

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ МОРОЗИЛОК НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

А. Б. БАРСЕЛЬ

За последние несколько лет в рыбообрабатывающей промышленности появилось много аппаратов различного типа для замораживания рыбы.

В основном это непрерывно действующие конвейерные морозилки, в которых блоки рыбы замораживаются в воздушной среде внутри морозильных камер. Некоторые аппараты построены по принципу плиточно-контактных агрегатов, и совсем редко встречаются аппараты, основанные на контактных методах замораживания.

Непрерывно действующие аппараты рассчитаны, как правило, на заморозку рыбы толщиной 60—90 мм в рыбные блоки весом 10—20 кг. Замораживание продолжается 3—4 ч, температура в толще рыбы достигает -18°C . Производительность этих аппаратов составляет 20—25 т в сутки при работе 22—23 ч в сутки.

Рассмотрим аппараты АСМА, ГКА-2 и Гипрорыбпрома, которые при приблизительно равной производительности имеют много сходных конструктивных элементов.

АСМА. Морозильная камера АСМА (рис. 1) состоит из воздухоохладителя с вентилятором и тоннеля с грузовым конвейером, обеспечивающим передвижение блок-форм с рыбой в процессе заморозки.

Рыба из моечной машины подается в бункерные весы, затем в распределительный бункер, откуда высыпается в блок-формы, которые поднимаются грузовым конвейером и через верхний проем в стенке аппарата подаются в морозильную камеру.

На операции загрузки занято двое рабочих, которые разравнивают рыбу, поступившую в блок-формы и закрепляют на них крышки.

Блок-формы имеют две пары роликов. Одна из осей с роликами соединена с грузовыми цепями, вторая — свободно перемещается по направляющим. Конвейерная часть аппарата имеет металлический каркас, приводные и направляющие звездочки и две параллельно движущиеся грузовые цепи. Шаг цепи 60 мм. Цепи через каждые 660 мм скреплены с блок-формами. Скорость движения конвейера 0,0105 м/сек. Суммарная длина цепи — 114 м. Привод конвейера осуществляется от электродвигателя мощностью 4,5 квт через двухступенчатый червячный редуктор и цепную передачу и от общего вала распределен на все 16 рядов конвейера. Внутри морозильной камеры блок-формы движутся по последовательно опускающимся ветвям, сохраняя горизонтальное положение при переходе с верхних на нижние ветви. На нижней ветви блок-формы

переворачиваются, выходят из морозильной камеры днищем вверх и подводятся под нагреватель. Для гарантии выпадения блока на приемный транспортер в этот момент одновременно с перевертыванием блок-форм в опрокидывателе и подогревом они ударяются о направляющие. Блок рыбы выпадает на приемный транспортер и поступает на механическую глазировку. Глазированный блок по транспортеру направляется на упаковку, а затем на хранение. На упаковке рыбы занято двое рабочих.

Двухъярусный, двухсекционный воздухоохладитель затопленного типа выполнен из цельнотянутых стальных труб с пластинчатыми ребрами; переменный шаг ребер — 20, 15 и 10 мм.

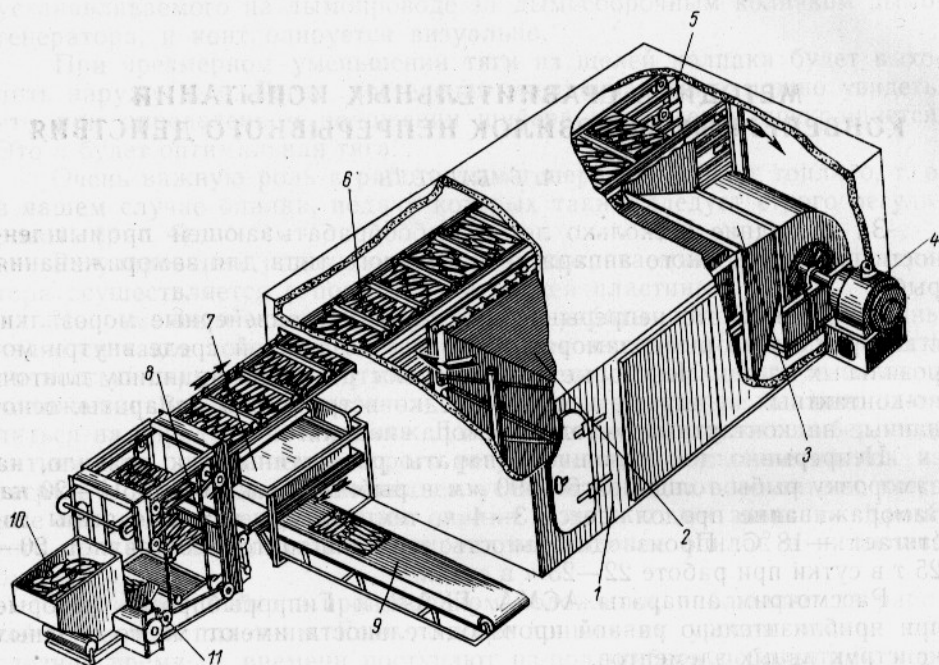


Рис. 1. Аппарат для замораживания рыбы АСМА:

1 — термоизолированная камера, 2 — охлаждающие батареи, 3 — вентилятор, 4 — электродвигатель вентилятора, 5 — грузовой конвейер, 6 — блок-форма с рыбой, 7 — глазировочный аппарат, 8 — элеватор для подъема блок-форм на верхнюю ветвь конвейера, 9 — приемный транспортер, 10 — бункерные весы, 11 — распределительный бункер.

Поверхность теплообмена воздухоохладителя равна 1950 м^2 , а холодопроизводительность — $150\,000 \text{ ккал/ч}$.

Для продольного направления воздушного потока имеются съемные листы, установленные с обеих сторон конвейера и одной стороны воздухоохладителя. Движение холодного воздуха создается центробежным вентилятором с двухсторонним всасыванием, который приводится выносным электродвигателем мощностью 42 кВт . Средняя температура воздуха в камере -33° , при температуре кипения аммиака -40° . Действительное количество циркулирующего воздуха равно $75\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Скорость движения воздуха возле замораживаемого продукта составляет $7-8 \text{ м/сек}$. Величина перепада температуры воздуха при входе в аппарат и на выходе $4-5^\circ$ (действительная) и 6° — проектная.

Питание воздухоохладителя осуществляется по безнасосной схеме с нижней подачей аммиака отдельно в верхнюю и нижнюю секции. Автоматизация подачи жидкого агента осуществляется прибором ТРВ и настраивается по перегреву паров у отделителя жидкости.

Оттаивание батарей воздухоохладителя осуществляется горячими парами аммиака. Поддон снабжен электрообогревом.

Аппарат ГКА-2. В верхней части морозильного аппарата (рис. 2) находятся грузовой отсек и вентиляторная установка, а в нижней — охлаждающие батареи. По обе стороны грузового отсека в 14 рядов по вертикали расположены направляющие полки, по которым перемещаются каретки с противнями, наполненными рыбой. Рыба в противнях по транспортеру поступает к загрузочному столу, на платформе которого находится каретка, куда вставляются два противня (без крышек).

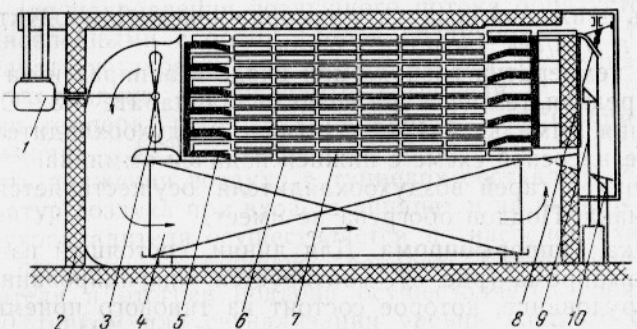


Рис. 2. Аппарат ГКА-2:

1 — электродвигатель вентилятора, 2 — термозолированная камера, 3 — вентилятор, 4 — охлаждающие батареи, 5 — гребенка для продвижения противней, 6 — направляющие полки, 7 — каретка с противнями, 8 — платформа стола, 9 — винты, по которым движется стол, 10 — наклонный неподвижный поупитр.

Стол по винтам автоматически поднимается к загрузочному окну аппарата, заслонка которого автоматически открывается и каретка входит на полки грузового устройства. Каждая каретка совершает зигзагообразный путь сверху вниз по всем полкам с помощью специальных гребенок. Гребенки лежат в плоскостях боковых панелей грузового отсека по две с передней и задней стороны. Они движутся прерывисто и попарно: в то время, когда две передние гребенки отходят вперед и плавно опускают находящиеся на их зубьях каретки с уровня четных на уровень нечетных полок, а затем передвигают их по нечетным полкам назад, две задние гребенки стоят и принимают крайние каретки этих полок на свои зубцы. В следующий полуцикл стоят передние гребенки, а задние движутся, опуская и перемещая каретки по четным полкам вперед.

При движении стола вниз он открывает заслонку нижнего окна, и с нижней полки из камеры на платформу стола выводится каретка с противнями. При дальнейшем опускании стола в рамку каретки входит неподвижный наклонный поупитр, на котором задерживаются противни с замораживаемым продуктом и соскальзывают на приемный транспортер, подающий противни на глазировку и упаковку. Упаковка производится двумя рабочими. Пустая каретка остается на платформе стола и движется вверх для следующей загрузки.

Возвратно-поступательное движение стола, гребенок и реек расщепляющего устройства, которые управляют соединением ползушек с гребенками, обеспечивая их попеременное движение, осуществляется при постоянно включенном электродвигателе мощностью 1 квт при числе оборотов 1410 в минуту.

Воздухоохладитель с интенсивной циркуляцией воздуха (системы Кобулашвили) включает 22 отдельные двухсекционные батареи, разде-

ленные на три группы. Первая группа состоит из трех, вторая из пяти и третья из 14 батарей.

Общая поверхность теплообмена воздухоохладителя составляет 925 м², а его холодопроизводительность — 80 000 ккал/ч.

Стальные цельнотянутые трубы оребрены навивкой из стальной ленты с переменным шагом ребер 30, 20 и 13 мм. Продольное движение воздуха вдоль грузового конвейера в аппарате создается центробежным вентилятором типа Ц4-70, работающим от выносного электродвигателя с установочной мощностью 10 квт. Действительное количество циркулирующего воздуха равно 22 000 м³/ч.

Скорость движения воздуха у замораживаемого продукта — 7 м/сек (расчетная) и 5 м/сек (действительная).

Перепад температур воздуха при входе в аппарат и на выходе достигает 9°. Средняя температура воздуха в аппарате — 32°С при температуре кипения аммиака — 42°С. Питание воздухоохладителя осуществляется по безнасосной схеме с нижней подачей аммиака.

Оттаивание батарей воздухоохладителя осуществляется горячими парами аммиака. Поддон обогрева не имеет.

Морозилка Гипрорыбпрома. Для линии, состоящей из двух аппаратов Гипрорыбпрома (рис. 3), монтируется унифицированное технологическое оборудование, которое состоит из типового приемного и раздаточного транспортеров и машины выдачи блоков. На расфасовочном участке раздаточного транспортера двое рабочих загружают противни рыбой. Рыба в противнях подпрессовывается и они по нижней трассе раздаточного транспортера направляются к разгрузочным люкам аппарата. Пустые противни выходят из машины выдачи блоков по верхней трассе и движутся под загрузку. Приемный транспортер передает противни с замороженными блоками в машину выдачи блоков, где производится перевертывание противней вверх дном, оттайка блоков, выдача их на стол упаковки, мойка пустых противней и перевертывание их вниз дном.

Синхронность движения импульсных транспортеров обеспечивается приводом АО-52-6 — $N=4,5$ квт: $n=950$ об/мин. Привод машины выдачи блоков осуществляется от электродвигателя мощностью 1,7 квт при $n=1410$ об/мин.

Среднюю часть аппарата занимают воздухоохладитель и размещенные одна под другой вентиляторные установки. Слева и справа от них расположены подъемные и спускные лифты левого и правого туннелей, нижние и верхние штанги с толкателями.

Противни с рыбой через два загрузочных люка нижними штангами устанавливаются на полки лифтов (по пять противней на каждой полке). Этими же штангами они сдвигаются с полок спускных лифтов и выталкиваются из аппарата.

Перемещение противней с подъемных лифтов на спускные осуществляется верхними штангами.

Работа аппарата осуществляется автоматически по заданной программе. Вся контрольная аппаратура находится на щите. Для обеспечения синхронности работы подъемных и спускных лифтов установлен один электродвигатель мощностью 1 квт. Верхние и нижние питатели каждого туннеля приводятся от двух электродвигателей мощностью 1 квт каждый. На обслуживании аппарата занято 6 человек: по два человека на операции укладки рыбы в противни, упаковки замороженных блоков и транспортировки их в камеру хранения.

Воздухоохладитель непосредственного испарения состоит из двух батарей (верхней и нижней); каждая разбита на три секции с общей

поверхностью теплообмена 1460 м² и холодопроизводительностью 125 000 ккал/ч. Трубы стальные цельнотянутые. Каждая секция воздухоохладителя состоит из 12 вертикальных испарительных трубок, соединенных 14 горизонтальными, оребренными попарно плоскими ребрами с переменным шагом 20, 15 мм.

Продольное движение воздуха вдоль грузового конвейера создается двумя осевыми двухступенчатыми вентиляторами типа АО-63-6Ф2, работающими от двух выносных электродвигателей мощностью каждый 10 квт. Количество циркулирующего воздуха — 60 000 м³/ч.

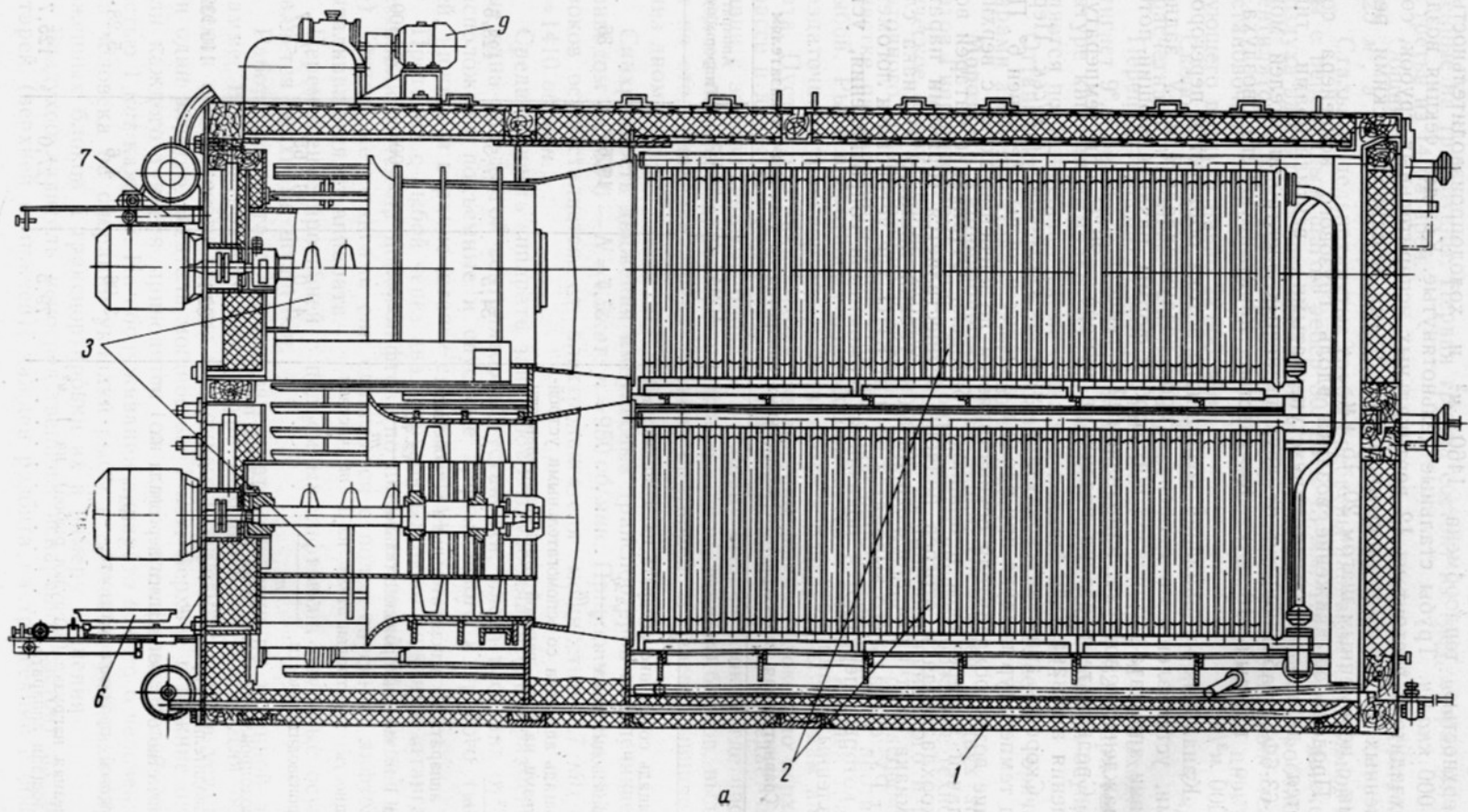
Канал для направления воздушного потока образуется перегородками, установленными с обеих сторон воздухоохладителя. У задней стенки аппарата установлен щит особой формы, раздваивающий поток охлажденного воздуха, направляемый в туннели.

Средняя температура воздуха в камере — 26 °С при температуре кипения аммиака — 40 °С.

Скорость движения воздуха в туннелях составляет 7 м/сек. Перепад температур воздуха при входе в аппарат и на выходе равен 6°. Питание воздухоохладителя осуществляется по насосной схеме с верхней подачей и переливом в нижнюю батарею. Оттаивание батареи воздухоохладителя и обогрев поддона осуществляется горячими парами аммиака. Датчиком для сигнализации уровня жидкого аммиака служит РУ, сигналы его выводятся на щит КИП, где установлен логометр, на который передаются показания термометров сопротивления, установленных в аппарате.

Сравнительная характеристика морозильных аппаратов по удельным показателям

Показатель	АСМА	ГКА-2	Аппарат Гипрорыбпрома
Площадь собственно аппарата на 1 т часовой производительности, $\frac{м^2 \cdot ч}{т}$	37,7	19,6	36
Площадь аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности, $\frac{м^2 \cdot ч}{т}$	54,5	27,5	123,5
Вес аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности, $\frac{кг \cdot ч}{т}$	22 000	23 000	36 400
Мощность электродвигателя на 1 т часовой производительности, $\frac{квт \cdot ч}{т}$	41,0	12,65	25,7
Холодопроизводительность на 1 т часовой производительности, $\frac{квт \cdot ч}{т}$	132 150	91 840	110 132
Количество обслуживающего персонала на 1 т часовой производительности, $\frac{чел \cdot ч}{т}$	3,96	4,6	5,28
Полезная нагрузка (загрузка рыбой) на 1 м ² площади аппарата	79,5	127,0	125,7



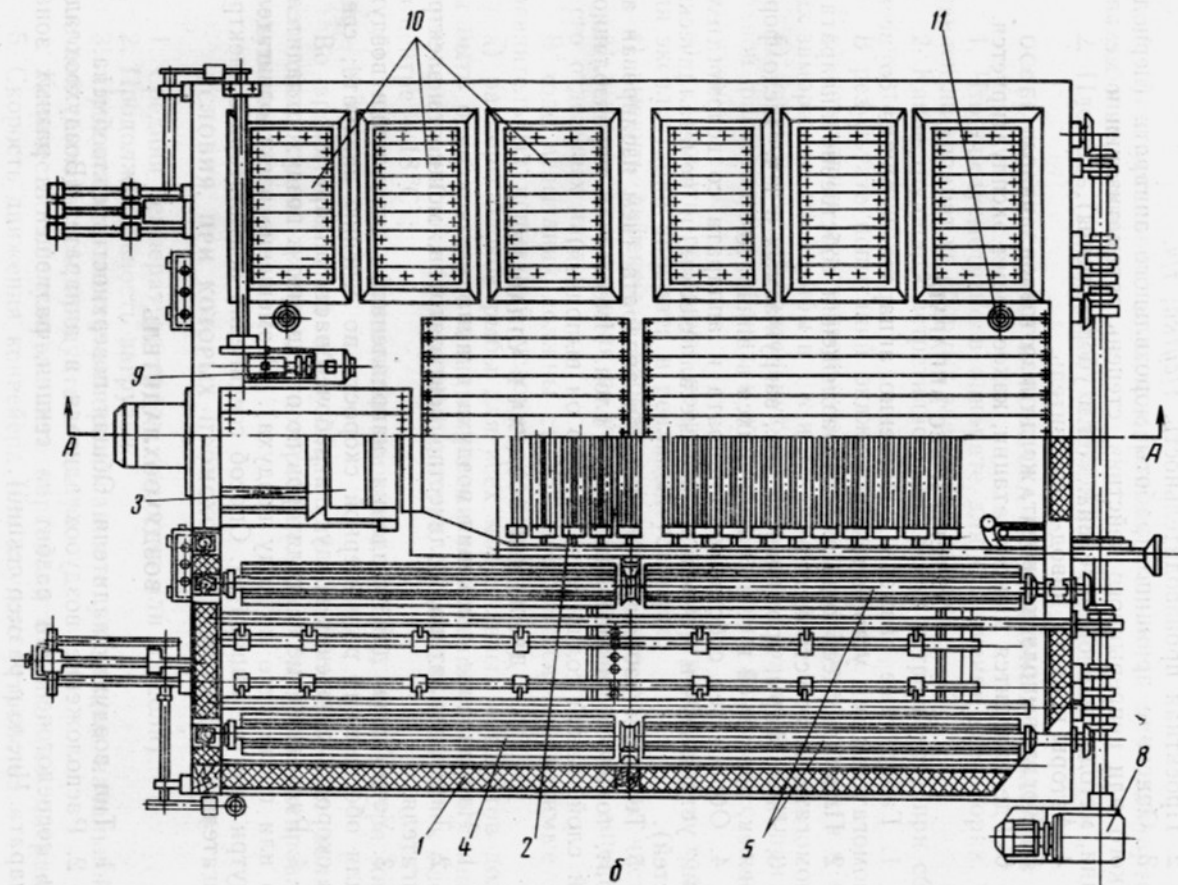


Рис. 3. Морозильный аппарат Гипрорыбпрома: а — разрез по испарителю и вентиляторным установкам; б — план морозильного аппарата:

1 — корпус, 2 — воздухоохладитель, 3 — вентиляторные установки, 4 — подъемные лифты, 5 — спускные лифты, 6 — нижние штанги с толкателями, 7 — верхние штанги с толкателями, 8 — привод лифтов, 9 — привод верхних и нижних штанг левого туннеля, 10 — щиты верхние, 11 — термометр.

Из вышеприведенного описания конструкций трех морозильных аппаратов трудно сделать вывод, какой из них совершеннее и заслуживает предпочтения.

Поэтому следует произвести сравнение этих аппаратов другим способом, например по сопоставлению их удельных показателей.

Сравнительные испытания морозильных аппаратов должны установить, в какой степени удельные показатели (расчетные и проектные) соответствуют фактическим.

Сравнительные описания позволяют получить точные данные по следующим вопросам.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Название аппарата, марка, тип.
2. Проектная производительность, *т/сутки*; *т/ч*.
3. Описание принципов работы морозильного аппарата (периодического или непрерывного действия, степень автоматизации и механизации, методы подачи, передвижения и уборки рыбы).
4. Авторы проекта, завод-изготовитель.
5. Когда выполнен проект, когда изготовлен аппарат.
6. Где находится в эксплуатации, какое время эксплуатируется.

РАЗМЕРЫ И ВЕС АППАРАТА

1. Габаритные размеры собственно аппарата и общие со всеми вспомогательными устройствами.

2. Площадь, необходимая для размещения собственно аппарата и вспомогательных устройств.

3. Число форм, противней и т. п., загружаемых в 1 ч. Число форм, тележек, противней и т. п., находящихся в аппарате.

4. Общий вес собственно аппарата и аппарата со вспомогательными устройствами (отдельно вес металлических и неметаллических частей).

5. Тепловая изоляция поверхности аппарата (чем изолирован аппарат, толщина теплоизоляционного слоя. Имеется ли пароизоляционный слой, какой толщины и из чего он выполнен).

ДВИЖЕНИЕ ВОЗДУХА В АППАРАТЕ

1. Направление движения воздуха в аппарате.

2. Тип вентилятора, количество вентиляторов, мощность электродвигателя.

3. Устройства для создания направленной циркуляции воздуха и для обеспечения равномерной скорости по сечению аппарата; средняя скорость движения воздуха в рабочей части аппарата.

4. Расположение вентиляторов по отношению к воздухоохладителю (до или после него по ходу воздуха). Расположение электродвигателя (внутри или вне аппарата). Способ соединения вентилятора с электродвигателем.

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ

1. Тип воздухоохладителя. Общая поверхность теплообмена.

2. Расположение воздухоохладителя в аппарате. (Воздухоохладитель сосредоточен или разбит на секции, размещен в разных зонах аппарата. Число и размер секций).

3. Вид и размер труб. Вид оребрения. Шаг и размер ребер. Одинаковое оребрение всего воздухоохладителя или различное у отдельных секций. Общий вид секций и конструктивных элементов.

4. Способ подачи жидкого агента в батареи воздухоохладителя. Распределение жидкого агента по секциям воздухоохладителя. Автоматизация подачи жидкого агента в воздухоохладитель.

5. Имеется ли свой отделитель жидкости у аппарата. Организация циркуляции холодильного агента в батареях воздухоохладителя.

6. Как выполнено оттаивание снеговой шубы с батареей воздухоохладителя. (Чем оттаивается снеговая шуба. Если водой, то через какие устройства. Производится ли подогревание поддона и сливной грубы).

ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

1. План установки, ее холодопроизводительность при стандартных или рабочих условиях.

2. Площадь, занимаемая холодильной установкой.

ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ И МОНТАЖА МОРОЗИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

1. Что предусмотрено в аппарате для облегчения его сборки. Составлен ли аппарат из сборных элементов или нет.

2. Какие трудности встретились (или могут встретиться) при сборке и монтаже аппарата.

В результате испытаний окажется возможным:

а) установить действительную производительность аппарата в тоннах замораживаемой рыбы в 1 ч и в 1 сутки;

б) установить действительную потребность в рабочей силе при реальной расстановке рабочих в условиях работы аппарата с полной нагрузкой;

в) установить реальную потребность в электроэнергии и холоде для эксплуатации аппарата в реальных условиях;

г) выявить дефекты в работе аппарата и его отдельных частей;

д) выявить предложения по усовершенствованию работы аппарата и его отдельных частей.

В ходе испытаний должны строго соблюдаться необходимые для сравнительных испытаний условия, а именно:

а) размеры блоков рыбы для всех морозильных аппаратов должны быть одинаковыми с минимальными отклонениями по толщине и длине при весе блока 10 кг и температуре, общей для всех точек блока (в центре -18°C);

б) температура конденсации аммиака $+35^{\circ}\text{C}$, температура кипения -40°C .

Во время испытаний обслуживающий аппарат персонал должен вести специальный журнал, в котором должны быть зафиксированы следующие данные:

УСЛОВИЯ, ПРИ КОТОРЫХ ПРОИСХОДИТ ЗАМОРАЖИВАНИЕ

1. Средняя температура среды (воздуха или рассола).

2. Продолжительность загрузки.

3. Продолжительность замораживания с указанием начальной и конечной температуры продукта в центре.

4. Количество обслуживающего персонала с указанием операций.

5. Скорость движения конвейера или другого устройства.

6. Температура кипения рабочего тела в аппарате непосредственного охлаждения или хладоносителя в аппарате рассольного охлаждения.

7. Равномерность замораживания при различном размещении рыбы в аппарате.

8. Если замораживание производится в пластинчатом аппарате, то указать давление, которое испытывает продукт.

9. Куда направляется и как обрабатывается замороженная рыба (глазировка и упаковка).

ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИЗОШЕДШИЕ С ПРОДУКТОМ

1. Изменение внешнего вида (формы).

2. Изменение веса (усушка).

3. Просаливание (при замораживании в рассоле).

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ

1. Величина перепада температур воздуха при входе в аппарат и на выходе.

2. Объем циркулирующего воздуха в аппарате.

3. Значение скорости воздуха возле продукта в разных сечениях.

4. Если батареи оттаиваются водой, то какое количество воды и с какой температурой подается. Порядок проведения оттаивания. Время, необходимое для проведения оттаивания. Сколько человек одновременно участвует в работе по оттаиванию.

ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

1. Действительные условия работы установки.

2. Как меняется режим работы при изменении загрузки аппарата и в различные сезоны года.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА АППАРАТА

1. Удобен ли аппарат для обслуживания. Какие трудности встречаются при обслуживании.

2. Надежность аппарата и его элементов. Какие элементы и как часто выходят из строя. Какие элементы в аппарате недостаточно надежны.

3. Какие трудности встретились при ремонте аппарата. Насколько доступны для ремонта элементы аппарата, находящиеся внутри него.

При обобщении материалов испытаний должна быть произведена обработка данных и определены следующие удельные показатели аппаратов:

площадь собственно аппарата на 1 т часовой производительности;
площадь аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности;

объем собственно аппарата на 1 т часовой производительности;
объем аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности;

вес собственно аппарата на 1 т часовой производительности;

вес аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности;

установленная мощность собственно двигателей на 1 т часовой производительности;

установленная мощность двигателей аппарата со вспомогательными устройствами на 1 т часовой производительности;
количество израсходованного холода на 1 т часовой производительности;

количество обслуживающего персонала на 1 т часовой производительности.

Сравнительные испытания должны производиться по данной методике под единым руководством таким образом, чтобы были максимально обеспечены одинаковые условия работы аппаратов. С этой целью предполагается организовать испытания в двух районах.

1. В районе бухты Камышевой (Севастополь), где могут быть сосредоточены в береговых условиях три наиболее конкурентноспособных морозильных аппарата:

АСМА, смонтированный на одном из судов типа «Алтаир». Судно может быть пришвартовано к причалу бухты Камышевая и морозильный аппарат может испытываться как береговая установка.

ГКА-2, смонтированный на рыбокомбинате в г. Ялте.

Морозильный аппарат Гипрорыбпрома, смонтированный на рыбном холодильнике в бухте Камышевая.

2. В одном из районов массового лова рыбы, где могут быть сосредоточены все суда с морозильными аппаратами различного типа, в том числе и с АСМА.

Испытания АСМА в береговых условиях и в условиях морского промысла позволит получить данные для сравнения работы морозильных аппаратов в различных температурных условиях и с рыбой разных видов.

В результате сравнительных описаний и испытаний, выполненных по вышеприведенной методике, могут быть получены достаточно объективные показатели работы аппаратов для замораживания рыбы, которые позволят выбрать из существующих установок оптимальные по своей производительности, экономичности и конструктивным особенностям.