкость клея, °Э	2,58	2,31	2,43
Содержание в клее, %			
зола	2,9	2,9	2,7
жира	1,02	0,66	0,86
Пенистость, мл	24	24	25

тового продукта, что имеет место в случае использования лежалой кости, в результате чего содержание минеральных веществ в клее из шрота было незначительным.

Шрот, полученный на мясокомбинатах из рядовой кости по новой технологии, пригоден для выработки клея на производственном оборудовании клеевых заводов в соответствии с требованиями ГОСТа.

Производственными испытаниями установлено, что выход клея из шрота, полученного на поточно-механизированной установке, в среднем на 24% выше, чем при переработке кости обычным способом. Необходимо отметить, что практика применения такого шрота в широком масштабе даст возможность получать клей с еще большим выходом, так как шрот отличается высоким содержанием белка.

Производственные испытания шрота, полученного из паспортной кости на Нововоронежском мясокомбинате, для производства фотожелатина осуществлялись по принятому на Казанском фотожелатиновом заводе технологическому режиму.

Результаты физико-химических и фотографических анализов выработанных партий желатина приведены в табл. 21. Выход желатина в расчете на товарно-сухое вещество составил 13,4%.

Как видно из данных табл. 21, по всем показателям полученный фотожелатин соответствует требованиям ГОСТа (за исключением показателя депрессии, что объясняется недостаточной фильтрацией растворов).

Проведенные испытания показали, что применение шрота, полученного по новой технологии комплексной переработки кости, значительно увеличивает выход готовой продукции (13,4% по сравнению с 8% при обычных методах получения из кости), а также позволяет сократить производственный цикл в результате исключения ряда операций подготовки сырья к выварке желатина.

На основании данных производственных испытаний шрота, выработанного на поточно-механизированной установке, установлено, что его использование при производстве клея и желатина позволяет увеличить выход готовой продукции, интенсифицировать тех-

Показатели	Номер фракции						Стандартные показатели
	1	2	3	4	5	6	
Внешний вид	Светлый с желтым оттенком			Желтый с коричневым оттенком			
Влага, %	17,5	17,4	15,25	14,7	12,7	12,9	16,0
Зола, %	1,37	1,46	1,22	1,32	1,5	2,46	1,5
pH	6,0	6,2	6,0	5,9	6,0	6,0	5,5—7,0
Содержание хлоридов, %	0,048	0,051	0,091	0,016	0,018	0,36	Не более 0,2
Содержание железа, %	0,0039	0,0035	0,0038	0,0044	0,0043	0,0079	0,005—0,008
Содержание SO <sub>2</sub> , %	0,006	0,0026	0,0058	0,0051	0,001	0,011	0,06
Вязкость, сСт	24,8	39,4	29,4	24,9	22,1	12,4	14—23
Крепость студня, г	1342	1572	1022	867	757	387	—
Температура плавления, °С	33,6	34,0	33,2	33,7	33,0	28,9	28—31
Депрессия	Не выдерживает						
Светочувствительность	200	340	280	240	190	—	100—250
Контрастность	1,7	2,0	2,0	1,9	1,9	—	2
Плотность ваты	0,12	0,08	0,16	0,10	0,09	—	0,2
Продолжительность созревания, ч	3,0	2,5	4,0	3,0	3,0	—	0,8±0,2, 5,0±1,0 Не менее 8,0

нологический процесс и выпускать эти продукты в соответствии с требованиями ГОСТов.

С целью установления эффективности применения шрота, полученного по новой технологии, для производства пищевого желатина, была проведена работа с использованием различных видов обезжиренной говяжьей кости (тазовая, ребра, смесь паспортной и смесь рядовой).

Смесь паспортной кости состояла из тазовой кости (2 части), лопатки (1 часть), ребер (2,7 части). Эти соотношения были установлены, исходя из содержания указанных видов кости в скелете говядины II категории. Смесь рядовой кости состояла из равных количеств эпифизов и позвонков, что объясняется примерно одинаковым их содержанием в скелете говядины. В качестве контроля были использованы аналогичные виды кости, но обезжиренные методом выварки в кипящей воде в течение 6 ч, как это принято по действующей технологической инструкции.

Опыты проводили по следующей технологии.

Шрот, использованный в опытах получения желатина, имел размеры частиц в пределах 12—25 мм, а контрольная кость 10—30 мм.

Деминерализация кости проводилась в течение 6—12 суток соляной кислотой, имеющей концентрацию 4% и плотностью 1,02.

Золка осуществлялась известковым молоком плотностью 1,018—1,020 в течение 24 суток и включала 6 перезолок, которые проводили при температуре 14—16°С.

Прозоленное сырье промывали водой и нейтрализовали соляной кислотой в течение 6 ч и промывали водой до pH 5,8—6,2.

Выварка желатина проводилась при следующем режиме; первая фракция — 60°С, вторая — 64—66, третья — 69—72, четвертая, пятая, шестая — 100°С.

Выход оссеина и желатина при переработке шрота приведен в табл. 22.

Таблица 22

Показатели	Кость							
	тазовая		ребра		паспортная		рядовая	
	шрот	контроль	шрот	контроль	шрот	контроль	шрот	контроль
Химический состав сырья, %								
влага	7,7	28,7	7,8	22,5	8,7	29,8	8,1	21,1
жир	7,0	8,4	2,7	3,4	2,5	3,8	4,7	14,1
зола	60,7	49,5	49,6	51,4	38,0	40,7	44,4	43,3
белок	24,6	13,9	39,9	22,7	50,8	25,7	45,8	21,5
Выход оссеина после мацерации и золки к массе исходного материала, %	68,4	33,3	72,3	36,2	81,9	49,5	69,7	27,9
Выход товарно-сухих веществ (желатина) к массе исходного материала, %	10,4	6,7	12,0	6,8	13,2	8,1	11,1	4,6

Из табл. 22 видно, что в шроте, полученном в результате переработки кости по комплексной технологии, жира и влаги меньше, чем в вываренной кости. Выход же оссеина из шрота примерно в два раза выше, чем из контрольной кости, что обусловлено более высоким содержанием в нем белка. Вследствие этого выход товарно-сухих веществ (желатина) к массе шрота, полученного из тазовой кости, ребер и смеси паспортной кости, на 35,6—43,3% выше, чем в контрольных партиях.

Установлена также возможность использования шрота из рядовой кости, обработанной по комплексной технологии, для производства желатина. При этом выход товарно-сухих веществ (желатина) на 58,5% выше, чем в контроле.

Физико-химические показатели пищевого желатина, полученного при переработке шрота и контрольной кости, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Показатели	Кость							
	тазовая		ребра		паспортная		рядовая	
	шрот	контроль	шрот	контроль	шрот	контроль	шрот	контроль
Содержание, %								
влаги	13,4	14,2	13,9	14,1	13,3	13,0	13,2	9,6
зола (на сухое вещество)	0,8	1,0	0,7	1,0	0,5	0,5	0,4	2,2
Относительная вязкость при 40° С °Э	9,1	9,7	10,7	11,0	9,6	9,3	10,0	8,6
Прозрачность, балл	2	3	3	3	2,5	2,5	2,5	1
Крепость 10%-ного студня, г	1300	1380	1560	1510	1310	1190	1470	1370
Температура плавления 10%-ного студня, °С	32	32	32	32	32	31,5	32	31,5
Концентрация водородных ионов (рН) 1%-ного раствора желатина	6	5,9	6,0	6	5,9	5,9	5,9	6,3

Из табл. 23 видно, что качественные показатели желатина, полученного из шрота тазовой кости, ребер, смеси паспортной кости, находятся примерно на уровне контрольных партий. При этом следует отметить, что прозрачность желатина, полученного из шрота тазовой кости, несколько ниже, чем в контрольных партиях. Это в основном объясняется недостаточной фильтрацией бульонов перед их желатинизацией.

Наиболее интересны данные, характеризующие качество желатина, полученного из шрота рядовой кости. Они убедительно доказывают возможность использования шрота, полученного по новой технологии комплексной переработки кости, для производства пищевого желатина I сорта.

Таким образом, шрот, полученный из кости по комплексной технологии, можно использовать для получения пищевого желатина, что позволяет значительно увеличить выход и качественные показатели готовой продукции, а также интенсифицировать процесс.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Аппарат* непрерывного действия для сушки кости-паренки. — «Мясная индустрия СССР», 1962, № 2, с. 18—20. Авт.: В. М. Горбатов, С. Г. Либерман, Л. С. Пожарская, С. И. Сафонов, А. В. Скрыпник.

*Заменитель* цельного молока для молодняка сельскохозяйственных животных. Авторское свидетельство СССР № 378230, заявл. 1/VI 1970 г. — «Бюллетень изобретений и открытий» № 19, 1973. Авт.: С. Г. Либерман, В. М. Горбатов, Ю. Ф. Заяс, М. Л. Файвишевский.

*Извлечение* жира из кости методом холодного прессования. — «Труды ВНИИМПа», 1971, вып. XXV, с. 21—28. Авт.: С. Г. Либерман, М. Л. Файвишевский, Ю. В. Кацман, Г. Е. Лимонов, И. Н. Котова.

*Изучение* кормовых достоинств костной муки, полученной по новой технологии — «Труды ВНИИМПа», 1972, вып. XXVI, с. 64—72. Авт. К. Д. Синицын, С. Г. Либерман, М. Л. Файвишевский, А. М. Венедиктов, И. И. Могикутелло.

*Испытания* оборудования для производства сухих животных кормов. М., ДНИИТЭИмясомолпром, 1970. 52 с. Авт.: Н. Ф. Генералов, А. В. Катунин, С. Г. Либерман, М. Л. Файвишевский.

*Исследование* электрокинетических, поверхностных и реологических свойств кератинового гидролизата. — «Труды ВНИИМПа», 1971, вып. XXV, ч. II, с. 63—67. Авт.: В. М. Горбатов, С. Г. Либерман, А. А. Щербаков, А. П. Яцышин.

*Комлев А. П., Хапанцев Н. Н.* Производство костного клея и желатина в Англии. М., ЦНИИТЭИмясомолпром, 1971, № 13, с. 22—34.

*Либерман С. Г., Плотников В. И., Файвишевский М. Л.* Гистология кости в процессе ее обезжиривания по технологии ВНИИМПа. — «Мясная индустрия СССР», 1969, № 9, с. 37—38.

*Либерман С. Г., Сницарь А. И., Файвишевский М. Л.* Испытание новых линий извлечения жира из кости холодным способом. — «Пищевая промышленность», М., ЦИНТИпищепром, 1964, № 10, с. 5—9.

*Либерман С. Г.* Технология пищевых продуктов животного происхождения. Доклады на II Международном конгрессе по вопросам науки и технологии пищевой промышленности. Т. I. М., 1966, с. 35—43.

*Либерман С. Г., Файвишевский М. Л., Перельман В. Э.* Технологические свойства костной кормовой муки, полученной на поточной линии. Экспресс-информация. «Мясная промышленность», ЦНИИТЭИмясомолпром СССР, 1972, № 2, с. 27—28.

*Обвалка и жилровка* мяса прессованием. М., Пищепромиздат, 1963. 32 с. Авт.: Б. А. Геворгян, Ю. В. Кацман, Г. Е. Лимонов, В. С. Самков, В. П. Катков, Л. В. Виноградова, А. Д. Мамыкина, Г. И. Попов, А. А. Дорохов.

*Питательная* ценность костной муки, выработанной по технологии ВНИИМПа. — «Мясная индустрия СССР», 1969, № 5, с. 11—13. Авт.: Е. Г. Шумков, Д. А. Малькова, С. Г. Либерман, М. Л. Файвишевский.

*Соколов А. А.* Физико-химические и биохимические основы технологии мясопродуктов. М., «Пищевая промышленность», 1965. 489 с.

Способ получения заменителя молока для молодняка сельскохозяйственных животных. Авторское свидетельство СССР № 338210, заявл. 19/VI 1970 г.— «Бюллетень изобретений и открытий», 1972, № 16. Авт.: В. М. Горбатов, С. Г. Либерман, Ю. Ф. Заяс, М. Л. Файвишевский.

Штрауб Ф. Б. Биохимия. Будапешт, 1965.

Эффективность электронимпульсного способа обезжиривания кости. — «Мясная индустрия СССР», 1967, № 1, с. 12—14. Авт.: Н. Е. Федоров, И. А. Рогов, В. С. Лебедев, Э. А. Афанасов.

Haurowitz F. The Chemistry and function of proteins, Acadimia Press, New York and London, 1963.

Sauer E. Chemie und Fabrication der tierischen Leime und Lebatine, Berlin, 1958.

Wachs W. Ole und Fette, verlag Paul Paray in Berlin und Gamburg, 11, 1964.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Кость как сырье и основные направления ее использования	4
Анализ технологических процессов и установок для переработки кости	9
Основные предпосылки для разработки комплексной технологии кости	19
Влияние различных факторов на степень извлечения жира из кости сухим способом	24
Особенности обезжиривания нагретой кости в центробежном поле	30
Влияние режимов обезжиривания на гистологические изменения кости	37
Условия сушки обезжиренной кости кондуктивным способом	40
Схема комплексной переработки кости на пищевой жир, кормовую муку и шрот	42
Выход и качественные показатели продукции	44
Оборудование для комплексной переработки кости	46
Состав и характеристика оборудования поточно-механизированной установки	46
Поточно-механизированная установка производительностью 250 кг/ч	68
Непрерывно действующая установка для частичного обезжиривания кости	71
Гранулирование костной муки	72
Технологические показатели и эффективность эксплуатации поточно-механизированной установки для комплексной переработки кости	76
Использование пищевого жира, кормовой муки и шрота, полученных по комплексной технологии	78
Характеристика пищевого костного жира и применение его для производства кулинарных жиров и заменителей цельного молока	78
Биологическая ценность костной муки для рационов животных	81
Применение шрота для производства клея и желатина	83
Список использованной литературы	89

Московский Государственный Университет  
Прикладной Биотехнологии

СТУДЕНЧЕСКИЙ БИЛЕТ № Б27-00



Фамилия: Исничников  
Имя: Игорь  
Отчество: Анатольевич  
Факультет: Биотехника  
Форма обучения: Очная  
Дата выдачи: 1 09. 2000г.  
Ректор: \_\_\_\_\_

2566

2000 2001

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНОЙ  
БИОТЕХНОЛОГИИ

Факультет: Биотехника  
Курс: IV  
Специальность: Биотехнология

Имя: Игорь  
Фамилия: Исничников  
Отчество: Анатольевич  
Дата выдачи: 1 09. 2000г.  
Ректор: \_\_\_\_\_

В 19.../... уч. г. является студентом ... курса  
Декан ф-та  
В 19.../... уч. г. является студентом ... курса  
Декан ф-та

rtko@mail.ru

keep it simple