

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗИМНЕГО ХОЛОДА В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кандидат технических наук Г. С. Конокотин
Ленинградское отделение ВНИРО

В сохранении качества рыбы холод играет очень большую роль. Получение высококачественных рыбных продуктов обеспечивается широким внедрением холода во все стадии производственного процесса, начиная с момента вылова рыбы и кончая выпуском готовой продукции.

Несмотря на значительное строительство машинных холодильников рыбная промышленность еще полностью не обеспечена холодильной площадью. Поэтому, если позволяют климатические условия, нужно более широко использовать в рыбной промышленности естественный холод, аккумулированный зимой.

Использование льда

Использование естественного льда для сохранения свежей рыбы помогает рыбообрабатывающим предприятиям транспортировать рыбу на дальние расстояния без понижения ее качества. Несмотря на то, что лед для сохранения рыбы в ряде районов применяется давно, основные закономерности охлаждения и хранения рыбы во льду полностью не изучены.

В рыбной промышленности до сих пор существует ошибочное представление о процессе охлаждения рыбы; например, для быстрого охлаждения рыбы во льду считается необходимым повышение температуры окружающего воздуха в целях обеспечения быстрого таяния льда. Считают вполне достаточным для охлаждения и хранения рыбы перед обработкой насыпать на верхние ряды рыбы в ящиках лед до 10—15% от веса рыбы и хранить ее в неохлаждаемых помещениях несколько часов.

Проведенными нами в 1948 г. работами установлено, что температура окружающего воздуха не влияет на скорость охлаждения рыбы, уложенной в лед, а отражается на скорости таяния последнего. Начальная температура рыбы также в небольшой степени влияет на продолжительность охлаждения.

На скорость охлаждения рыбы большое влияние оказывает способ укладки ее в лед. Быстрое охлаждение рыбы возможно только в том случае, если она со всех сторон окружена мелким льдом. Непосредственный контакт между льдом и рыбой при пересыпке ее льдом может иметь место только там, где куски льда соприкасаются с поверхностью рыбы; в остальных точках охлаждение происходит за счет воздуха или воды от таяния льда.

В начале охлаждения, рыбы вследствие значительного перепада температуры, лед тает очень быстро; поверхность соприкосновения между рыбой и льдом увеличивается, постепенно исчезает угловатость кусков льда. По мере уменьшения разности температур рыбы и льда скорость охлаждения уменьшается.

При охлаждении рыбы дробленным льдом используется только часть

скрытой теплоты плавления льда; вода, полученная от таяния льда, является промежуточным звеном при охлаждении рыбы льдом. Процесс охлаждения рыбы льдом идет неравномерно, и скорость охлаждения зависит от того, какой из трех факторов охлаждения (контакт рыбы со льдом, контакт с водой от таяния льда, конвекция охлаждаемого воздуха) играет преобладающую роль.

Мелкие куски льда меньше деформируют рыбу и не наносят ее поверхности тех повреждений, которые наблюдаются при использовании крупных кусков льда. Установлено, что при укладке рыбы в лед оптимальная величина кусков льда должна быть около $1 \times 1 \times 1$ см. При уменьшении размеров кусков повышается плотность укладки льда, но дробление льда на куски меньше 1 см в поперечнике дает незначительное увеличение плотности. При очень высокой степени дробления плотность льда будет приближаться к плотности снега.

При укладке рыбы в лед соотношение льда к весу рыбы следует брать в зависимости от назначения рыбы. Если рыба предназначена для длительного хранения или перевозки (несколько суток), то расход холода при упаковке будет складываться из расхода на охлаждение рыбы и на поддержание в ней температуры 0° . Чем больше льда остается для достижения второй цели, тем дольше может сохраняться рыба в доброкачественном состоянии.

Расход холода при упаковке рыбы в лед можно подсчитать по следующей формуле:

$$Q = g C_p (t_1 - t_2),$$

где: Q — расход холода, в ккал/кг;

g — вес рыбы, в кг;

C_p — теплоемкость рыбы;

t_1 — начальная температура рыбы;

t_2 — конечная температура рыбы.

На охлаждение рыбы с 20 до 0° по подсчетам требуется льда в количестве 20% от веса рыбы. Но продолжительность охлаждения зависит от соотношения взятого льда к весу рыбы. При 25% -ном соотношении льда к рыбе продолжительность охлаждения вдвое больше, чем при 50% -ном, а при увеличении количества льда до 75% продолжительность охлаждения уменьшается еще более, так как обеспечивается более полный и равномерный контакт между льдом и рыбой, с одной стороны, и рыбой и водой от таяния льда, с другой. Процесс охлаждения значительно ускоряется при увеличении соотношения между льдом и рыбой с 75 до 100% , увеличение же соотношения до 200% и выше очень незначительно уменьшает продолжительность охлаждения, но увеличивает длительность хранения [4].

Для охлаждения рыбы льда нужно брать не менее 50% от веса рыбы, так как при меньшем количестве льда не вся поверхность рыбы будет покрыта дробленным льдом и процесс охлаждения будет продолжительным.

Продолжительное охлаждение такой нежной рыбы как килька или салака, снижает ее качество, причем процесс снижения качества рыбы идет быстрее, чем охлаждение. Поэтому при охлаждении кильки и салаки необходимо брать дробленого льда по отношению к весу рыбы не менее 50% .

Продолжительность хранения охлажденной рыбы зависит не только от скорости охлаждения, но и от температуры окружающей среды во время хранения; она будет тем больше, чем медленнее тает лед. Сроки хранения свежей рыбы во льду можно увеличить, применяя изотермические сосуды и вагоны при транспортировке рыбы и при стационарном хранении изотермические склады, в которых температура воздуха может поддерживаться не выше 0° .

Ледяные склады

Ледяные склады системы лауреата Сталинской премии М. М. Крылова являются наиболее простыми и общедоступными. При строительстве их могут быть использованы вода, лед и местные теплоизоляционные материалы (опилки, торф, мох, шлак и др.).

Ледяные склады представляют собой сводчатую конструкцию из льда. В плане эта конструкция имеет прямоугольную форму. Ледяной склад состоит из трех основных частей, различающихся по своей конструкции, назначению и материалу, из которого строится каждая из этих частей.

Основной частью ледяного склада является ледяной массив, внутри которого устроены коридор и камеры для хранения пищевых продуктов. Ледяной массив защищен от действия тепла в летнее время теплоизоляционным укрытием.

В торцовой части склада расположен тамбур, предохраняющий склад от проникновения тепла при погрузочно-разгрузочных операциях в теплое время года и служащий для охлаждения склада зимой.

Ледяной массив, в свою очередь, состоит из нескольких частей, конструктивно отличающихся одна от другой.

Ледяной пол должен быть толщиной не менее 0,7—1 м. В летнее время года, чтобы понизить температуру воздуха в складе, пол «срабатывают» путем присаливания его технической поваренной солью. Кроме того, лед с пола скалывают и закладывают его в деревянные решетчатые карманы, пересыпая солью для дополнительного охлаждения помещения склада.

Ледяные стены имеют несколько необычную толщину: продольные стены — 2 м, торцовые и внутренние, разделяющие камеры одну от другой, — 3 м. Такая толщина стен принята потому, что они несут основную нагрузку сводов и всего перекрытия с теплоизоляционным укрытием, а также потому, что лед аккумулирует при зимних морозах большое количество холода, обеспечивающего возможность поддерживать устойчивый температурный режим в складе.

Коридор обычно устраивают в средней части ледяного массива. Ширина его должна быть не менее 4 и не более 5 м, что обеспечивает удобство погрузки и выгрузки рыбных грузов из камер, а также сортировки и формирования партий груза перед отправкой для реализации.

Камеры для хранения грузов обычно устраивают внутри ледяного склада по обеим сторонам центрального коридора.

В коридоре и в камерах имеется ледяное перекрытие в виде цилиндрического свода толщиной в ключе 1,5—2 м. Круглый свод имеет преимущество по сравнению с другими формами перекрытия. При круглом своде получается наибольший объем помещения при наименьшей внутренней поверхности. Это обстоятельство важно для складирования рыбных грузов и уменьшает в летний период теплопритоки через ограждающие поверхности на единицу площади.

Круглый свод является наиболее устойчивым при неравномерных осадках и перекосах и лучше сохраняет свои очертания сравнительно с другими. Эмпирическое соотношение между толщиной свода в ключе и его пролетом для каменных, кирпичных круглых сводов берется обычно от $\frac{1}{30}$ до $\frac{1}{25}$. Для ледомерзлотных сводов, имея в виду меньшую прочность, пластичность материалов, запас на оттаивание и неравномерные осадки, целесообразно соотношение $\frac{1}{5}$. Для более распространенных пролетов в 4—5 м нужно иметь толщину ледяного свода в ключе не менее 1 м; для пролетов свыше 5—6 м — более 2 м.

Ледомерзлотные своды с пролетами более 6 м необходимо специально рассчитывать, гарантируя постоянно низкую температуру и учитывая длительность и характер нагрузок.

Цилиндрический бесшарнирный свод ледяных камер рассчитывают по эмпирической формуле Шварца, широко применяющейся для каменных сводов, по которой определяется толщина свода в ключе в зависимости от размеров и прочности материалов.

Приводим формулу Шварца:

$$D = 0,2 + \frac{1 \cdot g \cdot l}{2 \cdot \sigma \cdot f},$$

где: D — толщина свода в ключе, равная 1,5—2 м;

g — вес полусвода, включая вес укрытия и полезную нагрузку на 1 м глубины свода, в т;

l — пролет свода по его оси, в м;

σ — допустимое напряжение материала свода в кг/см²; для пресного льда плотностью не менее 0,8—0,9 $\sigma = 2$ кг/см², для мерзлого грунта $\sigma = 3$ —4 кг/см², для снежистого льда $\sigma = 0,5$ кг/см²;

f — стрела свода, в м.

Подставляя соответствующие значения в формулу Шварца, можем определить толщину ледяного свода в ключе в метрах.

В практике строительства ширину камер принимают не более 4—5 м (чтобы не увеличивать напряжение сводов), а толщину сводов — 1,5—2 м. Температура воздуха у сводов при эксплуатации всегда бывает выше вследствие скапливания более теплого воздуха в самой верхней точке склада.

Временное сопротивление льда на изгиб уменьшается, если температура его приближается к нулю. Чем больше пролет ледяной арки между опорами, тем меньше временное сопротивление льда изгибу.

Высоту камер устраивают не менее 3 м, так как в этом случае будет создаваться лучший теплообмен воздуха.

Длина камер в ледяном складе принята не более 6—7 м, так как большая длина камер ухудшает условия эксплуатации и создает затруднения естественной вентиляции зимой при холодозарядке камер.

Подробное описание устройства ледяных складов приведено в специальной литературе [5, 7], поэтому здесь мы излагаем лишь основные принципы, принятые при строительстве.

Принцип устройства ледяных складов

Лед и мерзлые грунты являются довольно прочными строительными материалами. Особенно они прочны, если имеют большую толщину и находятся при температуре значительно ниже нуля.

В отличие от общепотребительных материалов лед и мерзлые грунты могут сохранять свою прочность только при температуре ниже нуля. С наступлением теплого времени, а также при оттепелях, лед и мерзлые грунты оттаивают и разрушаются. Однако с этим можно бороться, если предохранить лед и мерзлые грунты от таяния посредством таких мало-теплопроводных материалов, как котельный шлак, торф, мох и др., и поддерживать в льдомерзлотной конструкции отрицательную температуру. Тогда можно будет сохранить прочность льда и мерзлого грунта и использовать их как строительные материалы.

Из опыта заготовки льда известно, что при хорошей изоляции бунты могут сохраняться в течение нескольких лет, оттаивая за лето очень незначительно. Если изоляция бунта увлажнена и заморожена и за летний период не успевает оттаять, то лед в этом случае под укрытием сохраняется полностью.

Прочность льда как кристаллического тела определяется не только прочностью отдельных чистых и однородных кристаллов, но главным

образом характером сцепления их между собой. Если вода содержит минеральные соли, то между кристаллами льда обычно находится раствор, который замерзает и тает при температуре ниже нуля. Количество незамерзшей воды или раствора во льду сильно влияет на его прочность и теплоемкость.

Нами установлено, что морской лед гораздо слабее пресного речного, поскольку между кристаллами льда находится раствор минеральных солей, но теплоемкость его увеличивается вследствие использования скрытой теплоты плавления замороженных растворов ниже нуля.

По лабораторным данным [11], временное сопротивление сжатию чистого льда составляет 20 кг/см^2 , причем при раздавливании он имеет стеклообразный излом. При более низкой температуре лед имеет сравнительно высокое сопротивление сжатию и оно при минус 47° достигает 37 кг/см^2 . Замороженные грунты имеют большее сопротивление, чем чистый лед. С увеличением содержания воды в грунте прочность замороженного грунта увеличивается. Вода, превращенная в лед, играет роль цементирующего вещества. Однако это положение правильно только до известного предела — до полного насыщения грунта водой. За этим пределом грунт будет представлять собой материал с преобладанием в нем воды. Так как прочность льда относительно не велика, то при дальнейшем увеличении содержания воды прочность замороженного грунта будет уменьшаться.

Результаты испытания льда и замороженного грунта лабораторией грунтов Ленинградского института инженеров коммунального строительства (ЛИИКС) [12] показывают, что временное сопротивление сжатию образца замороженного песка достигает максимального значения 135 кг/см^2 при содержании воды $19,2\%$. При дальнейшем увеличении воды временное сопротивление сжатию замороженного песка уменьшается.

То же самое можно сказать и относительно глинистых грунтов. Нами установлено, что с увеличением воды в глине прочность замороженного грунта растет и достигает максимума 50 кг/см^2 при содержании воды 13% . При дальнейшем увеличении воды временное сопротивление сжатию глины снижается. Так, при 20% -ном содержании воды временное сопротивление равно 45 кг/см^2 , при 30% -ном — 32 кг/см^2 , при 35% -ном — 30 кг/см^2 .

Из приведенных данных видно, что временное сопротивление сжатию льда и особенно замороженного грунта сравнительно высокое, в пределах соответствующих ряду строительных материалов. Допускаемое напряжение кирпичной кладки на цементном растворе — 13 кг/см^2 , на известковом растворе — 8 кг/см^2 [3].

Ледяную и ледомерзлотную конструкцию нельзя рассчитывать на длительно действующие растягивающие напряжения, имея в виду пластичность льда и температурные деформации. Временное сопротивление растяжению льда составляет $7\text{—}8 \text{ кг/см}^2$.

Исследования сопротивления замороженных грунтов на разрыв при температуре ниже нуля показывают, что песок, насыщенный водой, при температуре минус 12° оказывает сопротивление разрыву до 40 кг/см^2 , при избытке воды — до 30 кг/см^2 ; при уменьшении содержания воды ниже состояния насыщения, сопротивление падает до 25 кг/см^2 . Сопротивление льда на разрыв колеблется от 5 до 7 кг/см^2 . Допускаемое сопротивление на разрыв в строительных конструкциях составляет: для сосны (вдоль волокон) — до 110 кг/см^2 , дуба — до 160 кг/см^2 . Следовательно, сопротивление льда на разрыв значительно меньше, чем у некоторых строительных материалов. Замороженные грунты оказывают сопротивление на разрыв больше, чем лед. Лед, армированный деревом, или лед с добавлением опилок и пульпы, полученный при намораживании, имеет

значительно большее сопротивление на разрыв, чем замороженные грунты.

Из приведенных цифровых данных видно, что сопротивление льда на растяжение и на изгиб значительно ниже допускаемого сопротивления замороженного грунта и дерева. Поэтому при строительстве ледяных складов и принята сводчатая конструкция коридора и камер, чтобы не допускать длительно действующих растягивающих напряжений льда в перекрытиях.

Лед обладает большой способностью, не разрушаясь, изменять свою форму. Высокогорные ледники движутся в долинах подобно рекам, полностью приспособляясь к форме долины. При внезапном изменении формы лед трескается и разламывается, но если затем куски льда лежат продолжительное время рядом, они снова смерзаются. При давлении куски льда смерзаются быстрее. Такое явление мы наблюдали при строительстве ледяных складов в 1948—1950 гг. [5], когда блоки льда, небрежно уложенные рядом на стенах или сводах, быстро смерзались и превращались в сплошной монолит. Ледяная конструкция после смерзания отвечает всем требованиям строительной техники.

Постройка складов и других помещений из льда и мерзлого грунта не является новым делом. Давно известны случаи, когда при различных подземных работах искусственно замораживали грунт для того, чтобы он был прочен и не обваливался.

Способ естественного замораживания грунтов применялся в Сибири золотоискателями в тех случаях, когда золотоносный пласт уходил под русло рек, ручьев или под заболоченную местность. Известны также случаи устройства подземных складов в грунтах вечной мерзлоты. Мерзлые грунты держатся в шахтах и подземных сооружениях без подпорок и без опалубки.

Однако склады из льда и мерзлого грунта нужно не только построить, но и обеспечить в них температуру ниже нуля на весь период времени, чтобы можно было хранить в них охлажденные и неохлажденные продукты. Кроме того, надо по возможности предотвратить попадание в склад теплого наружного воздуха, который разрушает ледяную конструкцию. Для этого внутри ледяных складов устраивается система ледосолевого охлаждения, при помощи которого в них поддерживается сравнительно постоянный температурный режим при эксплуатации.

Изотермические свойства ледяных складов

Нашими исследованиями установлено, что температурный режим в ледяных складах исключительно устойчив при температуре минус 1—2°. Такая устойчивость получается в результате действия ледяного массива, который в зимний период аккумулирует большое количество холода (объемная теплоемкость льда, по последним данным, составляет от 500 до 2400 ккал/°С м³).

Средняя температура воздуха внутри ледяных складов поддерживается круглый год постоянная (—1°, —2°), если склады зимой не открывать на холодоразрядку. Зимой эта температура держится в ледяных складах, примерно, до февраля месяца, без каких-либо особых мероприятий, пока не промерзнет влажное талое укрытие. Поэтому на Крайнем Севере и в Сибири ледяные склады могут служить как сравнительно теплые помещения зимой для сохранения рыбных грузов от промерзания.

В Сибири до сих пор большую часть рыбопродуктов хранят под наветрами; при хранении во время сильных морозов происходит замерзание тканей рыбы ниже криогидратной точки, а при повышении температуры наружного воздуха — частичное оттаивание. Такое хранение соленых рыбопродуктов приводит к снижению их вкусовых и питательных качеств.

Весною при размораживании получают дополнительные потери в весе соленых рыботоров, которые, по данным ВНИРО, составляют 20—22%.

Изотермичность ледяных складов имеет весьма важное значение для сохранения рыбных продуктов. Длительно-устойчивую температуру около минус 1°, какую мы наблюдали в ледяных складах, трудно получить даже в самых совершенных машинных холодильниках. В последних при колебаниях температуры воздуха (на 5—6°) и сравнительно высокой относительной влажности имеет место выпадение конденсата — росы, которая оседает в виде инея на стенах здания, приборах охлаждения и охлажденных продуктах.

Оседание конденсата на продуктах способствует развитию плесеней и бактерий. Кроме того, колебание температуры воздуха приводит к изменениям гидрофильности коллоидной системы и, следовательно, вызывает потерю в весе и снижение качества продукта. Соленые же тузлучные рыботоры даже запрещено хранить в камерах машинных холодильников, так как вытекающий из бочек тузлук портит изоляцию.

Ледяные склады позволяют снизить потери ценной продукции и заготовлять малосольные полуфабрикаты для презервов и холодного копчения. Имея ледяные склады, можно создать резервы рыбной продукции и полуфабрикатов для бесперебойной работы рыбоконсервных предприятий.

Изучение условий хранения рыбы и рыбных продуктов в ледяных складах

В 1950 г. Ленинградским отделением ВНИРО была проведена работа по изучению условий хранения рыбы и рыбных продуктов в ледяных складах. Такую работу необходимо было провести для того, чтобы проверить возможность хранения в ледяных складах рыбных продуктов, так как многие работники рыбной промышленности считали, что: 1) ледяные склады, состоящие целиком из льда, имеют повышенную влажность воздуха, вредную при хранении некоторых рыбных продуктов, и 2) условия хранения в них (температура, относительная влажность) будут способствовать быстрому росту плесеней и порче продукта (особенно копченых рыбных товаров).

Опытные работы по изучению условий хранения рыбы и рыбных продуктов проводились в ледяных складах треста Ленрыба в Ручьях и на Невском рыбозаводе.

Для изучения условий хранения была взята свежая рыба (салака, корюшка и мелкий частик), соленая рыба (лещ соленый без тузлуков, сельдь соленая в ящиках), рыба холодного копчения (лещ, морской окунь) и рыба горячего копчения (треска и салака). Отбор опытной продукции для хранения производился в присутствии Госрыбинспектора и товароведа Главрыбсбыта в складах, расположенных на рыбном комбинате.

Характеристика продукции, отобранной на хранение

Лещ соленый, неразделанный (в незаливной таре) I сорта, крепкого посола производства Волго-Каспийского треста. Дата уборки соленого леща в тару 23 апреля 1950 г., дата отгрузки в Ленинград 5 мая и дата прибытия в Ленинград 12 мая. С 12 до 26 мая (отбор рыбы на хранение) бочки с соленой рыбой находились на открытой площадке Ленрыбкомбината. Следовательно, соленая рыба в бочках находилась в ненадлежащих условиях 13 дней.

Сельдь астраханская соленая, неразделанная, средней солености, в ящиках. Дата уборки сельди в тару 20 апреля 1950 г., дата

отгрузки в Ленинград 5 мая и прибытия в Ленинград 12 мая 1950 г. До постановки опыта сельдь хранили на Ленрыбкомбинате в охлаждаемых камерах при температуре воздуха 0—1°. При осмотре сельди установлено, что поверхность рыбы местами пожелтела, подкожный жир окислился; консистенция рыбы плотная, запах нормальный селедочный; наружные повреждения незначительны. По всем признакам сельдь по ГОСТ № 815-41 принадлежит ко II сорту.

Лещ холодного копчения первого сорта, отборный, неразделанный. Рыба наружных повреждений не имела, брюшко целое, плотное, поверхность рыбы темнозолотистого цвета, незначительная сбистость чешуи. Рыба упакована в деревянные ящики с отверстиями для вентиляции; дата выработки 23 мая 1950 г. До постановки опыта рыба 2 дня хранилась в неохлаждаемом складе базы Главрыбсбыта.

Балык — морской окунь холодного копчения первого сорта. Поверхность рыбы сухая, цвет покрова рыбы темнозолотистый, механических повреждений нет. Консистенция мяса плотная, запах копчености без сырости. Балыки упакованы в деревянные ящики с отверстиями в торцовых сторонах ящиков. Дата выработки балыков 23 мая 1950 г. До отбора проб рыба хранилась 2 дня в неохлаждаемом складе базы Главрыбсбыта.

Треска горячего копчения первого сорта. Цвет рыбы темнозолотистый. Рыба упакована в деревянные ящики с отверстиями на торцовых сторонах. Пробы для анализа отобраны в день выработки 26 мая 1950 г.

Салака горячего копчения первого сорта была выработана в день постановки опыта на Ручьевском рыбоприемном пункте треста Ленрыба. Рыба упакована в деревянные решетчатые ящики с прокладкой под крышкой и на дне одного слоя оберточной бумаги.

В течение июня и июля в ледяные склады периодически ставили на хранение свежую рыбу — салаку, корюшку и мелкую частичковую рыбу.

Опытное хранение рыбы в ледяных складах

В ледяном складе Невского рыбозавода мы хранили свежую рыбу, соленую рыбу и рыбу холодного и горячего копчения, в ледяном складе Ручьевского консервного завода — свежую рыбу и копченую салаку.

Опытные штабели в ледяных складах были размещены у задней стены 4-й камеры (рис. 1—2) в менее благоприятных условиях, чем заводская рыбная продукция, которая хранилась в этой камере ближе к охлаждающим приборам.

Такой выбор местоположения опытных штабелей был обусловлен желанием предохранить самопишущие приборы (термографы и гигрографы), расположенные рядом со штабелем, от всяких повреждений, связанных с погрузочно-разгрузочными операциями (поломка, сотрясение и др.).

Контроль режима хранения в ледяных складах осуществлялся нами при помощи термографов и гигрографов, которые были установлены на специальной подставке у опытных штабелей на высоте 1,5 м от пола. Приборы еженедельно проверяли при помощи ртутных термометров и психрометра Асмана по принятой в холодильной технике методике [10]. Ленты на приборах меняли через каждые 7 суток и данные регистрировали в специальном журнале с пометкой числа и времени установки на обороте ленты.

Еженедельно проверяли также качество рыбной продукции и отбирали пробы на анализы. Отбор проб производился по ОСТ № 28 НКРП.

Сроки хранения. Сроки хранения рыбных продуктов в ледяных складах мы установили такие же, как и для хранения в машинных

холодильниках. В настоящее время нет инструкций по хранению рыбы и рыбных продуктов в ледяных складах. Ввиду этого нам пришлось пользоваться инструкциями по хранению рыбных продуктов в камерах машинных холодильников.

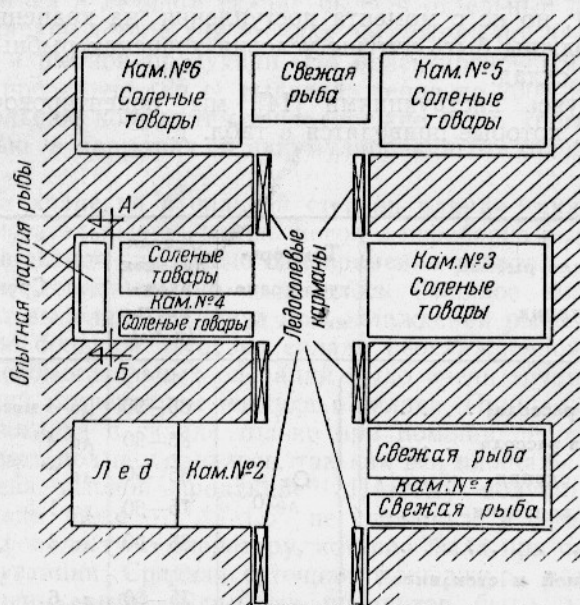


Рис. 1 План расположения опытного груза в ледяном складе.

В задачу нашей работы входило не только изучить условия хранения рыбы и рыбных продуктов в ледяных складах, но и установить допустимые сроки хранения. Допустимыми сроками хранения мы считаем такие сроки, после превышения которых в рыбе и рыбных продуктах (и прежде

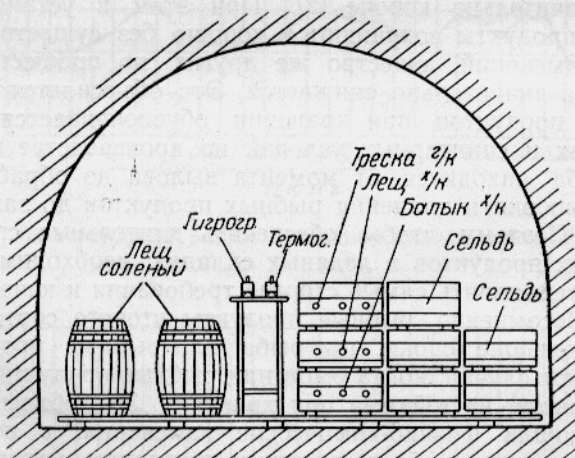


Рис. 2. Разрез камеры.

всего в жировой ткани) появляются посторонние привкус и запах, цвет и внешний вид рыбы значительно ухудшаются, и тем самым снижается качество продукта. К концу допустимого срока хранения рыба и рыбные продукты не должны иметь посторонних привкусов и запахов, хотя естественный их вкус и аромат несколько ослаблены, наблюдается также

незначительное высыхание поверхности и изменение окраски. По нашему мнению, такое ограничение допустимого срока хранения правильно.

Допустимые сроки хранения рыбы и рыбных продуктов должны исчисляться с момента их выпуска с производства (посол, охлаждение, копчение и др.), но не с момента поступления на хранение в ледяные склады, т. е. должны быть учтены условия хранения рыбных товаров до поступления на склад.

Руководствуясь инструкциями [14], мы ориентировочно приняли сроки хранения, которые приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Наименование рыбной продукции	Темпера- тура хране- ния (в °С)	Относи- тельная влаж- ность (в %)	Сроки хранения
Рыба соленая без рассола	От -2 до 0°	85—90	до 4 месяцев
Сельдь соленая без рассола		85—90	до 4 "
Рыба холодного копчения		85—90	до 2 "
Балыки холодного копчения		75—80	до 1,5 "
Презервы в бочках		85—90	до 6 "
Презервы в жестяной и стеклянной таре	От -1 до +1°	75—80	до 6 "
Рыба горячего копчения		75—80	до 4 суток

Для трески горячего копчения мы нашли возможным удлинить срок хранения до 10 дней, а для салаки горячего копчения — до 30 дней.

Известно, что сроки хранения рыбных продуктов на холодильниках в среднем значительно короче [2]. При этом в установленный срок одни рыбные продукты сохраняются хорошо без существенных физико-химических изменений, качество же других по прошествии меньшего срока хранения значительно снижается. Это объясняется тем, что стойкость рыбных продуктов при хранении обуславливается соблюдением технологических и санитарных условий на производстве и тех условий, в которых рыба находится от момента вылова до обработки, от условий транспортировки и хранения рыбных продуктов до загрузки в склад на хранение. Поэтому, чтобы обеспечить длительные сроки хранения рыбы и рыбных продуктов в ледяных складах, необходимо при приемке на хранение предъявлять самые строгие требования к качеству поступающего груза. Несомненно, рыбные продукты второго сорта сохраняются значительно меньшие сроки, чем рыба или рыбные продукты первого сорта, но бывают случаи, когда рыба или рыбные продукты первого сорта также оказываются нестойкими при хранении. Это объясняется тем, что в рыбе произошли физико-химические изменения, в первую очередь в жировой ткани, хотя рыба по внешним признакам и органолептическим показателям еще соответствует первому сорту. Такая рыба при хранении быстро снижается в качестве вследствие колебания температуры воздуха.

Режим хранения. Температура и относительная влажность воздуха в ледяных складах зависят от условий эксплуатации, степени загрузки склада продукцией и от характера грузов. Ледяной склад на Невском рыбозаводе, где хранилась основная масса опытной продукции, весь летний сезон был заполнен на 75% соленой продукцией и на 25%

свежей рыбой. Свежая рыба поступала в неохлажденном состоянии и хранилась, до отправки потребителю, кратковременно (3—5 дней).

Соленую и свежую рыбу загружали в ледяной склад в неохлажденном состоянии и в больших количествах в течение дня. Следовательно, тепловая нагрузка в ледяном складе была в отдельные дни очень большой: так, в жаркие летние дни в склад загружали по 20—25 т неохлажденной рыбы и рыбной продукции. По ориентировочным подсчетам неохлажденная продукция (25 т) выделяла тепла до 200—250 тысяч калорий. Такое большое количество тепла должно было «погашаться» ледосолевой смесью в карманах и аккумулированным холодом в ледяном массиве.

На режим хранения в сильной степени влияли также проводимые заводом вспомогательные операции: посол и переборка рыбы, сортировка. В виду этого в складе ежедневно одновременно работало много рабочих. Следовательно, дополнительно выделялось большое количество тепла (около 30% от выделяемого тепла при охлаждении рыбы).

Вследствие большой загрузки склада неохлажденной продукцией и проводимых вспомогательных операций было очень трудно добиться постоянной низкой температуры воздуха в складе. Пришлось регулировать температуру воздуха в складе только при помощи ледосолевых карманов. Присаливать пол не удавалось, так как вся площадь пола постоянно была загружена рыбной продукцией. Поэтому получить температуру воздуха в складе ниже -1° , $-1,5^{\circ}$ не удавалось, и самопишущие приборы регистрировали ту температуру, которая была при описанном выше способе эксплуатации. Средняя суточная температура воздуха в складе во время хранения рыбы и рыбных продуктов была в пределах -1° (у опытного штабеля).

Колебание температуры воздуха в складе в течение суток было не больше, чем на 1° (рис. 3, 4, 5, 6, 7). Такой температурный режим можно

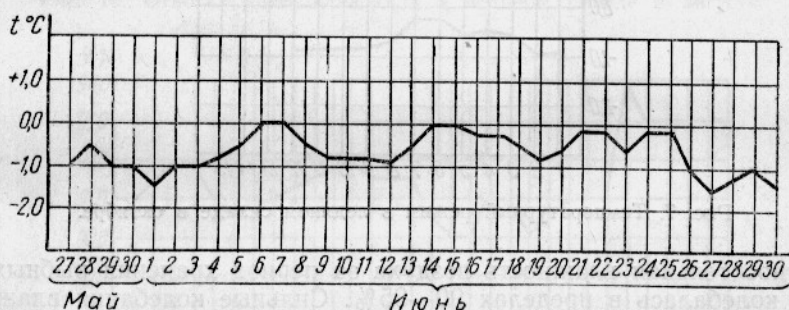


Рис. 3. Температурный режим в ледяном складе в мае—июне.

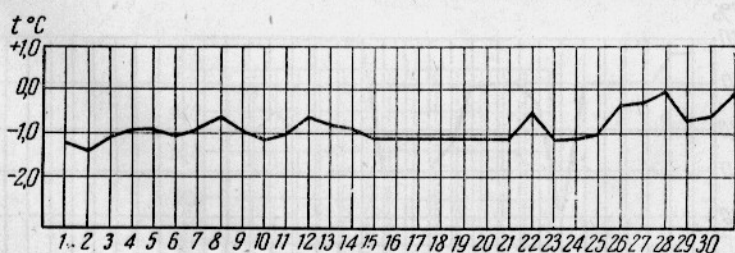


Рис. 4. Температурный режим в ледяном складе в июле.

считать удовлетворительным для свежей рыбы и незамороженных рыбных продуктов. В инструкциях по хранению незамороженных рыбных

продуктов указано [8], что оптимальная температура воздуха должна быть от минус 2 до 0°, в среднем минус 1°.

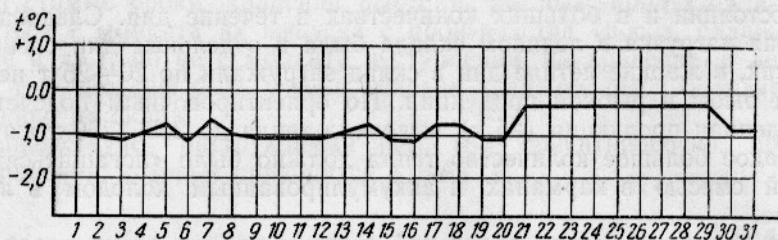


Рис. 5. Температурный режим в ледяном складе в августе.

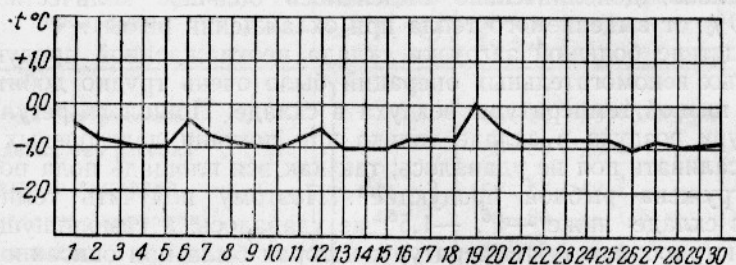


Рис. 6. Температурный режим в ледяном складе в сентябре.

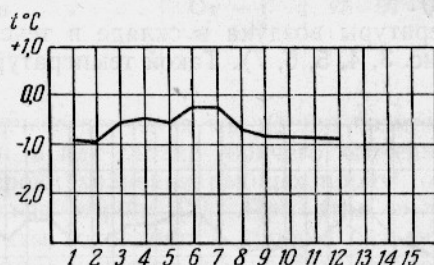


Рис. 7. Температурный режим в ледяном складе в октябре.

Относительная влажность воздуха за период хранения рыбных продуктов колебалась в пределах 90—95%. Сильные колебания влажности наблюдались при больших длительных погрузочно-разгрузочных работах (рис. 8, 9, 10, 11, 12). Чтобы загрузить в склад 25 т рыбы или рыбной

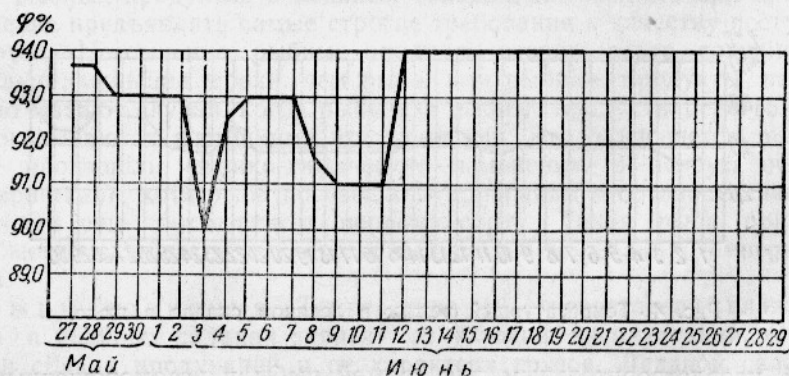


Рис. 8. Относительная влажность в ледяном складе в мае—июне.

продукции, необходимо не менее 100 раз открыть и закрыть двери на 10—20 секунд (при одном открывании). Следовательно, во время загруз-

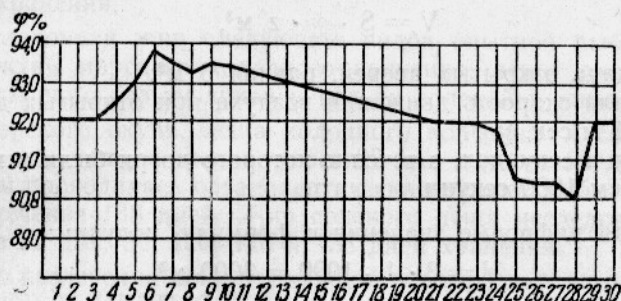


Рис. 9. Относительная влажность в ледяном складе в июле.

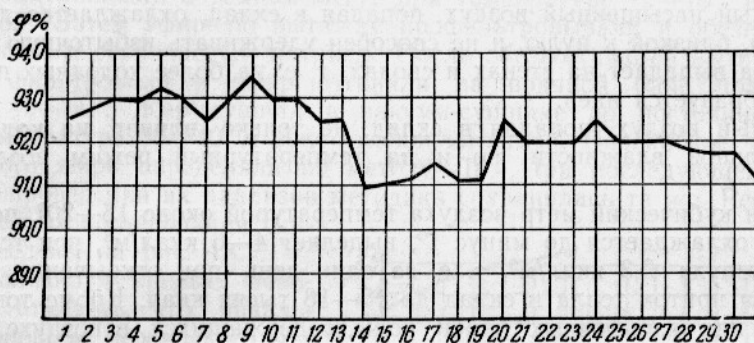


Рис. 10. Относительная влажность в ледяном складе в августе.

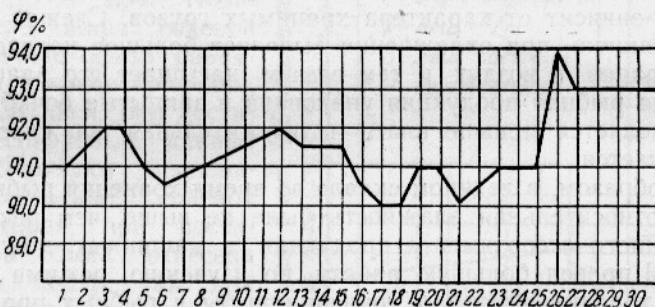


Рис. 11. Относительная влажность в ледяном складе в сентябре.

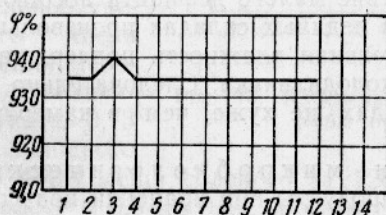


Рис. 12. Относительная влажность в ледяном складе в октябре.

ки или выгрузки 25 т рыбной продукции двери бывают открыты в общей сложности не менее 1000—2000 секунд. За это время, по нашим подсче-

там, в склад поступит теплого воздуха извне не менее 3000 м³. Поступление наружного воздуха в склад при открывании дверей можно подсчитать по формуле:

$$V = S \cdot \omega \cdot z \text{ м}^3,$$

где: S — площадь открытых дверей, равная 3 м²;

ω — средняя скорость движения воздуха при открытых дверях, равная 1 м/сек. [5];

z — время в секундах, в течение которого двери были открыты, принимаем 1000 секунд.

Подставляя цифровые значения в формулу, получим:

$$V = 3 \cdot 1 \cdot 1000 = 3000 \text{ м}^3.$$

Это значит, что пока загрузят в склад 25 т рыбной продукции, произойдет обмен воздуха, не менее трех объемов в течение дня.

Теплый насыщенный воздух, попадая в склад, охлаждается до температуры, близкой к нулю, и не способен удерживать избыточную влагу. Эта влага выпадает на стенах и сводах, т. е. на более холодных поверхностях образуется иней.

Теплый воздух, попадая в склад, не только влияет на колебание относительной влажности, но и на температурный режим воздуха в складе.

Один кубический метр воздуха температурой около 15—20°, попадая в склад, охлаждается до минус 1°, выделяет 4—6 ккал/м³, при теплоемкости воздуха 0,3 ккал/м³, т. е. за один день при открывании дверей получится приток тепла в склад до 15—18 тысяч ккал. Кроме того, для превращения избыточных паров воды, содержащихся в воздухе, в лед потребуется дополнительно тепла около 25 тысяч ккал. Для превращения 1 кг паров воды в лед требуется отнять 675 ккал [8].

Изменение относительной влажности воздуха в складе в значительной степени зависит от характера хранимых грузов. Свежая рыба, упакованная в ящики, при охлаждении выделяет большое количество тепла и водяных паров в воздух и тем самым насыщает его влагой. В том случае, когда рыбная продукция упакована в закрытые бочки, при охлаждении выделяется меньше влаги и относительная влажность воздуха мало повышается.

Таким образом, в ледяном складе во время хранения рыбы и рыбной продукции относительная влажность была не выше, чем рекомендованная для данного ассортимента продукции в машинных холодильниках. Озолинг [13] провел большую работу по изучению режима в камерах машинного холодильника при хранении рыбы и рыбных продуктов. Им установлено, что в машинном холодильнике относительная влажность воздуха колебалась от 87 до 99%.

Усушка рыбы и рыбной продукции при хранении в ледяных складах незначительная, вследствие малого дефицита абсолютной влажности воздуха. Таким образом, в ледяных складах произвольно, без специального регулирования, относительная влажность поддерживается не выше, чем в камерах машинного холодильника. Следовательно, и условия хранения рыбы в ледяных складах не хуже, чем в камерах машинного холодильника.

Химические и микробиологические исследования. Рыба и рыбные продукты при хранении подвергаются воздействию воздуха. Если имеется доступ воздуха, кислород его будет действовать на жиры и они начнут прогоркать. В большинстве рыбных продуктов наименее стойкой при хранении в холоде является жировая ткань; именно ее изменения вызывают наибольшее ухудшение качества продукции. Одним из характерных продуктов окисления жиров являются перекиси.

Образование перекисей предшествует появлению альдегидов и кетонов, а также оксикислот и частично продуктов полимеризации [9]. Перекисное число мы приняли как показатель качественного состояния жира в рыбе в процессе хранения.

Мы исследовали жир следующих видов опытной рыбы в процессе хранения: окуня морского холодного копчения, леща холодного копчения, леща соленого без тузлуков и сельди соленой в ящиках.

Жир морского окуня, леща холодного копчения и сельди соленой исследовали в начале хранения, через 22 дня и через 58 дней. Одновременно с этим проводилась органолептическая оценка рыбы. Соленый лещ хранили в течение 138 дней. Жир соленого леща исследовали в начале опыта, через 22 дня, 58, 100, 120 и 138 дней хранения.

С целью извлечения жира из каждой опытной партии рыбы отбирали пробу по ОСТ 28 НКРП СССР, рыбу разделявали и два раза пропускали через мясорубку. Фарш заливали 4—5 объемами серного эфира и смесь выдерживали в темном месте при температуре 12—15° в течение 48 часов. Затем эфирную вытяжку профильтровывали и обезвоживали прокаленным сернистым натрием. После обезвоживания вытяжку вторично фильтровали и эфир отгоняли на водяной бане при температуре 40—50°. Жир сушили в вакуум-сушилке до постоянного веса при температуре 30—40° в токе углекислого газа. Перекисное число полученного жира определяли по методу Ли. При последующем взятии проб и проведении их анализов методика сохранялась та же. Результаты химического исследования жира приведены на рис. 13.

Анализируя кривые, необходимо отметить, что начальные величины перекисного числа жира рыбы сильно отличались одна от другой и колебались от 0,13 до 2,34. Перекисное число жира соленой сельди в начале опыта равнялось 2,34, а в конце хранения, т. е. через 58 дней, оно достигло 2,58. Цифровые данные ярко характеризуют первоначальное состояние соленой сельди, которая при постановке опыта была отнесена ко второму сорту, так как имела пожелтевшую поверхность рыбы и подкожное окисление жира.

В процессе хранения наблюдалось незначительное увеличение перекисного числа жира: к концу хранения перекисное число жира увеличилось у морского окуня с 0,13 до 0,39 и у леща холодного копчения с 0,34 до 0,46; у леща соленого за 120 дней хранения перекисное число увеличилось с 0,5 до 0,69, а через 138 дней достигло 1,3.

Результаты исследования жира тесно сочетаются с органолептическими показателями качества рыбы. Вся продукция в конце установленного срока хранения была сдана для реализации без понижения качества.

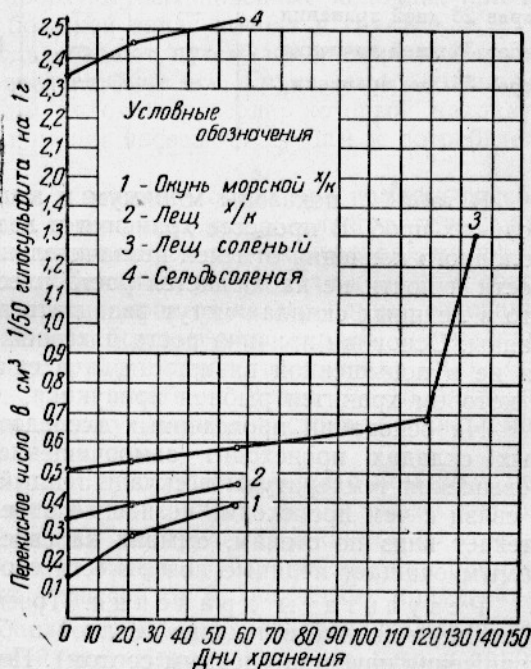


Рис. 13. Изменение перекисного числа жира рыбы при хранении.

Для исследования обсемененности рыбы и рыбной продукции бактериями и плесеньями и учета их роста в процессе хранения в ледяных складах проводились бактериологические исследования рыбы горячего и холодного копчения по общепринятой методике. В табл. 2 приведены цифровые данные роста бактерий и плесеней на рыбе в процессе хранения в ледяных складах.

Таблица 2

Результаты микробиологического анализа рыбы при хранении

Срок отбора пробы	Треска горячего копчения		Морской окунь холодного копчения		Салака горячего копчения	
	Число бактерий на поверхности 1 см ² кожи	Число плесеней на поверхности 1 см ² кожи	Число бактерий на поверхности 1 см ² кожи	Число плесеней на поверхности 1 см ² кожи	Число бактерий на поверхности 1 см ² кожи	Число плесеней на поверхности 1 см ² кожи
Исходный продукт	13—128	0—2	2—40	0—3	1—4	0
Через 9 дней хранения . .	19—61	0—14	2—16	0—2	—	—
Через 17 дней хранения .	—	—	—	—	5—47	0—3
Через 22 дня хранения . .	—	—	56—446	0	—	—
Через 28 дней хранения .	—	—	—	—	27—296	0
Через 38 дней хранения .	—	—	17—146	0—17	—	—
Через 54 дня хранения . .	—	—	6—32	0	—	—

В табл. 2 показаны минимум и максимум обсемененности параллельных проб. В процессе хранения в ледяных складах рыбы горячего и холодного копчения отмечен незначительный рост бактерий на ее поверхности и почти не наблюдается роста плесеней. Следовательно, опасения, что в ледяных складах могут развиваться бактерии и плесени, необоснованны. Основная причина роста плесеней при хранении рыбы заключается не в повышенной влажности, а в санитарном состоянии помещения, в котором хранится рыбная продукция, и в температурном режиме.

На основании проведенных исследований установлено, что в ледяных складах происходит самоочищение стен и сводов. В результате повышения температуры в складе теплый воздух скапливается у сводов, в связи с чем происходит незначительное подтаивание льда. Талая вода стекает вниз по стенам, смывая на своем пути все загрязнения, и тем самым очищает ледяные поверхности сооружения.

Результаты хранения. Треска горячего копчения хранилась в ледяном складе в течение 10 дней и была сдана для реализации без понижения качества (первым сортом). Перед реализацией треска подвергалась отоплению в тамбуре до температуры 8—10°. Продукцию горячего копчения после хранения на холоде необходимо отеплять для того, чтобы она не отпотевала с поверхности при перенесении ее из помещения с низкой температурой в условия более высокой температуры. Отпотевание рыбы с поверхности происходит вследствие разности температуры тела рыбы и окружающей среды. Теплый воздух, соприкасаясь с холодной поверхностью рыбы, охлаждается и отдает избыточную влагу, которая оседает на рыбе.

Лещ холодного копчения, морской окунь холодного копчения и сельдь соленая в ящиках после 58-дневного хранения, а лещ соленый

после 138-дневного хранения, были сданы для реализации также без снижения качества.

Салака горячего копчения после 30 дней хранения в ледяном складе была сдана в консервный цех Ручьевского консервного завода для приготовления из нее консервов типа «Шпроты в масле». Салака была предварительно отеплена до 10°.

«Шпроты в масле», приготовленные из копченой салаки, которая хранилась 30 дней в ледяном складе, при дегустации оказались не хуже, чем шпроты, приготовленные из копченой салаки этой же партии сразу после копчения. Следовательно, салаку горячего копчения можно хранить в ледяных складах в охлажденном состоянии не менее 30 дней. Это позволит создать резервы полуфабрикатов для консервных заводов и удлинить сезон их работы.

В результате проведенного опыта хранения рыбы и рыбной продукции в ледяных складах установлено, что в них можно хранить без понижения качества свежую рыбу от 5 до 15 дней, соленую рыбу в рассоле — до 8 месяцев, соленую рыбу без рассола — до 4 месяцев, рыбу холодного копчения — до 2 месяцев, рыбу горячего копчения — от 10 до 30 дней и презервы в банках — до 6 месяцев.

Аккумуляция зимнего холода под землей

В районах, где уровень грунтовых вод находится сравнительно далеко от поверхности земли, используют обыкновенные колодцы, при помощи которых можно создать большой запас холода в грунте.

Запасы естественного холода создают путем замораживания грунта радиально вокруг колодца по всей глубине его. Грунт замораживают за счет охлажденного естественным холодом рассола, который находится в колодце и циркулирует при помощи насоса по трубам к потребителю холода и зимой к градишне.

Схема замораживания грунта в колодце холода при помощи рассола приведена на рис. 14. Устройство такого колодца довольно просто. Колодец роют на глубину 20—25 м с укреплением стенок деревянным срубом или при помощи бетонных и железобетонных колец. Над колодцем сооружают деревянную градишню, которая опирается на деревянное основание. Градишню устраивают из деревянных брусков или жердей, скрепленных по два взаимно перпендикулярных ряда с просветами между ними. Градишня может быть высотой 2—3 м и иметь не менее 10—15 рядов настила из жердей с просветами между ними для стока охлаждаемого рассола.

Циркуляция охлаждаемого рассола осуществляется с помощью центробежного насоса, установленного на поверхности земли около колодца. Насос забирает охлаждаемый рассол по трубе, опускаемой в колодец с рассолом на всю его глубину. На конец трубы надевается приемный клапан с сеткой, которая очищает рассол от механических примесей.

Насос по напорной трубе подает рассол в распределительный коллектор, установленный в верхней части градишни, а из него в трубки орошения, на штуцерах которых имеются форсунки для распыления охлаждаемого рассола. Охлаждаемый рассол разбрызгивается из форсунок и стекает с первого ряда настила градишни на все последующие, при чем охлаждается за счет конвекционных и ветровых потоков воздуха в морозную погоду.

Рассол, охлажденный на градишне в зимнее время, попадая в колодец, обеспечивает охлаждение и промерзание прилегающего вокруг колодца грунта. Суммарная холодоёмкость колодца холода складывается из холодоёмкости рассола и замороженного грунта вокруг колодца (на всю его глубину). В течение 1200—1500 часов можно аккумулировать хо-

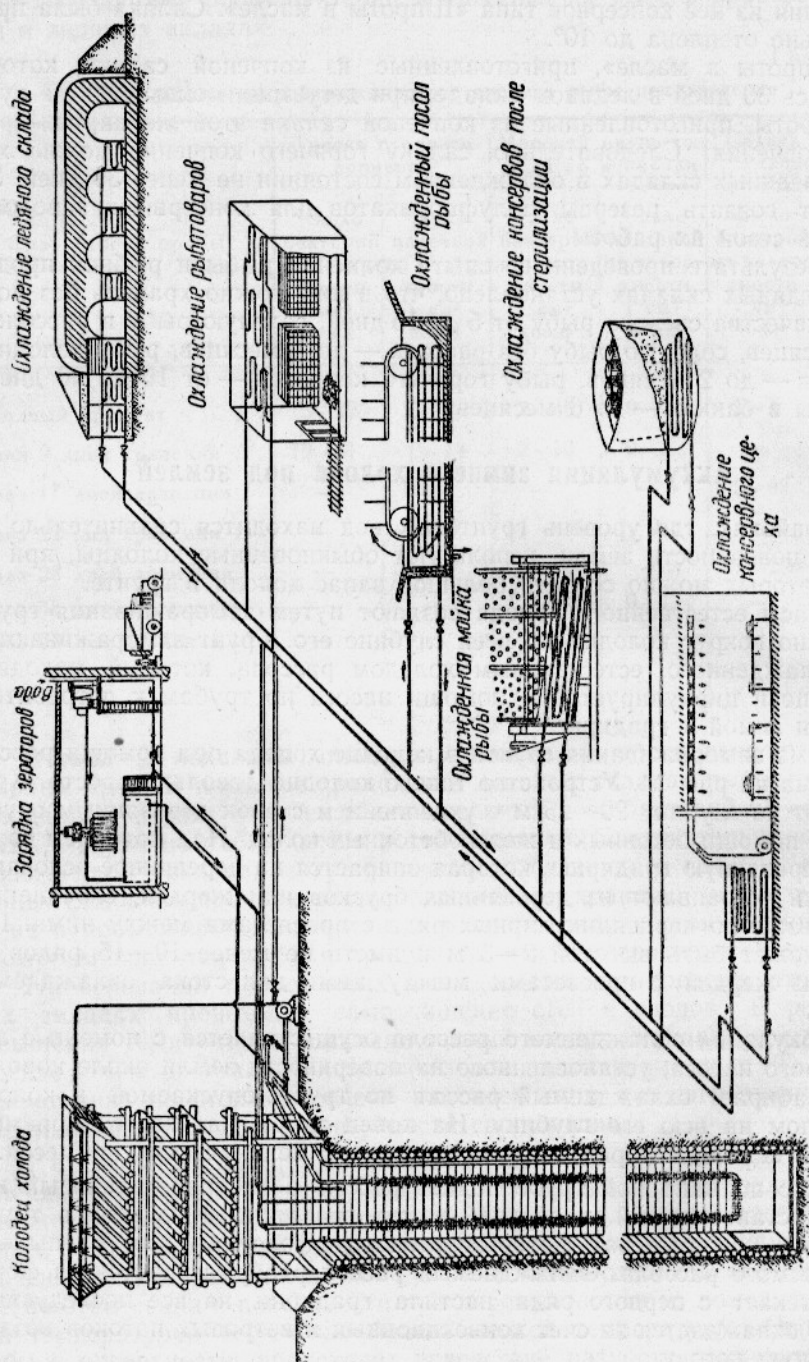


Рис. 14. Схема использования естественного холода в рыбной промышленности.

лода в одном колодце (с прилегающим замороженным грунтом) около 500 млн. ккалорий.

При морозах ниже минус 20° из рассола будет образовываться соленый лед, который следует удалять с градири, ударяя по ее углам. Этот лед будет падать в колодец и плавиться в рассоле.

Заключение

Чтобы обеспечить выпуск высококачественной рыбной продукции, необходимо создать непрерывную холодильную цепь, начиная с момента вылова рыбы и кончая выпуском готовой продукции.

Особенно необходима холодильная цепь на рыбоконсервных предприятиях, где основным сырьем для выработки шпрот и сардин служит такая нежная рыба, как килька и салака. Осуществить непрерывную холодильную цепь на рыбообрабатывающих предприятиях возможно при наличии больших запасов холода в колодцах холода.

Предлагаемая схема использования естественного холода при создании непрерывной холодильной цепи на рыбоконсервном производстве дана на рис. 14.

Для сохранения свежей рыбы в местах лова можно использовать морскую воду, охлажденную ледосоляной смесью, или с помощью машинной установки. Рыбу, охлажденную немедленно после вылова, можно несколько суток хранить до обработки в охлаждаемых помещениях или в ледяных складах.

Запасы холода из колодцев холода можно использовать для охлаждения воздуха в ледяных складах путем передачи рассола с низкой температурой по трубопроводам. Таким путем в ледяных складах можно поддерживать температуру воздуха в пределах минус 8—10° и сохранять в них мороженую рыбу как резерв для рыбоконсервных предприятий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ванков С. Н., Технический справочник, часть 1, ОНТИ, 1938.
2. Касаткин Ф. С., Технология рыбных продуктов, Пищепромиздат, 1940.
3. Комаров Н. С., Холод, Пищепромиздат, М., 1950.
4. Конокотин Г. С., Охлаждение салаки-сырца льдом при приемке в море, «Рыбное хозяйство», № 7, 1949.
5. Конокотин Г. С., Строительство и эксплуатация ледяных складов системы М. М. Крылова в рыбной промышленности, Пищепромиздат, 1951.
6. Конокотин Г. С., Опыт постройки ледяного склада системы Крылова для хранения рыбы, «Рыбное хозяйство», № 12, 1949.
7. Конокотин Г. С., Использовать опыт строительства ледяных складов, «Рыбное хозяйство», № 7, 1950.
8. Лыков А. В., Теория сушки, Госэнергоиздат, 1950.
9. Петров К. П., Химические и физические изменения в жирах рыб и морских млекопитающих в связи с окислением и прогорканием их при хранении, «Труды ВНИРО», т. VI, 1937.
10. Рютов Д. Г., Озолинг В. Х., Лобзин П. П. и Алексеев П. А., Хранение пищевых продуктов на холодильниках, Пищепромиздат, 1939.
11. Трупаков Н. Г., Замораживание грунтов в строительной индустрии, Стройиздат, 1948.
12. Сборник. Лабораторные исследования механических свойств мерзлых грунтов, Изд-во Академии наук СССР, 1935.
13. Сборник работ лаборатории холодильной технологии «Замораживание и хранение мяса и рыбы», Пищепромиздат, 1941.
14. Сборник инструкций. Технология хранения скоропортящихся продуктов на холодильниках, Пищепромиздат, 1947.