

ОПЫТ ПРЕССОВАНИЯ САЛА КАШАЛОТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИРА И КОЖЕВЕННОГО СЫРЬЯ

Ст. научный сотрудник В. В. ДОРМЕНКО

Введение

Среди многочисленных проблем наиболее полного и рационального использования естественных богатств нашей Родины стоит и проблема наилучшего использования морских млекопитающих — китов.

Из китов получают в основном животный жир, содержание которого в его шкуре весьма значительно. Однако соединительная ткань шкуры совершенно не использовалась или использовалась недостаточно полно, главным образом, для приготовления кормовой муки.

Советские изобретатели М. Г. Русаков и И. И. Харьков предложили использовать шкуры китов для получения, кроме жира, и кожевенного сырья.

Осуществление этого предложения должно коренным образом изменить существующую технологическую схему обработки шкур китов как отдельных операций технологического процесса, так и аппаратное оформление его.

Авторы предлагают механически удалять жир из шкуры без тепловой обработки путем прессования при таких условиях, которые сохраняли бы целостность волокнистой структуры соединительной ткани.

Изобретатели доказали, что можно получать кожу из соединительной ткани шкуры кита в полупроизводственном масштабе. Однако эта работа охватывает только одну сторону вопроса. Другой стороной его является разработка способа извлечения жира из шкуры китов и получение выходов жира в таком же количестве, как и при существующих принятых способах переработки шкур. Этот вопрос до сего времени еще никем не решен.

Прежде всего необходимо установить оптимальные режимы прессования. Без ясного представления сущности процесса прессования, без знания закономерностей, лежащих в основе его, решение этой проблемы весьма затруднительно.

Настоящая работа частично освещает этот вопрос, и так как в литературе нет материалов о прессовании китовых шкур или близких им продуктов, дает некоторые исходные данные для разработки промышленных установок и правильной эксплуатации их.

Мы поставили перед собой задачу — исследовать процесс извлечения жира прессованием, не касаясь вопросов химических методов извлечения его (например, экстракцией), в основном при применении гидравлических прессов. Мы ограничились исследованием одного вида сырья — шкуры кашалота, при этом основное внимание было обращено на верхний слой шкуры как наиболее ценную ее часть для получения кожевенных товаров.

Цель нашей работы следующая:

- 1) установить связь между выходом жира из верхнего слоя шкуры кашалота и величинами, определяющими режим прессования (давлением и временем);
- 2) представить эту связь в виде определенной закономерности;
- 3) изыскать оптимальный режим прессования;
- 4) дать некоторые рекомендации по аппаратурному оформлению процесса.

При решении этих вопросов должное внимание было уделено сохранению выхода жира из шкуры по новому методу обработки на уровне существующих в настоящее время выходов.

Теоретические предпосылки к процессу прессования сала китов

В технике под наименованием «прессование» зачастую понимается ряд процессов, весьма различных по своему существу. Общим во всех случаях является воздействие на обрабатываемый материал внешней силы. Однако эти процессы различны по цели, которую преследуют при прессовании.

Основными задачами при прессовании могут являться:

- 1) изменение формы материала при постоянном его весе и объеме (ковка, штамповка, протяжка металла, формовка резиновых изделий, пластичных масс и пр.). Процесс происходит преимущественно в зоне пластических деформаций;
- 2) изменение формы и объема материала при постоянном его весе (брикетирование различных кусковых и сыпучих материалов). Процесс происходит в зоне пластических и упругих деформаций;
- 3) изменение формы, объема и веса материала (выделение жира и растительного масла из сырья и пр.). Процесс происходит преимущественно в зоне упругих деформаций для твердой части вещества.

Приведенные приемы показывают, что различие между этими процессами весьма существенно и отождествлять их нельзя. Под процессом прессования в данной работе понимается третий случай из указанных выше, т. е. процесс выделения жидкости из системы твердых и жидких составляющих.

По своему существу данный процесс подобен фильтрации. Однако при фильтрации с образованием сжимающегося осадка (случай, наиболее близкий к процессу прессования) толщина слоя осадка непрерывно возрастает, а при прессовании толщина слоя непрерывно уменьшается. При фильтрации жидкость движется через всю толщу материала (осадка), при прессовании жидкость движется от центра слоя к его поверхности. Это различие не может не сказаться на количественных и качественных показателях процессов, хотя сущность их все-таки остается одной и той же.

Если процесс фильтрации в настоящее время изучен достаточно полно, то процесс прессования изучен весьма мало даже в таких производствах, как производство растительных масел и животных жиров. Литература по данному вопросу весьма ограничена [1, 4, 5, 8] и, главным образом, освещает вопросы производительности установок по сырью, определению потребных усилий для работы прессующих машин и конструктивного описания их. Вопросам же выхода жира и масел мало уделяют или совершенно не уделяют внимания [9, 12].

Для нашего случая прессования китовых шкур указанная литература не дает каких-либо материалов, которые можно было бы использовать, так как при производстве растительных масел и животных жиров прессованию предшествует измельчение сырья и тепловая обработка его

при высоких температурах, что совершенно исключается при прессовании шкуры китов с сохранением структуры соединительной ткани.

Поэтому мы использовали теоретические положения процесса фильтрации применительно к специфике нашего случая с учетом всех особенностей его.

Процесс фильтрации исследуется на протяжении более столетия, если принять за начало исследования дату появления уравнения Паузейля (1842 г.), которое положено в основу большинства работ по теории фильтрации.

Исследованием теории фильтрации занимались и занимаются советские ученые, которым в этой области принадлежит ведущая роль. Особенно много сделано нашими учеными в области исследования фильтрации жидких тел в пористой среде применительно к движению грунтовых вод и нефти. Акад. Л. С. Лейбензон [6] и другие ученые разработали теорию фильтрации через грунт. Б. А. Бурдаков впервые вывел формулы для расчета фильтров непрерывного действия. Перечисление важных работ советских ученых по теории фильтрации потребовало бы специальной монографии. Поэтому мы ограничиваемся ссылкой на статью П. Я. Полубариновой-Кочиной и С. В. Фалькович [10], в которой имеется весьма полный обзор по этому вопросу, а также на книгу Н. В. Шпачева [13].

Многочисленные исследования процесса фильтрации показывают, что характер движения жидкостей через поры осадка ламинарный, следовательно, оно подчиняется закону движения жидкости в капиллярных каналах и может быть выражено уравнением:

$$v = \frac{\pi \cdot n \cdot R^4 \cdot F_0 p t}{8 \mu \alpha h}, \quad (1)$$

где: v — объемная производительность фильтра за время t , выраженная в м^3 ;

F_0 — площадь фильтра в м^2 ;

n — количество капиллярных каналов в 1 м^2 поверхности фильтра;

R — радиус одного капиллярного канала в м ;

p — разность давления на концах капиллярного канала в $\text{кг}/\text{м}^2$;

t — время фильтрации в сек.;

μ — абсолютная вязкость жидкости в $\frac{\text{кг}/\text{сек}}{\text{м}^2}$;

α — коэффициент удлинения канала за счет его искривленности;

h — толщина слоя осадка в м .

В данной формуле величина nF_0 выражает количество капиллярных каналов во всей площади фильтрации и подстановка размерностей в формулу (1) подтверждает размерность v в м^3 .

Следует отметить, что экспериментальные работы в области фильтрации, проведенные в последнее время, привели различных исследователей по существу к одинаковым уравнениям процесса фильтрации, принципиально мало отличающимся от ранее предложенных уравнений.

А. Г. Касаткин [3] предлагает следующее обобщенное уравнение фильтрации:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\pi n \cdot R^4 F_0 p}{8 \mu \alpha \cdot h}, \quad (2)$$

где $\frac{dv}{dt}$ — удельная объемная производительность фильтра в рассматриваемый момент времени, остальные обозначения см. формулу (1).

Обозначив через ρ величину $\frac{8\alpha}{\pi n \cdot R^4}$ и подставив ее значение в формулу (2), получим:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{PF_0}{\mu \rho h}.$$

Решая это уравнение относительно ρ , будем иметь:

$$\rho = \frac{P}{\mu \cdot h \cdot \frac{1}{F_0} \cdot \frac{dv}{dt}}. \quad (3)$$

Величина ρ — это удельное сопротивление осадка прохождению через него жидкости в процессе фильтрации.

Из уравнения (3) определим размерность величины:

$$\rho = \left(\frac{\frac{\text{кг/м}^2}{\frac{\text{кг/сек}}{\text{м}^2}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{сек}}}}{\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}} \right) = \left(\frac{1}{\text{м}^2} \right)$$

при $\mu = 1$, $h = 1$ и $\frac{1}{F_0} \frac{dv}{dt} = 1$, численно ρ будет равно P .

Следовательно, величина ρ представляет собой потерю давления в кг/см² при прохождении жидкости вязкостью 1 $\frac{\text{кг/сек}}{\text{м}^2}$ через слой осадка толщиной 1 м при мгновенной скорости фильтрации в 1 м³/м²·сек.

При сжимающихся осадках удельное сопротивление их является функцией давления и выражается в виде:

$$\rho = \rho' \cdot P^S, \quad (4)$$

где ρ' удельное сопротивление осадка во время фильтрации при $P = 1$ кг/м².

С учетом формулы (4) формула (2) для сжимающихся осадков может быть представлена в виде:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{F_0 \cdot P^{1-S}}{\mu \cdot \rho' \cdot h}, \quad (5)$$

где S — показатель сжимаемости осадка.

Величина S может быть найдена только опытным путем, поэтому формула (5) в общем виде не может быть проинтегрирована.

Рассматривая формулу (5), мы считаем, что:

1) выражение $\frac{1}{\mu}$, на основании уточнений Г. М. Знаменского [2], не зависит от величины давления фильтрации и учитывает только температурный режим прессования, так как величина вязкости изменяется в зависимости от изменения температуры;

2) выражение F_0/h учитывает линейные размеры фильтра и осадка, образующегося в нем;

3) выражение $\frac{1}{\rho' P^S}$ учитывает структуру осадка, которая изменяется в процессе фильтрации и не поддается точному теоретическому определению.

Во время прессования прямоугольных кусков шкуры равной толщины со свободной боковой поверхностью можно считать, что жидкость в процессе прессования выходит из прессуемого материала по всей поверхности образца.

Считая минимальный путь жидкости в толще материала равным половине толщины образца, величина h в формуле (5) должна быть заменена на $h/2$.

Под величиной F_0 формулы (5) следует понимать полную поверхность образца

$$F_n = 2(ls + sh + lh),$$

где: l — длина;
 s — ширина;
 h — толщина образца.

Если при фильтрации нас обычно интересует абсолютное количество выделяющейся жидкости, то при прессовании мы обычно интересуемся относительным выходом жидкости, выраженным в процентах по отношению к содержанию жидкости в исходном сырье.

$$\Delta G = \frac{G_n - G_k}{G_n} \cdot 100, \quad (6)$$

где: ΔG — относительный выход жидкости;
 G_n — начальное содержание жидкости;
 G_k — конечное содержание жидкости.

Очевидно, $G_n - G_k$ будет обозначать весовое количество жидкости, удаленной в процессе прессования за время t

$$G_n - G_k = \frac{\Delta G \cdot G_n}{100}. \quad (7)$$

Переходя от весовых единиц к объемным, будем иметь:

$$v = \frac{G_n - G_k}{\gamma_{ж}}$$

или

$$v = \frac{\Delta G \cdot G_n}{100 \gamma_{ж}}, \quad (8)$$

где $\gamma_{ж}$ — удельный вес жидкости.

Начальное содержание жидкости может быть выражено через вес образца

$$G_n = qG,$$

где: q — весовая доля жидкости в образце;

G — вес прессуемого образца.

Тогда:

$$v = \frac{\Delta G \cdot q \cdot G}{100 \gamma_{ж}}. \quad (9)$$

Следовательно, на основании формулы (5) можно написать:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d \left(\frac{\Delta G \cdot q \cdot G}{100 \gamma_{ж}} \right)}{dt} = \frac{4(ls + sh + lh) p^{1-s}}{\mu p' h} \quad (10)$$

или

$$\frac{d(\Delta G)}{dt} = \frac{400 \gamma_{ж} \left(\frac{ls}{h} + s + l \right) p^{1-s}}{q G \mu p'}. \quad (11)$$

Кроме указанного выше, следует отметить весьма существенное различие между процессом фильтрации и прессованием сала кашалота. При фильтрации, как правило, через осадок обычно проходит однородная жидкость. При данном процессе прессования выделяются разнородные жидкости — влага и жир.

Для движения неоднородных жидкостей в пористой среде В. Н. Щелкачев и Б. Б. Лапук [12] вводят понятие фазовой проницаемости пористой среды, которое может быть применимо и в нашем случае.

Если в формуле (11) вместо удельного веса жидкости, весового ее содержания в исходном материале и сопротивления материала прохождению жидкости подставим соответствующие величины для жира, то мы получим формулу:

$$\frac{d(\Delta g)}{dt} = \frac{400\gamma_{ж}\left(\frac{ls}{h} + s + l\right)p^{1-n}}{q_{ж} \cdot G \mu \rho''}, \quad (12)$$

где: $\frac{d(\Delta g)}{dt}$ — удельный выход жира в процентах к исходному содержанию жира в сырье;

$\gamma_{ж}$ — удельный вес жира;

$q_{ж}$ — весовое содержание жира в сырье;

G — начальный вес прессуемого образца;

μ — абсолютная вязкость жира;

l, s, h — линейные размеры прессуемого образца;

ρ'' — сопротивление материала выходу только жира;

n — показатель сжимаемости материала с учетом фазовой проницаемости.

В формуле (12) можно считать, что величина $\frac{400 \cdot \gamma_{ж}}{q_{ж} G \mu \rho''}$ практически не изменяется во время прессования. Величина $\frac{1}{\mu}$ характеризует только температурный режим прессования.

Выражение $\frac{ls}{h} + s + l$ по смыслу соответствует выражению $\frac{F_0}{h}$ формулы (5) и учитывает влияние линейных размеров прессуемого образца на количество удаляемого жира. Очевидно, что при давлении прессования, равным нулю, этот член должен равняться величине:

$$\frac{l_0 S_0}{h_0} + S_0 + l_0,$$

где l_0, S_0, h_0 — начальные линейные размеры образца.

Обозначив через K_0 величину $\frac{l_0 S_0}{h_0} + S_0 + l_0$, мы можем предполагать, что выход жира в процессе прессования будет зависеть от скорости изменения величины K_0 , а конечный выход жира — от K_0 , хотя указать характер функциональной зависимости не представляется возможным, так как в формулу (12) входит величина $G = \gamma_0 l_0 S_0 h_0$; очевидно, зависимость выхода жира от линейных размеров определяется выражением:

$$K'_0 = \frac{K_0}{l_0 h_0 S_0} = \frac{1}{h_0^2} + \frac{1}{l_0 h_0} + \frac{1}{S_0 h_0}.$$

Мы не можем теоретически определить и величину n . По указанным причинам формула (12) не может быть проинтегрирована, а расчетная формула для определения выхода жира должна быть получена опытным путем.

На основании проведенного анализа, мы можем предположить, что расчетная формула процесса прессования должна иметь следующий вид:

$$\Delta g = a_1 p^{a_2} t^{a_3}. \quad (13)$$

Выход жира будет зависеть от некоторой постоянной величины K_0 и K ($K = \frac{400 \cdot \gamma_{ж}}{q_{ж} \cdot G \cdot \mu \rho''}$) и независимых переменных p и t в некоторой степени, характеризующей функциональную зависимость переменных величин формулы (12) от давления и времени прессования.

Если в формуле (13) p — давление прессования в кг/см^2 , t — время прессования в мин., то, учитывая переводной коэффициент, окончательно будем иметь:

$$\Delta g = ap^a t^c, \quad (14)$$

где: Δg — выход жира в процентах к содержанию жира в сырье;

p — давление прессования в кг/см^2 ;

t — время прессования в мин.;

a, b, c — коэффициенты, учитывающие характеристику сырья и зависимость исходных величин от режима прессования.

Из формул (12—14) можно установить, что выход жира при прессовании зависит от начальных линейных размеров прессуемого образца: от вязкости жира ($\frac{1}{\mu}$), характера исходного сырья (a, b и c), давления прессования (p) и времени прессования (t).

Величины a, b и c , очевидно, не зависят от нас и мы можем изменять их только в известных пределах; величины же p и t могут устанавливаться нами в любых пределах.

Поэтому первоочередная задача экспериментальной части нашей работы определить коэффициенты a, b и c и подтвердить формулу (14), устанавливающую закономерность процесса прессования.

Выход жира зависит при остальных равных условиях от изменения двух независимых переменных p и t , поэтому мы считаем целесообразным проводить исследование при двух режимах:

1. При $\Delta t = 1 = \text{const}$, в этом случае формула (14) принимает вид:

$$\Delta g = ap^a. \quad (15)$$

2. При $p = \text{const}$, в этом случае величина ap^a может быть обозначена коэффициентом δ и формула (14) будет иметь следующий вид:

$$\Delta g = \delta t^c. \quad (16)$$

Методика и результаты экспериментальной работы

Для определения выхода жира в зависимости от режимов прессования нам необходимо получить численные значения коэффициентов a, b, δ и c формул (11 и 12).

Как было указано выше, наши исследования проводились при двух режимах: при $P = \text{const}$ и $\Delta t = \text{const}$. Ограниченное количество сырья и малые возможности лабораторного пресса заставили нас работать с образцами относительно небольших линейных размеров.

Исследованиям предшествовала предварительная проверка прессования образцов шкуры кашалота на испытательной машине ИМ-4, проведенная нами совместно с работниками ЦНИИКП; она показала, что давление в 400 кг/см^2 близко к пределу, при котором волокна соединительной ткани шкуры начинают разрываться. Эти испытания легли в основу выбора максимального давления прессования в наших исследованиях.

Кроме того, предварительная проверка показала, что даже при максимально допустимых давлениях шкура после прессования сохраняет частично упругость и после того, как нагрузка снята с образца, высота его несколько увеличивается. Было также отмечено, что если образец во время прессования частично погружен в жидкость, то после того, как нагрузка снята, происходило обратное всасывание некоторого количества жидкости в образец.

Возможности нашего пресса (максимальное усилие в $3,5 \text{ т}$) невелики, а необходимо получить давление прессования около $300\text{—}400 \text{ кг/см}^2$, поэтому мы были вынуждены принять размеры образцов в плане

30 × 30 мм при сохранении высоты их, равной высоте предполагаемых промышленных пластов шкуры.

На основании формулы (12) при прессовании образцов такого размера мы можем ожидать большего выхода жира, чем при прессовании промышленных пластов с размерами в плане 1 × 1,5 м.

Сравнивая величины K' для наших образцов и для промышленных пластов в наших опытах, можно ожидать увеличения выхода жира примерно в 2 раза.

Учитывая влияние вязкости на выход жира и проверив изменение ее в зависимости от температуры, мы приняли температурный режим прессования наиболее жестким, т. е. температуру прессования в 20°. Повышая температуру до 35—40°, можно увеличить выход жира при прессовании в промышленных условиях примерно в 2 раза и тем самым компенсировать возможное уменьшение выхода жира в результате различных линейных размеров принятых нами опытных и промышленных образцов.

Для опытного прессования образцы шкуры подготавливали следующим образом: мороженный кусок шкуры разрезали на кусочки принятых размеров (30 × 30 × 20 мм); эти образцы имели небольшие отклонения от прямых линейных размеров, так как шкуры резали вручную. Образцы вырезали из трех слоев — сверху, внизу и из середины куска. Образцы верхнего слоя отрезали вместе с броней (верхний слой эпидермиса), которую потом удаляли. Образцы нижнего слоя отрезали непосредственно от нижней кромки шкуры после того, как с нее удалили поверхностный слой толщиной 3—5 мм. Из соленой шкуры образцы брали только от двух слоев сверху и снизу, так как общая толщина шкуры небольшая. Одновременно вырезали небольшие куски шкуры для химического анализа.

Заготовленные кусочки шкуры выдерживали при температуре 20° в течение 25 мин. Затем образцы измеряли штангенциркулем с ценой делений в 0,1 мм и взвешивали на технических весах с точностью до 0,01 г. Жир и влагу, выделяющиеся из образцов при выдержке, не учитывали.

Взвешенные и измеренные образцы закладывали между двумя латунными плитками прямоугольной формы, размерами 70 × 50 мм и толщиной 8 мм. Обе плитки имели по всей площади отверстия диаметром 1 мм, расположенные по квадратной сетке (сторона квадрата сетки 5 мм). С одной стороны каждой плитки прорезаны канавки глубиной 3 мм в продольном и поперечном направлении по центрам отверстий.

Вместе с образцом шкуры между плитками помещали контрольный цилиндр из пластелина диаметром 8—10 мм для учета толщины спрессованного образца под нагрузкой и степени упругой деформации его.

Плитки с образцом шкуры устанавливали в ванну из белой жести размерами 90 × 180 мм и глубиной 10 мм, в которой собирали жидкость. Один из углов ванны отогнут, чтобы удобнее было сливать отпрессованную жидкость.

На верхнюю плитку укладывали пластинку из белой жести, размер ее равен размеру плитки. Пластинка предохраняет верхнюю траверсу пресса от загрязнения жиром и предотвращает потерю жира, так как это может отрицательно отразиться на балансе при подсчетах веса образца и жидкости после прессования.

Собранную таким образом прессформу устанавливали на столе пресса, после этого начинали прессование. Для прессования мы использовали гидравлический (масляный) лабораторный пресс с ручной подачей масла.

Пресс снабжен предохранительным клапаном и манометром. Манометр градуирован на давление от 15 до 250 кг/см² с ценой делений в 5 кг/см².

Диаметр плунжера пресса 58 мм, максимальный ход плунжера 70 мм.

Трение плунжера о манжет и вес подставки, которую установили, чтобы сократить холостой ход прессы, не учитывали, так как влияние их незначительно.

Все опыты по прессованию были разбиты на две группы. Первая группа объединяла опыты при режиме $\Delta t = \text{const}$, вторая — при режиме $p = \text{const}$. Отдельные опыты, кроме того, были объединены в серии, во время которых использовали один из видов сырья. В каждой серии использовали от двух до четырех кусочков однородной шкуры.

Прессование производилось «ступенчатым» методом, сущность которого заключается в том, что каждый кусочек шкуры прессуется 3—4 раза с промежуточной регистрацией результатов прессования и с изменением давления или времени прессования.

Прессование при постоянном времени производилось при следующем режиме:

1. Подъем давления до заданной величины — 25—30 сек.
2. Выдержка образца под нагрузкой — 60 сек.
3. Сброс нагрузки — 5 сек.

Время указанных операций контролировали по секундомеру.

Давление последующего прессования каждый раз было больше, чем предыдущего. В свою очередь, величина начального давления для каждого последующего кусочка одной и той же серии была меньше конечного давления предыдущего кусочка.

После каждого прессования определяли вес образцов брутто, сливали отпрессованную жидкость и остаток взвешивали, затем снова образец удаляли и взвешивали тару и, наконец, взвешивали сам образец на заранее тарированной стеклянной чашке.

Подобный метод взвешивания позволял тщательно контролировать вес составных частей путем суммирования отдельных данных и избегать случайных ошибок при взвешивании. После взвешивания измеряли линейные размеры отпрессованного образца; вследствие искривления прямолинейных контуров образца измеряли наибольший и наименьший размер и среднее значение его брали за основу. После конечного прессования от образца отбирали среднюю пробу для химического анализа.

Методика прессования при постоянном давлении такая же, как и в процессе прессования при постоянном времени. Режим прессования был принят следующий:

1. Подъем давления до заданной величины — 25—30 сек.
2. Выдержка — определенное время под нагрузкой.
3. Сброс нагрузки — 5 сек.

Время прессования при режиме $p = \text{const}$ выбирали по тому же принципу, по которому выбирали величину давления при режиме $\Delta t = \text{const}$.

Режим прессования при постоянном давлении был рассчитан на обработку всех образцов при одном и том же давлении, но практически давление не было постоянным, так как выдерживать точно линейные размеры образцов при резке сала вручную невозможно.

Всего было проведено 23 серии опытов прессования на 84 образцах (включающих 252 прессования); в том числе: при режиме $\Delta t = \text{const}$ — 46 образцов, при режиме $p = \text{const}$ — 38. Наибольшее количество опытов было проведено с образцами верхнего слоя шкуры кашалота. Последующие слои подвергались прессованию, главным образом, для того, чтобы подтвердить наше предположение, что равновеликий выход жира из них можно получить при менее жестком режиме прессования.

Во время наших исследований было проведено 106 химических анализов (не считая параллельных), из них: по сырью — 22 и по отпрессованным образцам — 84.

Все химические анализы проводились по единой методике с параллельными определениями каждого показателя. В сырье и в отпрессован-

ных образцах во всех случаях определяли влагу и жир по методу «Дина и Старка», применяя в качестве растворителя толуол, а плотный остаток — путем высушивания до постоянного веса. В некоторых образцах из соленой шкуры, кроме того, определяли содержание соли стандартным методом (по ОСТ 55).

Сохранность структуры соединительной ткани контролировали косвенно по наличию упругой деформации отпрессованного образца и, кроме того, проводили выборочные гистологические исследования препаратов из отпрессованных образцов.

Перечень проделанных работ представлен в табл. 1, где указаны также номера графиков, построенных на основании полученных результатов.

Таблица 1

Сводка опытных работ

№ серий	№ образцов	Наименование сырья	Пределы регулиро- вания независимой переменной	№ гра- фиков
1	202—205	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-2	$P = 36,5 - 280 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 2, 5
2	206—209	Средний слой мороженой шкуры из условного места, К-2	$P = 40 - 352,5 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	2
3	210—213	Нижний слой мороженой шкуры из условного места, К-2	$P = 41,5 - 55 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	2
4	214—217	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-3	$P = 44,0 - 350 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 5
5	218—224	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-1	$P = 44,5 - 368 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	5
6	225—227	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-3	$P = 73,5 - 131 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 5
7	231—232	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-2	$P = 72,5 - 103 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 5
8	301—304	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 36,7 - 375 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 3, 5
9	305—307	Средний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 44 - 243 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	
10	309—311	Нижний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 42,7 - 221 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	
11	312—315	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 45,5 - 419 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	1, 4, 5
12	316—319	Нижний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 32,2 - 364 \text{ кг/см}^2$ $t = 1 \text{ мин.}$	4
13	228—230	Верхний слой мороженой шкуры из условного места, К-1	$P = 50 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	6, 7, 10
14	233—235	Средний слой мороженой шкуры из условного места, К-1	$P = 33 - 42 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	7
15	236—238	Нижний слой мороженой шкуры из условного места, К-1	$P = 32 - 34 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	7
16	320—323	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 55 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	6, 10
17	324—327	Нижний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 55 - 61 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	9
18	328—331	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 59 - 63,5 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	6, 8, 10
19	332—335	Средний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 61,5 - 71,5 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	8
20	336—339	Нижний слой соленой шкуры из условного места, К-1с	$P = 50 - 52,5 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	
21	340—342	Нижний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 112 - 114 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	9
22	343—345	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 119 - 123 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	6, 10
23	346—348	Верхний слой соленой шкуры из условного места, К-2с	$P = 66 - 75 \text{ кг/см}^2$ $t = \text{от } 1 \text{ до } 30 \text{ мин.}$	6, 10

Изменение веса и высоты образцов при прессовании подсчитано на основании данных опытов по формулам:

$$\Delta G = \frac{G_n - G_k}{G_n} \cdot 100 \quad \text{и} \quad \Delta h = \frac{h_n - h_k}{h_n} \cdot 100,$$

где: ΔG — изменение веса образца в процентах к начальному весу;

G_n — начальный вес образца;

G_k — конечный вес образца;

Δh — изменение высоты образца в процентах к начальной высоте;

h_n — начальная высота образца;

h_k — конечная высота образца.

За конечную высоту образца принята его высота после того, как сняли нагрузку. Выход жира подсчитан на основании данных химических анализов.

Графики на рис. 1—10 построены в системе прямоугольных координат, на абсциссах которых отложены значения одной из независимых переменных (P или Δt), а на ординатах — соответствующие величины Δg , ΔG , Δl . Кривые на рис. 5 и 10 построены по данным предыдущих графиков только для верхних слоев шкуры.

Кроме того, мы определили относительную вязкость жира, полученного при прессовании наших образцов, стандартным методом при помощи прибора Оствальда.

Жир отделялся от влаги и белковых примесей на центрифуге. Вязкость жира определена в интервале температуры от 20 до 40° с промежутком в 5°.

При каждой температуре вязкость определяли 3—4 раза. За величину вязкости принято среднееарифметическое значение, полученное при отдельных определениях.

Результаты определения вязкости жира приведены в табл. 2.

Таблица 2

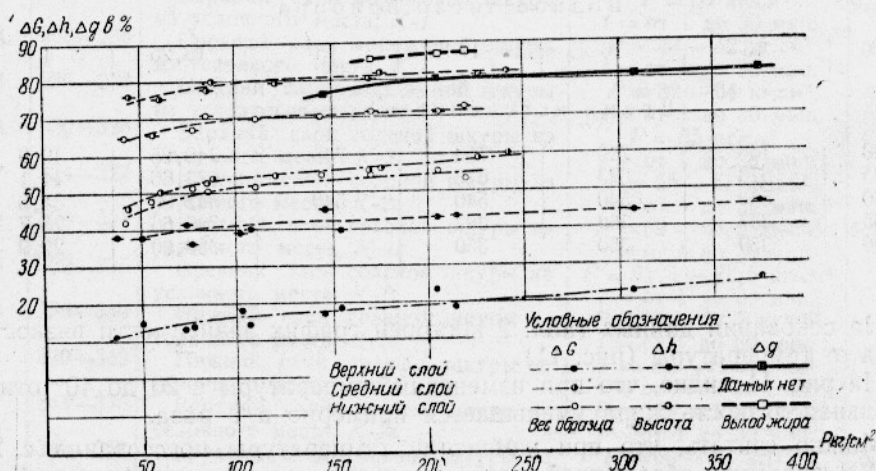
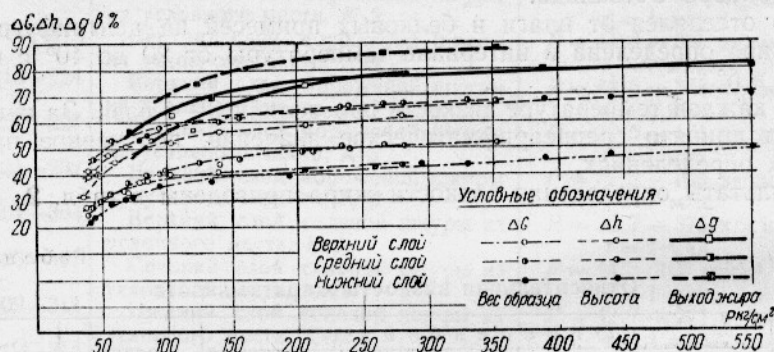
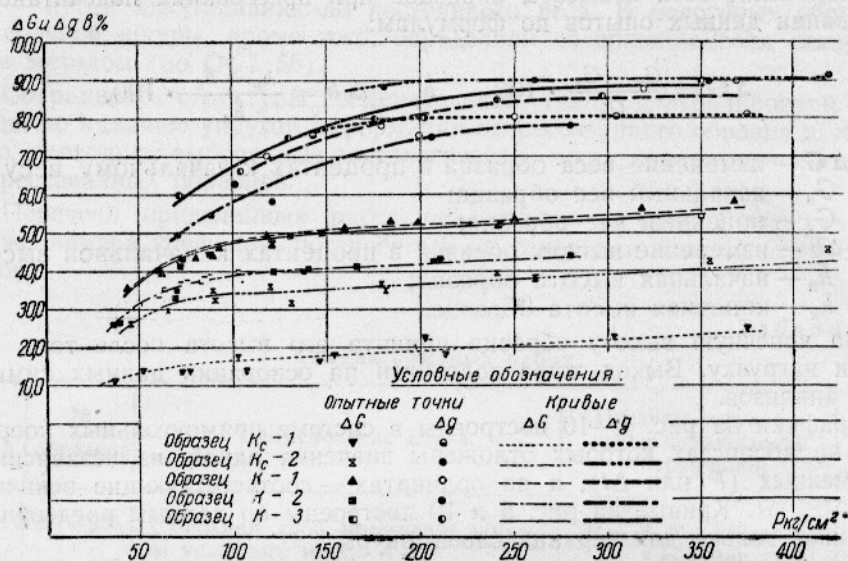
Относительная вязкость жира кашалота

Темпе- ратура (в °C)	О п р е д е л е н и я				Средние результаты	Относи- тельная вязкость
	1	2	3	4		
Водное число прибора						
20	15	16	17	15	15,25	1
Время истечения жира в сек.						
20	746	740	754	745	746,25	49,0
25	673	673	675	—	673,66	44,1
30	540	540	540	540	542,50	35,6
35	387	386	387	—	386,66	25,7
40	350	350	350	—	350,00	22,9

На основании данных табл. 2 построен график зависимости вязкости жира от температуры (рис. 11).

На рис. 11 видно, что при изменении температуры с 20 до 40° относительная вязкость жира уменьшается примерно в 2 раза.

Можно считать, что при изменении температуры прессования с 20 до 40° значение абсолютной вязкости также уменьшится примерно в 2 раза, а выход жира увеличится в 2 раза при равенстве всех остальных условий прессования.



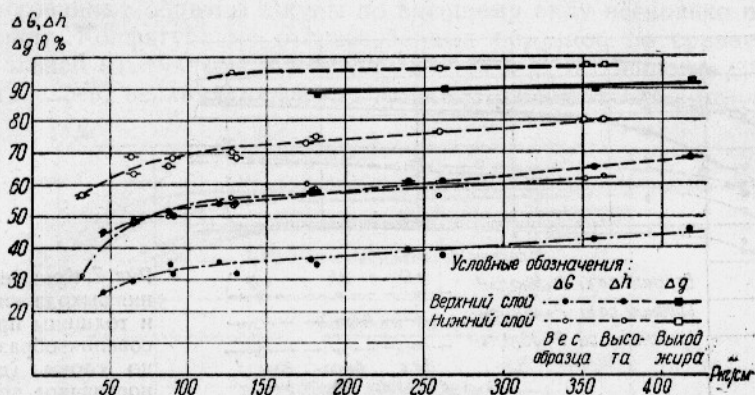


Рис. 4. Кривые изменения выхода жира, веса и толщины при прессовании образцов K_c-2 по слоям (давление от 30 до 480 кг/см^2 , время—1 мин.).

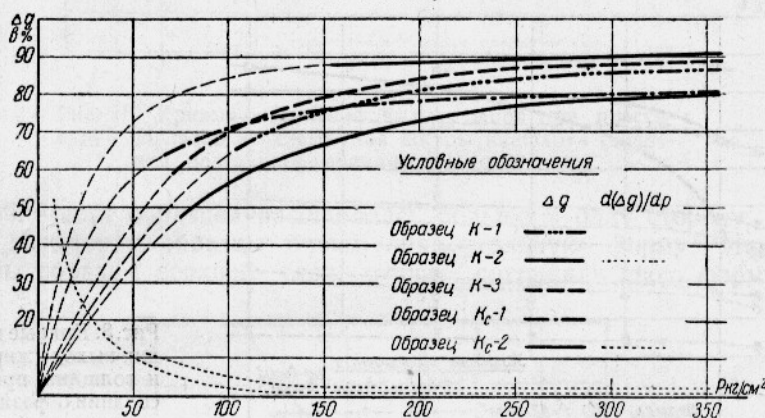


Рис. 5. Кривые изменения выхода жира при прессовании образцов верхнего слоя шкуры кашалота (давление от 50 до 350 кг/см^2 , время—1 мин.).

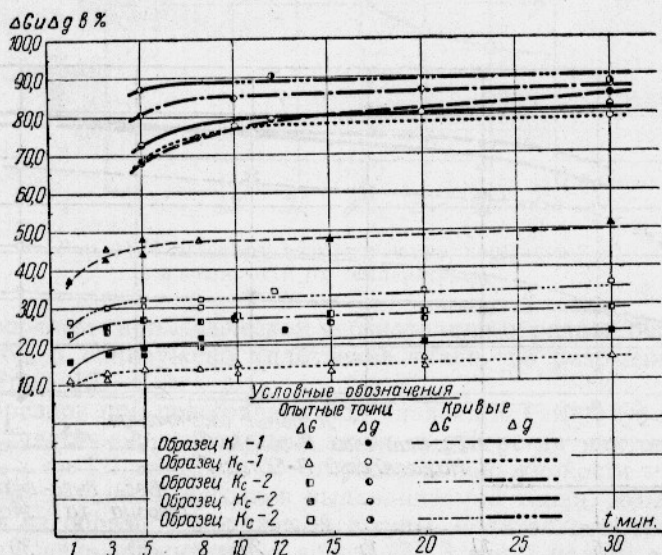


Рис. 6. Кривые изменения выхода жира и веса при прессовании образца верхнего слоя шкуры кашалота (давление постоянное, время от 1 до 30 мин.).

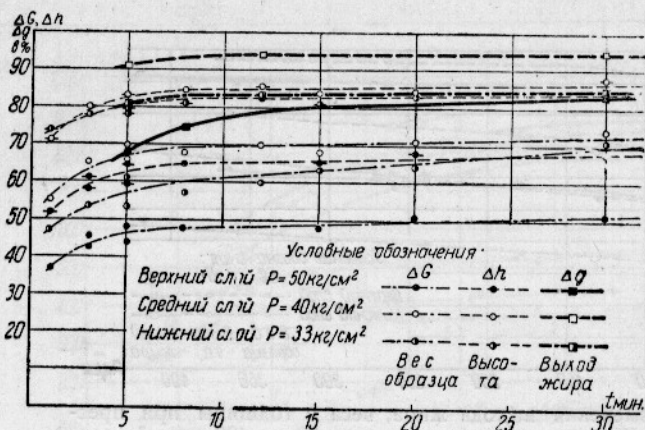


Рис. 7. Кривые изменения выхода жира, веса и толщины при прессовании образцов К-1 по слоям (давление постоянное, время—от 1 до 30 мин.).

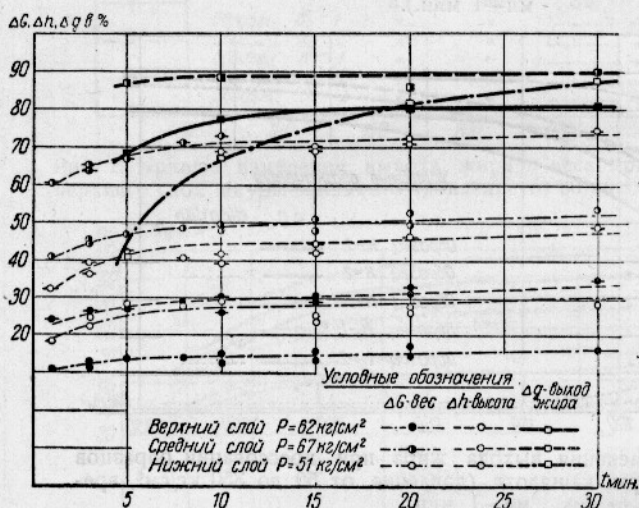


Рис. 8. Кривые изменения выхода жира, веса и толщины при прессовании образцов Кс-1 по слоям (давление постоянное, время—от 1 до 30 мин.).

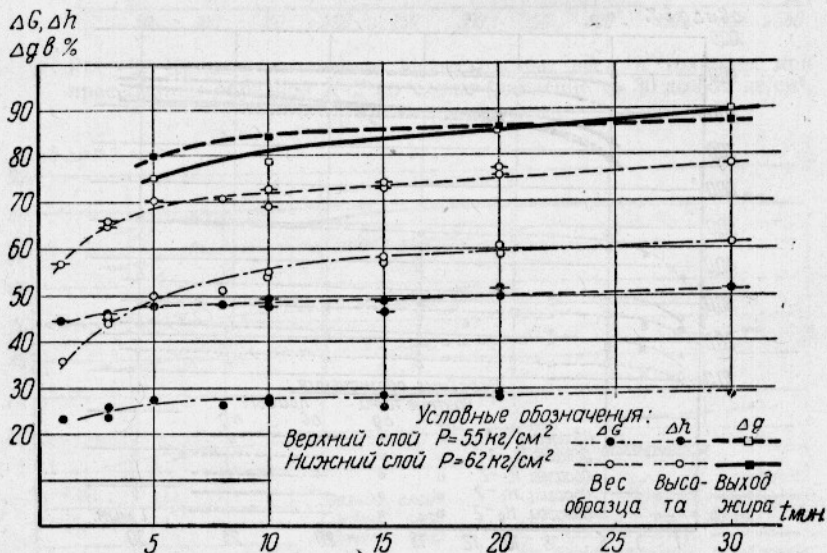


Рис. 9. Кривые изменения выхода жира, веса и толщины при прессовании образцов Кс-2 по слоям (давление постоянное, время—от 1 до 30 мин.).

Отпрессованные образцы шкуры по внешнему виду несколько похожи на текстолит. Конфигурация отпрессованных образцов по сравнению с первоначальной изменялась. У некоторых образцов, особенно из среднего и нижнего слоев, верхняя плоскость немного сдвигалась по отношению

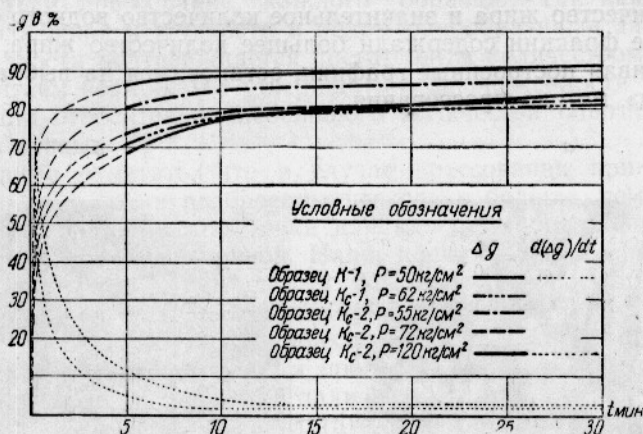


Рис. 10. Кривые изменения выхода жира при прессовании образцов верхнего слоя шкуры кашалота (давление постоянное, время—от 1 до 30 мин.).

к нижней. Часть образцов расширялась больше в одну сторону, чем в другую. Некоторые образцы теряли прямоугольную форму. Наиболее устойчивы образцы верхнего слоя, которые сохраняли свою форму.

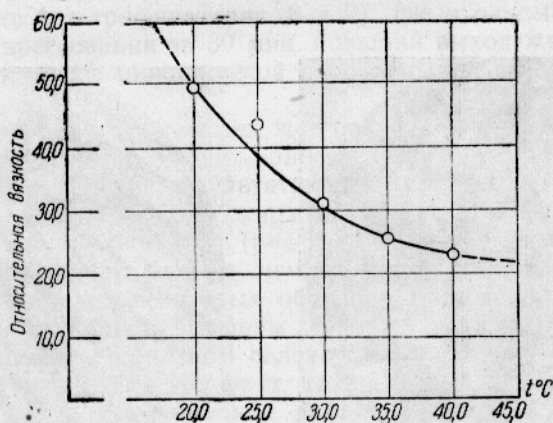


Рис. 11. Изменение вязкости жира кашалота в зависимости от температуры.

При выборочном гистологическом исследовании образцов отпрессованной шкуры было обнаружено уплотнение ткани, но разрывов волокон не найдено (рис. 12).

У всех образцов при прессовании под давлением свыше 60—70 кг/см² наблюдалось частичное вдавливание ткани в отверстия плиток; глубина вдавливания — от 1,0 до 2,5 м. В отпрессованной жидкости ни разу не наблюдали оторвавшихся кусочков выдавливаемой ткани. Жидкость, отпрессованная из образцов мороженой шкуры, налитая в пробирку, расслаивалась за непродолжительное время (2—3 мин.) на три слоя: верхний — прозрачный жир, средний — белый молочный слой белково-жировой эмульсии, нижний — жидкость клеточного сока бледновишневого цвета.

Такую же картину наблюдали и при отстаивании отпрессованной жидкости из образцов соленой шкуры, только нижний слой не был окрашен. Первые фракции жидкости, отпрессованной при относительно низких давлениях или при малой длительности прессования, содержали небольшое количество жира и значительное количество водного слоя.

Последние фракции содержали большее количество жира, чем влаги.

Рассматривая построенные графики, остановимся на выбранном нами «ступенчатом» методе прессования.

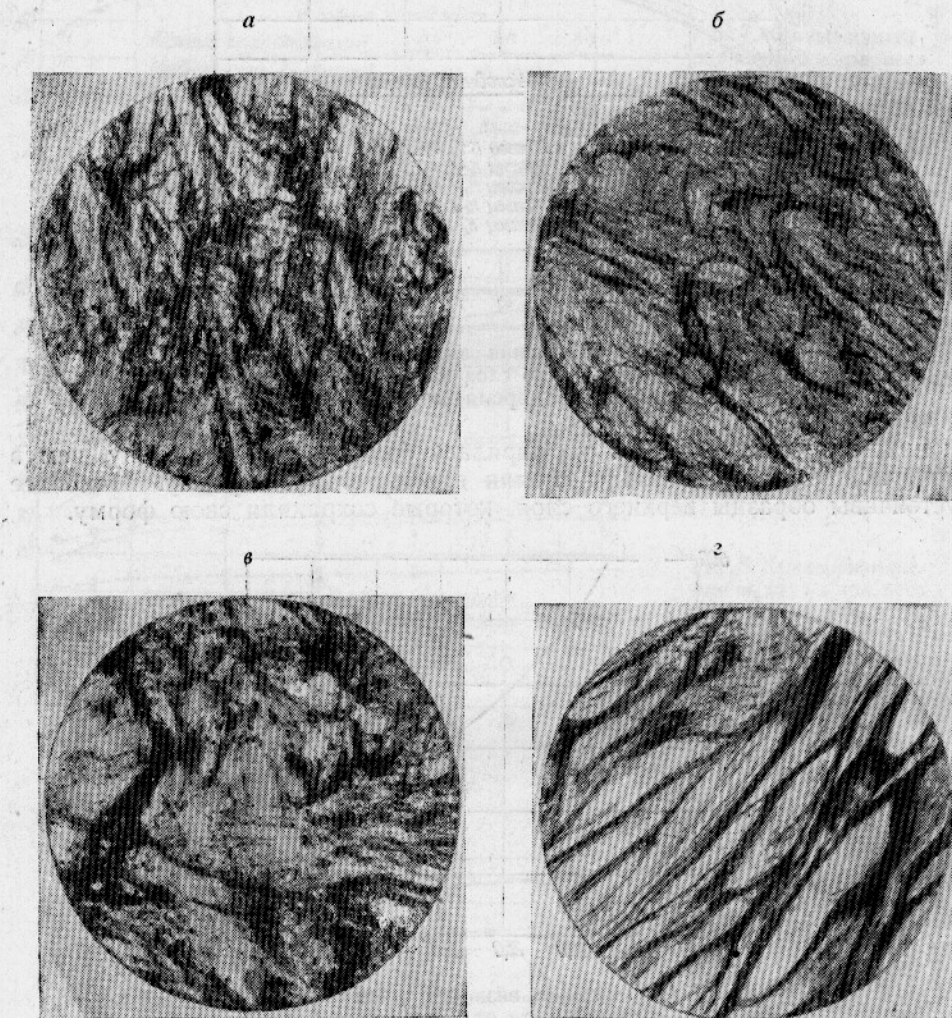


Рис. 12. Микроструктура отпрессованных образцов шкуры кашалота (увеличено в 80 раз):

а—образец К-3—верхний слой; б—образец К-1—верхний слой; в—образец К-2—средний слой; г—образец К-2—нижний слой.

Для проверки нашего предположения о том, что «ступенчатый» метод прессования не искажает закономерности изменения выхода жидкости, мы провели контрольные однократные прессования образцов верхнего слоя мороженой шкуры из трех условных мест (образцы № 222—224, 225—227 и 231—232). Контрольные точки по этим отпрессованным образцам хорошо совместились с остальными точками кривой (рис. 1), построенной на основании данных по «ступенчатому» прессованию; это фактически подтвердило наше предположение.

Но в результате такого метода наша возможность увеличивать количество данных о выходе жира уменьшилась, потому что химический анализ отпрессованных образцов мы могли производить, только закончив полностью прессование каждого образца. Так как закономерность выхода жира и жидкости в целом однообразна, а закономерность выхода жидкости подтверждается достаточным количеством опытных точек, мы считаем возможным утверждать о закономерности выхода жира на основании относительно небольшого количества опытных точек для построения кривых.

Необходимо отметить, что в случае прессования при режиме $P = \text{const}$ опытные точки разбросаны несколько больше, чем при режиме $\Delta t = \text{const}$; причем опытные точки для каждого образца находятся как бы на отдельном участке кривой. Наши попытки проанализировать данное явление не увенчались успехом. Мы пытались построить обобщающую кривую по точкам первоначальных прессований, чтобы исключить влияние «ступенчатого» метода прессования; однако эти точки не дали явно выраженной закономерности процесса. Попытки учесть время предыдущего прессования также не дали результатов. Очевидно, это происходит, главным образом, в результате некоторой разницы в расчетном давлении при прессовании различных образцов одной и той же серии за счет неточности их исходных линейных размеров.

Разброс точек во всех случаях не превышал величины $\pm 2-3\%$ от построенной нами обобщающей кривой, поэтому мы приняли закономерность изменения выхода жидкости в соответствии с указанной кривой.

Кривые изменения выхода жира в случае прессования образцов при режимах $P = \text{const}$ и $\Delta t = \text{const}$ показывают, что выход жира из верхних слоев шкуры меньше, чем из последующих слоев шкуры. Исключением являются только два графика (рис. 8 и 9), где в одном случае верхний слой дает при прессовании за 30 мин. больший выход жира, чем нижний слой; в другом случае нижний слой дает меньший выход при прессовании до 20 мин.

Кривые изменения веса на тех же графиках подтверждают для всех случаев указанную выше закономерность. По этой причине мы склонны считать указанное явление результатом неточности химических анализов.

При сопоставлении выхода жира из всех отпрессованных образцов верхнего слоя шкуры кашалота (рис. 1 и 6) можно заметить, что выход жира из соленой шкуры больше, чем из мороженой. Кажущееся увеличение выхода жира из некоторых образцов мороженой шкуры (рис. 6, образец К-1) объясняется большим содержанием жира в данном образце по сравнению с образцом соленой шкуры.

Этим же объясняется и тот факт, что на рис. 6 в некоторых образцах, отпрессованных при более высоком давлении, выход жира меньше, чем в образцах, отпрессованных при более низком давлении. На рис. 5 кривизна линии выхода жира для мороженных образцов отличается от кривизны линии выхода жира для соленых образцов, в то время как на рис. 10 кривизна линии для всех образцов более или менее постоянна. Это явление объясняется различной зависимостью коэффициентов формул (11 и 12).

Наряду с опытными кривыми выхода жира на рис. 6 и 11 мы построили дифференциальные кривые $\frac{d(\Delta g)}{dp}$ и $\frac{d(\Delta g)}{dt}$, которые характеризуют скорость изменения выхода жира в зависимости от изменения величины давления и времени.

Эти кривые при значении $P = 150 \text{ кг/см}^2$ и выше переходят в прямые, как и при значении $t = 15 \text{ мин.}$ и выше. Подобный характер кривых позволяет сделать вывод, что прессование при значениях P выше 150 кг/см^2 и t выше 15 мин. не целесообразно, так как дальнейшее увеличение значений P и t не оказывает существенного влияния на результат прессования.

Обработка результатов опытов

Обработка результатов опытов проводилась только для верхнего слоя шкуры кашалота в пределах режима прессования при значении P от 35 до 150 кг/см² и t от 1 до 15 мин.

Верхние пределы приняты на основании соображений рационального осуществления процесса по дифференциальным кривым $\frac{d(\Delta g)}{dp}$ и $\frac{d(\Delta g)}{dt}$ (рис. 5 и 10).

Кривые $\Delta g = f(P)$, построенные по опытным точкам при режиме прессования $\Delta t = \text{const}$, дают возможность получить необходимое количество значений функции для определенных значений аргумента.

После логарифмирования формула (14) будет иметь следующий вид:

$$\lg \Delta g = \lg a + b \lg p + c \lg t;$$

если t равно единице, то $\lg t = 0$ и

$$\lg \Delta g = \lg a + b \lg p. \quad (17)$$

Формула (17) представляет уравнение прямой линии в системе прямоугольных координат. Можно ожидать, что данные наших опытов в соответствии с формулой (17) должны графически располагаться на прямой линии. В табл. 3 приведены соответствующие значения P , Δg , $\lg p$ и $\lg \Delta g$ для пяти различных образцов верхнего слоя шкуры кашалота, подвергнутых прессованию.

На графике (рис. 13) нанесены указанные точки, которые действительно могут считаться расположенными на соответствующих прямых. Эти прямые при продолжении пересекаются в некоторой точке A с координатами: $\lg P = 2,67$; $\lg \Delta g = 2,045$.

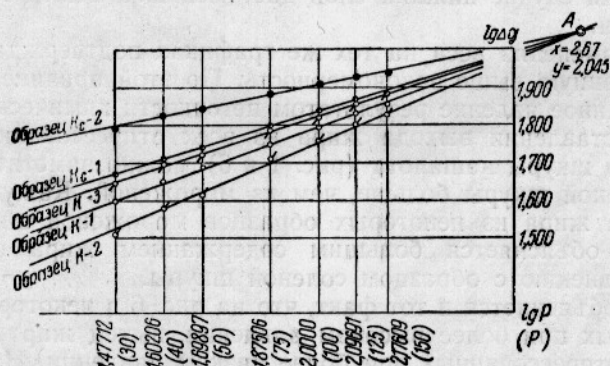


Рис. 13. Кривые изменения выхода жира (рис. 6) в логарифмической сетке прямоугольных координат.

По существующим методам математической обработки опытных данных для указанных образцов верхнего слоя шкуры мы определили значения коэффициентов a и b , входящих в формулу (17). Кроме того, пересечение прямых (рис. 15) позволяет установить зависимость между указанными коэффициентами:

$$\lg a = 2,045 - 2,67b. \quad (18)$$

Обработка опытных данных прессования образцов при режиме $P = \text{const}$, выполненная по той же методике, приводит к аналогичным результатам. Формула (16) после логарифмирования будет следующая.

$$\lg \Delta g = \lg \delta + c \lg t. \quad (19)$$

В табл. 4 приведены значения t , Δg , $\lg t$, $\lg \Delta g$ на основании кривых, построенных по опытным точкам. На графике (рис. 14) построены прямые по значениям $\lg t$ и $\lg \Delta g$, которые также пересекаются в некоторой точке B с координатами $\lg t = 1,78$ и $\lg \Delta g = 2,00$.

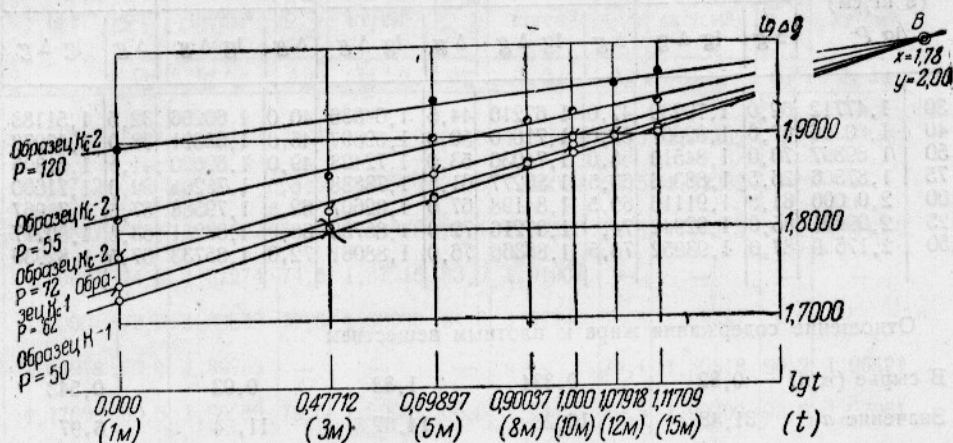


Рис. 14. Кривые изменения выхода жира (рис. 11) в логарифмической сетке прямоугольных координат.

В табл. 4 указаны расчетные значения коэффициентов δ и c ; на основании графика 14 установлена зависимость между ними в виде:

$$\lg \delta = 2,00 - 1,78 c. \quad (20)$$

Таким образом, на основании теоретических предпосылок к процессу прессования мы вправе ожидать определенной закономерности между величиной коэффициентов формул (18 и 20) и некоторой величиной, характеризующей исходное сырье. За такую величину мы приняли отношение содержания жира к плотным веществам в сырье.

В табл. 3 и 4 наряду со значением величины коэффициентов a , b , δ , c представлены значения отношения содержания жира к плотным веществам в сырье (ж/п).

Сопоставление этих величин указывает на известную закономерность между ними, которая для соленой и мороженой шкуры различна, что, повидимому, является следствием воздействия соли на химические составляющие шкуры; это может объясняться и тем, что в состав плотных веществ соленой шкуры входит соль (данное положение весьма условно, так как физически соль будет находиться в растворе).

Так как значения a и b математически связаны между собой, мы устанавливаем только зависимость между величиной, характеризующей исходное сырье, и одним из двух указанных коэффициентов.

Зависимость между величиной отношения жира к плотным веществам в различных образцах сырья и коэффициентом b показана в табл. 5.

Так как количество образцов с различным соотношением жира и плотных веществ в сырье, отпрессованных при режиме $\Delta t = \text{const}$, весьма ограничено (3 образца мороженой и 2 образца соленой шкуры), мы воспользовались данными прессования при режиме $P = \text{const}$ и значении $t = 1$ мин. (табл. 4). Это дало нам возможность получить дополнительные данные по четырем образцам соленой шкуры.

Таблица 3

Определение коэффициентов a и b расчетной формулы (17)
при режиме Δt_{const}

P_2 (в кг/см) $\lg P$	Образец K_{c-2}		Образец K_{c-1}		Образец K_{c-3}		Образец $K-1$		Образец $K-2$	
	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$
30	1,47712	62,0	1,79239	47,0	1,67210	44,5	1,64836	40,0	1,60206	32,5
40	1,60206	67,0	1,82607	52,0	1,716 0	50 0	1,69897	45,0	1,65321	38,0
50	1,69897	70,0	1,84510	55,0	1,74036	53,0	1,72428	49,0	1,69020	41,5
75	1,87506	76,5	1,88366	63,5	1,80277	61,5	1,78888	6,5	1,75205	52,0
100	2,0 000	81,5	1,91116	69,5	1,84198	67,0	1,82607	62,5	1,79588	57,5
125	2,09691	85,0	1,92942	74,5	1,87216	72,0	1,85733	68,0	1,832 1	63,5
150	2,176 9	87,0	1,93952	76,5	1,88366	76,0	1,88081	72,0	1,85733	67,5

Отношение содержания жира к плотным веществам

В сырье (ж/п)	0,82	0,334	1,83	0,93	0,543
Значение a	31,48	16,23	14,67	11,4	6,97
Значение b	0,205	0,314	0,329	0,361	0,456

По данным геометрического построения $\lg a = 2,045 - 2,67 b$

Р а с ч е т ы к т а б л и ц е

Образец K_{c-2}

$$5,47356 + 3 \lg a + 4,77815 b$$

$$b = \frac{0,30674}{1,49485} = 0,205$$

$$\frac{5,78010 = 3 \lg a + 6,27300 b}{0,30645 = 1,49485 b} \quad \lg a = \frac{5,47356 - 0,97952}{3} = 1,49801$$

Образец K_{c-1}

$$5,12846 = 3 \lg a + 4,77815 b$$

$$5,59780 = 3 \lg a + 6,27300 b$$

$$0,46934 = 1,49485 b$$

$$b = \frac{0,46934}{1,49485} = 0,314$$

$$\lg a = \frac{5,12846 - 1,50034}{3} = 1,20937$$

$$a = 16,23$$

Образец $K-3$

$$5,07161 = 3 \lg a + 4,77815 b$$

$$b = \frac{0,49260}{1,49485} = 0,329$$

$$\frac{5,56421 = 3 \lg a + 6,27300 b}{0,49260 = 1,49485 b} \quad \lg a = \frac{5,07161 - 1,57211}{3} = 1,16653$$

$$a = 14,67$$

Образец $K-1$

$$4,94547 = 3 \lg a + 4,77815 b$$

$$b = \frac{0,51025}{1,49485} = 0,361$$

$$\frac{5,48572 = 3 \lg a + 6,27300 b}{0,54025 = 1,49485 b}$$

Образец $K-2$

$$4,70971 = 3 \lg a + 4,77815 b$$

$$\lg a = \frac{4,94547 - 1,72491}{3} = 1,07352;$$

$$a = 11,84$$

$$\frac{5,39174 = 3 \lg a + 6,27300 b}{0,68203 = 1,49485 b} \quad b = \frac{0,68203}{1,49485} = 0,456$$

$$\lg a = \frac{4,70971 - 2,18017}{3} = 0,84318;$$

$$a = 6,97$$

Таблица 4

Определение коэффициентов δ и c расчетной формулы (19) при режиме $P = \text{const}$

t (в мин.)	$\lg t$	Образец $K-I$	$P=50$ кг/см ²	Образец K_c-I	$P=62$ кг/см ²	Образец K_c-2	$P=55$ кг/см ²	Образец K_c-2	$P=72$ кг/см ²	Образец K_c-2	$P=120$ кг/см ²
		Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$	Δg	$\lg \Delta g$
1	0,0000	53,5	1,72835	55,25	1,74239	66,5	1,81624	59,5	1,77452	78,5	1,89487
3	0,47712	—	—	64,5	1,80956	72,5	1,86034	66,5	1,82282	—	—
5	0,69897	68,6	1,83632	68,2	1,83378	80,4	1,90526	72,8	1,86213	87,2	1,94052
8	0,90037	74,6	1,87274	74,5	1,87216	83,0	1,91908	—	—	—	—
10	1,0000	77,0	1,88649	77,5	1,88930	84,8	1,92840	78,5	1,89487	—	—
12	1,07918	79,0	1,89763	—	—	—	—	79,1	1,89818	90,2	1,95521
15	1,17609	80,5	1,90680	79,5	1,90037	86,0	1,93450	80,5	1,90309	93,5	1,97081

Отношение содержания жира к плотным веществам

В сырье (ж/п)	0,93	0,246	0,55	0,303	0,545
Значение δ	54,28	54,73	66,08	59,59	78,99
Значение c	0,152	0,145	0,106	0,114	0,0575

По данным геометрического построения $\lg \delta = 2,00 - 1,78 c$

Р а с ч е т ы к т а б л и ц е

$$\begin{aligned} \text{Образец } K-I \quad 5,43743 &= 3 \lg \delta + 1,59934 c \\ 5,68992 &= 3 \lg \delta + 3,25527 c \\ 0,25249 &= 1,65593 c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{0,25249}{1,65593} = 0,152 \\ \lg \delta &= \frac{5,43743 - 0,23305}{3} = 1,73464 \\ \delta &= 54,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Образец } K_c-I \quad 5,38567 &= 3 \lg \delta + 1,17609 c \\ 5,66183 &= 3 \lg \delta + 3,07646 c \\ 0,27616 &= 1,90037 c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{0,27616}{1,90037} = 0,145 \\ \lg \delta &= \frac{5,38567 - 0,17100}{3} = 1,73822 \\ \delta &= 54,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Образец } K_c-2 \quad 5,58184 &= 3 \lg \delta + 1,17609 c \\ 5,78198 &= 3 \lg \delta + 3,07646 c \\ 0,20014 &= 1,90037 c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{0,20114}{1,90037} = 0,106 \\ \lg \delta &= \frac{5,58184 - 0,12466}{3} = 1,81906 \\ \delta &= 65,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Образец } K_c-2 \quad 5,45947 &= 3 \lg \delta + 1,17609 c \\ 5,69614 &= 3 \lg \delta + 3,25527 c \\ 0,23667 &= 2,07918 c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{0,23667}{2,07918} = 0,114 \\ \lg \delta &= \frac{5,45847 - 0,13406}{3} = 1,77514 \\ \delta &= 59,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Образец } K_c-2 \quad 3,83539 &= 2 \lg \delta + 0,69897 c \\ 3,92602 &= 2 \lg \delta + 2,25527 c \\ 0,09063 &= 1,55630 c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{0,09063}{1,55630} = 0,0575 \\ \lg \delta &= \frac{3,83533 - 0,0402}{2} = 1,89756 \\ \delta &= 78,99 \end{aligned}$$

Таблица 5

Определение зависимости коэффициента b от содержания жира и плотных веществ в исходном сырье

Наименование образца	№ образцов	ж/п в сырье	lg (ж/п)	Коэффициент b	lg b	Расчеты к таблице	
						Расчетные формулы: $b = q$ (ж/п) $lg a = 2,045 - 2,67 b$	Дополнительное определение значений b Расчетная формула $b = \frac{2,045 - \Delta g}{2,67 - lg P}$

I. Соленая шкура

K_c-2	312—315	0,82	1,91381	0,205	1,31175	$-1,93707 = 3 lg g - 0,60943 x$	$K_c-1 \text{ № } 328 - 331 b = \frac{2,045 - 1,74233}{2,67 - 1,7} = 0,345$
K_c-1	301—304	0,334	1,52375	0,314	1,49693	$-1,44411 = 3 lg g - 1,60387 x$	$K_c-2 \text{ № } 346 - 348 b = \frac{2,045 - 1,77452}{2,67 - 1,85733} = 0,332$
K_c-1	328—331	0,246	1,39094	0,345	1,53782	$0,49296 = -0,99444 x$ $X = \frac{0,49296}{0,99444} = -0,495$	$K_c-2 \text{ № } 320 - 323 b = \frac{2,045 - 1,81624}{2,67 - 1,63347} = 0,262$
K_c-2	346—348	0,303	1,48144	0,332	1,52114	$lg g = -\frac{1,93707 - 0,30145}{3} = -0,74617$	$K_c-2 \text{ № } 343 - 345 b = \frac{2,045 - 1,89487}{2,67 - 2,07918} = 0,254$
K_c-2	320—323	0,55	1,74036	0,262	1,41830	$g = 0,1794$	
K_c-2	343—345	0,545	1,73640	0,254	1,40483	$b = 0,1794$ (ж/п) $-0,495$ $lg a = 2,045 - 0,479$ (ж/п) $-0,495$	

II. Мороженная шкура

$K-3$	214—217	1,83	0,26445	0,329	1,51720	$-0,92525 = 2 + 0,23093 x$	
$K-1$	218—224	0,93	1,96848	0,361	1,57751	$-0,78350 = 2 + 0,29672 x$	
						$0,14172 = -0,52765 x$	
$K-2$	22—205 231—232	0,543	1,73480	0,456	1,65896	$X = \frac{-0,14172}{0,52765} = -0,27$ $lg g = \frac{-0,92525 + 0,06851}{2} = -0,43087$	

Расчетные формулы:

$g = 0,371; b = 0,371$ (ж/п) $-0,27$
 $lg a = 2,015 - 0,99$ (ж/п) $-0,27$

При помощи указанных выше методов математической обработки шести образцов была установлена следующая зависимость между (ж/п) и b .

Для соленой шкуры эта зависимость равна

$$b = 0,1794 \text{ ж/п}^{-0,495} \quad (21)$$

и соответственно:

$$\lg a = 2,045 - 0,479 (\text{ж/п})^{-0,495}. \quad (22)$$

Для мороженой шкуры подобная зависимость установлена на основании только трех образцов, поэтому нет достаточной уверенности, что зависимость эта точна. Косвенным подтверждением ее может служить характер зависимости тех же величин для соленой шкуры. Зависимость для мороженой шкуры:

$$b = 0,371 (\text{ж/п})^{-0,27}, \quad (23)$$

и соответственно

$$\lg a = 2,045 - 0,99 (\text{ж/п})^{-0,27} \quad (24)$$

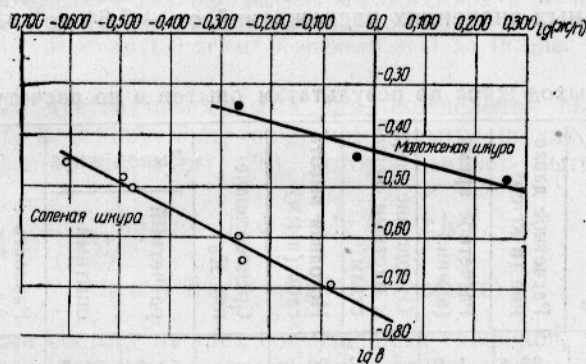


Рис. 15. Зависимость $b=f(\text{ж/п})$ для образцов верхнего слоя соленой и мороженой шкуры кашалота.

Следует отметить, что опытные точки на рис. 15 несколько более разбросаны, чем опытные точки на рис. 13 и 14; это, очевидно, является результатом известных неточностей во время опытов при режиме прессования $P = \text{const}$ и при обработке материалов в табл. 4. Формулы (23) и (24) позволяют определить величину коэффициентов a и b . Коэффициенты δ и c мы определяли путем следующих рассуждений. Предположим, что в формуле (19) значение $t = 1$, тогда

$$\lg \Delta g = \lg \delta.$$

В случае прессования при режиме $\Delta t = \text{const}$ и при значении $t = 1$

$$\lg \Delta g = \lg a + b \lg P.$$

Очевидно, при прессовании в наших опытах при равных величинах P и t полученные значения Δg должны быть одинаковы и, следовательно,

$$\lg \delta = \lg a + b \lg P. \quad (25)$$

Тогда формула (14) может быть представлена в виде:

$$\Delta g = a P^{bt} t^c. \quad (26)$$

Эта формула является общей для расчета выхода жира при одновременном изменении независимых переменных P и t . Из предыдущих формул можно определить значение c .

$$c = \frac{20,00 - (\lg a + b \lg P)}{1,76}$$

или

$$c = \frac{b(2,67 - \lg P) - 0,045}{1,78} \quad (27)$$

и окончательно:

$$\Delta g = \frac{111 P b t}{467,8 b} \quad (28)$$

при значении b для мороженой шкуры по формуле (23) и для соленой шкуры по формуле (21). Для подтверждения наших рассуждений в табл. 6 сопоставлены расчетные значения выхода жира, подсчитанные по формуле (28), и опытные данные выхода жира в пределах режимов P от 30 до 150 кг/см² и t от 1 до 15 мин.

Расхождения между опытными и расчетными значениями Δg в среднем составляют от +2,3 до -2,22% от начального содержания жира, при максимальных значениях расхождений от +5,64 до -3,81%.

Таблица 6
Выход жира по результатам опытов и по расчету

Сырье	№ серий № образцов	Расчетное давление (в кг/см ²)	Расчетное время (в мин.)	Отношение жира к плотным веществам	Исходная высота слоя (в мм)	Среднее значение K_0	Выход жира		Разность $\Delta g_0 - \Delta g_p$	Примечание
							расчетный	опытный		
Мороженое	1/202	88,6	1,0		22,0		53,54	54,5	+0,96	Среднее значение $K=4600$ Среднее значение $\Delta g_0 - \Delta g_p = \pm 2,3$ Максимальное значение $\Delta g_0 - \Delta g_p = 5,6 \div -3,81$
	1/203	122,0	1,0	0,543	21,6	5000	61,77	58,8	-2,97	
	1/204	207,0	1,0		21,5		77,84	74,8	-3,06	
	1/214	176,0	1,0	1,83	30,0	3400	81,72	79,8	-1,92	
	5/218	178,0	1,0		26,5		77,61	78,0	+0,39	
	5/222	117,0	1,0	0,93	28,0	3900	66,42	70,5	+4,08	
	6/225	73,5	1,0		30,0		63,51	59,7	-3,81	
	6/226	109,0	1,0	1,83	30,0	3140	70,26	67,8	-2,46	
	6/227	131,0	1,0		26,5		74,46	74,9	+0,44	
	7/231	72,5	1,0		24,0		49,19	48,8	-0,39	
	7/232	103,0	1,0	0,543	23,0	5850	57,34	63,0	+5,66	
	13/228	50	5,0		26,0		64,32	68,6	+4,28	
Соленое	18/230	50	8,0	0,93	26,0	4400	69,89	74,6	+4,71	
	8/301	146,8	1,0	0,334	23,4	4280	77,65	76,0	-1,65	
	11/312	182,0	1,0	0,82	20,0	5740	92,08	88,6	-3,48	
	16/320	55,0	5,0		19,0		77,84	80,4	+2,56	
	16/321	55,0	10,0	0,55	20,0	5800	83,41	84,8	+1,39	
	18/328	63,0	5,0		22,0		69,86	68,2	-1,66	
	18/329	59,0	10,0	0,262	21,5	5650	76,47	77,5	+1,03	
	22/343	119	5,0		27,0		87,05	87,2	+0,15	
	22/344	123,0	12,0	0,545	26,0	3820	91,70	90,2	-1,5	
	23/346	75,0	5,0		21,5		74,04	72,8	-1,24	
	23/347	72,0	12,0	0,303	22,0	4450	81,82	79,1	-2,72	

Величина указанных расхождений в общем незначительна, поэтому формулу (28) можно считать достоверной.

Для практических расчетов формула (28) громоздка. В то же время геометрическая интерпретация формулы (28) в логарифмической форме достаточно проста и на основании ее можно построить номограмму, по которой легко можно рассчитать выход жира.

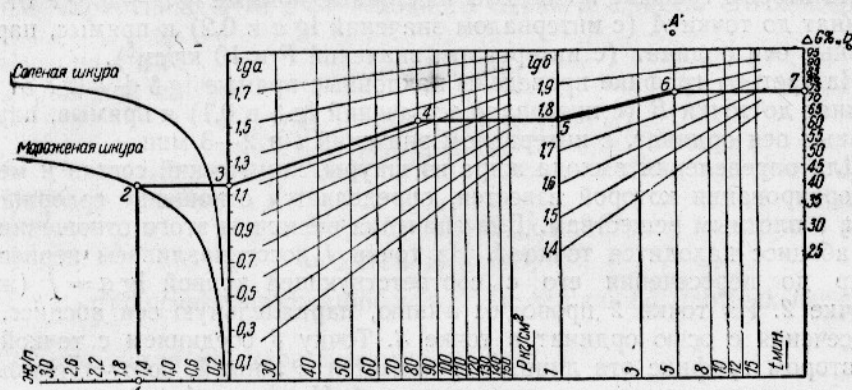


Рис. 16. Номограмма для определения выхода жира в случае прессования верхнего слоя шкуры кашалота толщиной 20—30 мм при давлении от 35 до 150 кг/см² и времени от 1 до 15 мин.

На рис. 16 дается номограмма для определения выхода жира по формуле (28). В основу построения номограммы положено логарифмическое выражение формулы (28), которое может быть представлено в виде:

$$\lg \Delta g = \lg a + b \lg P + c \lg t, \quad (29)$$

где

$$\lg a + b \lg P = \lg \delta \text{ (см. выше).}$$

Номограмма состоит из трех совмещенных графиков, при помощи которых можно определить значение каждого из членов формулы (29). Геометрическая сумма этих членов дает значение логарифма Δg .

Для построения графиков номограммы взята логарифмическая сетка, что дает возможность отсчитывать непосредственное значение искомых величин по их логарифмам.

Зависимость $\lg a$ от ж/п для мороженой и соленой шкур представлена на первом графике номограммы, где на оси абсцисс отложены значения ж/п, на оси ординат — значение $\lg a$. Данные для построения первого графика приведены в табл. 7.

Таблица 7

Таблица значений $\lg a = f(\text{ж/п})$ для верхнего слоя мороженой и соленой шкуры кашалота

1	ж/п	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
2	$\lg a$ для мороженой шкуры	0,51640	0,778	0,907	0,994	1,055	1,104	1,141	1,173
3	$\lg a$ для соленой шкуры	0,982	1,293	1,427	1,509	1,566	1,608	1,639	1,655
1	ж/п	1,8	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	
2	$\lg a$	1,202	1,224	1,255	1,281	1,302	1,322	1,339	
3	$\lg a$	1,687	1,705	1,732	1,747	1,762	1,775	1,787	

На втором графике используется шкала значений $\lg a$ первого графика, на оси абсцисс отложены значения $\lg P$, а на оси ординат — значения $\lg \delta$.

На третьем графике используется шкала значений $\lg \delta$ второго графика, на оси абсцисс отложены значения $\lg t$, а на оси ординат — значения $\lg \Delta g$.

На втором графике проведены наклонные прямые $\lg a + b \lg P$ от оси ординат до точки A (с интервалом значений $\lg a$ в 0,2) и прямые, параллельные оси ординат (с интервалом значений P в 10 кг/см²).

На третьем графике проведены наклонные прямые $\lg \delta + c \lg t$ от оси ординат до точки B (с интервалом значений $\lg \delta$ в 0,1) и прямые, параллельные оси ординат, с интервалом значений t в 2—3 мин.

Для определения выхода жира из шкуры, химический состав и метод консервирования которой известен, определяется отношение содержания жира к плотным веществам. Для значения величины этого отношения на оси абсцисс находится точка 1. Из точки 1 восстанавливаем перпендикуляр до пересечения его с соответствующей кривой $\lg a = f$ (ж/п) в точке 2. Из точки 2 проводим линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с осью ординат в точке 3. Точку 3 соединяем с точкой A . На втором графике эта линия пересекается с линией, соответствующей значению давления прессования в точке 4. Из точки 4 проводим линию до пересечения с осью ординат в точке 5. Соединяем прямой линией точку 5 с точкой B . На третьем графике эта линия пересекается с линией, соответствующей значению времени прессования, дает точку 6. Из точки 6 проводим прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения ее с осью ординат в точке 7, которая и соответствует искомому значению Δg .

Высказанное нами предположение об увеличении выхода жира с увеличением значения коэффициента K' , нашими опытами не подтверждается.

При колебании величины K' (табл. 6) от 5850 до 3140 заметного влияния ее на выход жира не обнаружено. Это может быть объяснено небольшой разницей толщины образцов h , которая, очевидно, и является определяющей величиной, влияющей на выход жира.

Из этого можно сделать предположение, что зависимость выхода жира от линейных размеров образцов в плане очень незначительна (если она вообще есть), поэтому практически ее можно не учитывать.

Данное предположение требует подтверждения путем прессования пластов больших размеров ($1,0 \times 1,5$ м), которое в наших условиях произвести не представляется возможным.

Выводы и предложения

На основании проделанной работы мы пришли к следующим выводам.

При прессовании верхнего слоя шкуры кашалота можно получить выход жира не ниже, а несколько выше, чем при существующих методах обработки шкуры (выход жира во время наших опытов — 85%, а величина существующих выходов — 70%).

Установлено, что выход жира зависит от:

- 1) давления прессования;
- 2) времени прессования;
- 3) температурного режима прессования;
- 4) состава исходного сырья и способа предварительной консервации его.

Зависимость между выходом жира, показателями режима и составом сырья в случае прессования при P от 30 до 150 кг/см² и t от 1 до 15 мин. выражается формулой:

$$\Delta g = a \cdot p^{bt^c},$$

где: Δg — выход жира в процентах к исходному содержанию жира в сырье;

P — давление прессования в кг/см^2 ;

t — время выдержки давления в мин.;

a, b, c — опытные величины.

Установлена зависимость коэффициента a и показателей степени b и c при переменных P и t от исходного сырья и способа его консервирования.

Значения a и b :

для мороженой шкуры:

$$\lg a = 2,045 - 0,99 \text{ ж/п}^{-0,27}$$

$$b = 0,371 \text{ ж/п}^{-0,27};$$

для соленой шкуры:

$$\lg a = 2,045 - 0,479 \text{ ж/п}^{-0,495}$$

$$b = 0,1794 \text{ ж/п}^{-0,495},$$

где ж/п — отношение содержания жира к содержанию плотных веществ в сырье.

Значение c для мороженой и соленой шкуры:

$$c = \frac{b(2,67 - \lg P) - 0,045}{1,78}.$$

Таким образом, мы установили все необходимые данные для определения выхода жира и построили номограмму для графического выражения его.

Мы не претендуем на абсолютную точность нашей формулы, потому что расчетные и опытные величины точно не совпадают. Однако эти отклонения невелики и формула практически достоверна.

На основании результатов наших исследований можно утверждать, что применять давление выше 150 кг/см^2 и время выше 15 мин. практически нецелесообразно. Учитывая большие размеры пластов шкуры, подлежащих прессованию, следует стремиться к минимальному давлению прессования.

Поэтому, прежде всего, желательно производить предварительную консервацию сырья посолом, а также направлять на прессование возможно менее толстые пласты шкуры.

Нам кажется, что вполне возможно резать шкуры на пласты толщиной 15 мм. Этот размер не перегрузит двойные машины и не вызовет излишних потерь жира при двоении.

Для получения высококачественных кожевенных товаров из шкуры кашалота необходимо, чтобы сырье поступало в производство с жирностью не выше 10%. Некоторые части шкуры, особенно самые верхние слои ее, могут содержать жир в указанных пределах, поэтому целесообразно эти слои не прессовать, а направлять непосредственно на кожевенные заводы. Кстати сказать, консервация их для извлечения жира (рис. 16) при значении ж/п $\leq 0,2$ не дает положительных результатов.

Тепловая обработка шкуры как в процессе прессования, так и перед ним вполне целесообразна, так как она снижает давление. Однако затраты на топливо и сооружение устройств, в которых подогревают жир, в этом случае весьма велики, поэтому тепловая обработка шкур экономически нецелесообразна.

При всех остальных одинаковых условиях для сырья с небольшим значением ж/п целесообразно увеличивать выход жира за счет увеличения давления, а при больших значениях ж/п — путем увеличения времени прессования. В зависимости от химического состава сырья, направляемого на прессование, величины P и t следует выбирать из следующих соображений: целесообразно производить увеличение той независимой

переменной (P или t), у которой показатель степени больше. Это положение понятно из номограммы (рис. 16), где b есть тангенс угла наклона прямых графика 2, а c — тангенс угла наклона прямых графика 3.

Увеличение времени прессования, вообще говоря, снижает производительность пресса. Цикл работы гидравлического пресса типа «ГОП», применяющегося в кожевенной промышленности [7], можно расчленить на отдельные операции:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Закатка подготовленной тележки в прессе | 5 мин. |
| 2. Подъем давления (по каталожным данным) | 20 мин. |
| 3. Выдержка под давлением | от 1 до 15 мин. |
| 4. Спуск давления (по каталожным данным) | 5 мин. |
| 5. Разгрузка тележки из пресса | 5 мин. |

Итого 36—50 мин.

Если принять производительность при выдержке в одну минуту за 100%, то при увеличении времени выдержки в 15 раз она снизится только на 28%. Такое снижение производительности говорит о том, что фактор времени на изменение ее особого влияния не оказывает.

Следовательно, мы установили оптимальный режим прессования, т. е. при соленом сырье с отношением $ж/п > 0,3$ время прессования должно быть 15 мин. Величина максимального давления около 25 кг/см². Выход жира в этом случае составит 75% от исходного содержания его в сырье. Для рекомендации по аппаратурному оформлению процесса рассмотрим два конкурирующих устройства: гидравлический и вальцовый прессы.

Так как использование вальцовых прессов недостаточно полно исследовано, а проделанные опыты пока не дали положительных результатов, мы вынуждены подойти к этому вопросу с теоретических позиций.

Преимуществом гидравлических прессов является то обстоятельство, что на них можно регулировать режим прессования за счет изменения времени прессования и за счет давления прессования; недостаток их — периодичность действия. Преимуществом вальцовых прессов является непрерывность их действия, а недостатком — практическая возможность регулирования только величины давления.

В табл. 8 приведена сравнительная характеристика гидравлического пресса типа «ГОП» и вальцового пресса, запроектированного по заданию Министерства легкой промышленности СССР проектной конторой «Проектмашдеталь».

Таблица 8

Сравнительная характеристика гидравлического и вальцового прессов для прессования шкуры кашалота

Показатели	Гидропресс типа «ГОП»	4-вальцовый пресс
Габаритные замеры в мм	3000×2650×4600 с фундаментом и приямком	5000×2500×2000
Вес установки в т	16,5 без гидросистемы	20,0—25,0
Расходуемая мощность в квт	5,5	30—40
Максимальное давление в кг/см ²	32	150 кг пог. см
Скорость валков в м/мин.	—	От 0,5 до 4,0
Производительность пластов в час ¹	40,0	13,3—46,0
Ориентировочная стоимость ² в тыс. руб.	60	75 тыс.

¹ Производительность гидропресса подсчитана на основании времени одного цикла в 60 мин. при единовременной загрузке 40 пластов размером 1000×1500×15.

² Стоимость подсчитана по средней стоимости 1 т веса машины (для гидропресса — без веса гидросистемы, для вальцового пресса — на основании минимального веса применительно к нормам Сметного справочника 1948 г.).

Мы приняли единовременную загрузку прессы типа «ГОП» в количестве сорока спилков, считая, что все они будут прессоваться в одинаковых условиях.

Из табл. 8 видно, что гидравлический пресс обладает преимуществом. Во время работы на вальцовых прессах при давлении прессования в 150 кг на пог. см и 4 парах валков, на основании опытов ЦНИИКП, можно ожидать недостаточных выходов жира из шкуры.

Всякое повторное пропускание шкуры через вальцовый пресс (без которого, очевидно, нельзя будет обойтись) лишает этот пресс его основного достоинства — непрерывности действия.

Весьма важным обстоятельством является тот факт, что расходуемая мощность вальцового прессы в 6 раз больше, чем гидравлического.

Общая потребность в прессах на возможный объем производства может быть ориентировочно определена в количестве 10 прессов.

Из табл. 8 видно, что и вальцовых прессов потребуется, вероятно, такое же количество. При выпуске новых вальцовых прессов в таком мелкосерийном масштабе стоимость их, конечно, будет значительно выше стоимости, подсчитанной нами (табл. 8); в то же время прессы типа «ГОП» являются серийной продукцией.

Таким образом, мы считаем целесообразнее использовать гидравлические прессы для прессования шкуры кашалота. Однако следует все-сторонне испытать и вальцовые прессы для окончательного решения этого вопроса.

Резюмируя наши выводы, мы считаем нужным подчеркнуть, что:

1) при прессовании шкуры кашалота возникает определенная зависимость выхода жира от режима прессования, структуры и химического состава сырья;

2) эта зависимость может быть выражена определенной формулой, структура которой аналогична структуре формулы для процесса фильтрации;

3) предварительная консервация шкур посолом способствует лучшему выходу жира и применение ее целесообразно для облегчения режима прессования и для равномерности работы перерабатывающих установок;

4) верхний слой предварительно посоленной шкуры кашалота целесообразно прессовать на гидравлических прессах при давлении не выше 30 кг/см² и при выдержке под давлением максимально 15 мин.;

5) пласты верхнего слоя шкуры кашалота с содержанием жира в них меньше 10% прессованию подвергать не целесообразно. Их надо направлять непосредственно на выделку кожевенных товаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Н. Д., Оборудование жиродобывающих производств, Пищепромиздат, 1943.
2. Знаменский Г. М., Некоторые уточнения теории промышленной фильтрации, Труды технологического института пищевой промышленности, вып. 6, 1947.
3. Касаткин А. Г., Основные процессы и аппараты химической технологии, Госхимиздат, 1950.
4. Колчев В. В., Технология рыбных продуктов под ред. Ф. С. Касаткина, Пищепромиздат, 1940.
5. Куликов П. И., Производство кормовых и технических продуктов в рыбной промышленности, Пищепромиздат, 1949.
6. Лейбензон Л. С., Движение природных жидкостей и газов в пористой среде, Гостехиздат, 1947.
7. Майзель М. М., Квяткевич И. К. и Пин Л. Г., Машины и аппараты кожевенного и мехового производства, Гизлегпром, 1950.

8. Нагурский А. В., Жоховский В. К., Аппаратура маслопрессового производства, Снабтехиздат, 1932.

9. Пелеев А. Н., Технологическое оборудование мясокомбината, Пищепромиздат, 1950.

10. Полубаринова-Кочина П. Я. и Фалькович С. В., Теория фильтрации жидкостей в пористых средах, Прикладная математика и механика, т. XI, № 6, Москва, 1947.

11. Семендяев К. Е., Эмпирические формулы, Гостехтеоретиздат, 1933.

12. Шелкачев В. Н. и Лапук Б. Б., Подземная гидравлика, Гостоптехиздат, 1949.

13. Шпанов Н. В., Фильтры непрерывного действия, Машгиз, 1949.

14. Яковлев К. П., Математическая обработка результатов измерений, Гостехтеоретиздат, 1950.

**Замеченные опечатки в книге „Труды ВНИРО, том XXII
„Механизация процессов добычи и обработки рыбы“**

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
36	14 снизу	Рыбонасосная	Тузлукомониторная
39	15 снизу	$H = \frac{7(432)^2}{852} = 1,9 \text{ м.}$	$H = 7 \left(\frac{432}{852} \right)^2 = 1,9 \text{ м.}$
40	11 сверху	$H = 7 \frac{(730)^2}{852} = 5,15 \text{ м.}$	$H = 7 \left(\frac{730}{852} \right)^2 = 5,15 \text{ м.}$
43	16 снизу	испортиться.	повредиться.
55	20 снизу	11.	11d.
63	4 снизу	для члена a (рис. 16):	для члена a :
63	2 снизу	для члена b (рис. 17):	для члена b :
64	15 снизу	$(c_1 \frac{dp'}{dp})$	$(c, \frac{dp'}{dp})$
68	13 снизу	$\gamma_b \gamma_p$	γ_b и γ_p
68	12 снизу	$a_b^1 a_p$	a_b и a_p
69	9 сверху	рис. 22	рис. 20
69	26 сверху	(рис. 7)	(рис. 17)
69	27 сверху	(рис. 20)	(рис. 18)
69	29 сверху	(рис. 19 и 20)	(рис. 19 и 21)
69	14 снизу	$(Q_p \text{ бх мм}^3/\text{час})$	$(Q_p \text{ м}^3/\text{час})$
69	13 снизу	Как видно из этих графиков (рис. 18),	Как видно из этих графиков,
70	8 сверху	на рис. 25	на рис. 23
85	8 снизу	600 кг/см.	600 кг. см.
85	5 снизу	20 кг/см.	20 кг. см.
85	1 снизу	1270 кг/см.	1270 кг. см.