

**МДК.01.03. Управление обслуживанием холодильного оборудования
(по отраслям) и контроль за ним**

Тема 5.3. Холодильное технологическое оборудование камер замораживания мяса

1. Камеры с вынужденным движением воздуха
2. Камеры с естественным движением воздуха

Устройства, предназначенные для замораживания пищевых продуктов, выполняются в виде камер и морозильных аппаратов.

На пищевых предприятиях скоропортящиеся продукты замораживают в морозильных аппаратах в расфасованном, а часто и в упакованном виде.

Как правило, в камерах замораживают мясо, которое располагают на подвесных путях или в стоечных поддонах. В камерах замораживания воздух охлаждают с помощью паровых и воздушных холодильных машин.

Холодильное оборудование, которое находится в камерах замораживания мяса мясокомбинатов, состоит из камерных охлаждающих приборов, выполненных в виде батарей и воздухоохладителей.

В зависимости от вида движения воздуха и типа оборудования камеры замораживания мяса могут быть с вынужденным и естественным движением воздуха. Камеры с вынужденным движением воздуха оборудуют одними воздухоохладителями, а иногда и батареями в сочетании с различными системами воздухораспределения, а камеры с естественным движением воздуха — пристенными, потолочными или межрядными радиационными батареями.

В зависимости от организации технологического процесса камеры замораживания могут быть камерами одно- и двухфазного замораживания. В камерах однофазного замораживания замораживаются теплые (парные) полутуши мяса, а двухфазного — туши предварительно охлажденного мяса. При одинаковом конструктивном решении камер одно- и двухфазного замораживания мяса в камерах однофазного замораживания следует предусматривать большую площадь поверхности охлаждающих приборов.

Камеры замораживания мяса могут работать непрерывно или периодически. В камерах туннельного типа, работающих непрерывно, хорошо решается поточность технологического процесса, его автоматизация и программирование. При использовании этих камер на холодильниках могут отсутствовать специальные помещения, предназначенные для накопления мяса, а тепловая нагрузка на холодильное оборудование является равномерной, что в конечном итоге приводит к сокращению как капитальных, так и эксплуатационных затрат.

Конструктивно камеры замораживания мяса могут быть проходными и тупиковыми. В проходных камерах загрузка мясом и его выгрузка производится через специальные дверные проемы, расположенные в торцевых стенах камеры, а в тупиковых — через общий дверной проем.

1. Камеры с вынужденным движением воздуха

Камеры замораживания мяса с вынужденным движением воздуха выполняются в виде камер и туннелей.

Камера однофазного замораживания мяса туннельного типа с продольным движением воздуха представлена на рис.5.39,а. Проходная камера оборудована шестью сухими потолочными воздухоохладителями, расположенными под балками подвесных путей. Каждый воздухоохладитель обслуживается осевым многолопастным вентилятором.

Воздух, выходящий из воздухоохладителей, ударяется о торцовую стенку камеры, теряя часть скоростного (динамического) напора.

Для создания направленного движения воздуха в камере имеется ложный потолок и вертикальные перегородки, которые образуют нагнетательные и всасывающие окна.

Нагнетательные окна находятся у торцовых стен камеры, а всасывающие — в ее центральной части.

Охлажденный в воздухоохладителях воздух направляется в камеру через нагнетательные окна и омывает полутуши мяса, расположенные на подвесных путях, а затем через всасывающие окна поступает к вентиляторам и вновь направляется для охлаждения. Таким образом, воздух в камере движется по двум вертикальным циркуляционным кольцам.

Камеры также оборудуются специальными автоматическими конвейерами, обеспечивающими механизированную загрузку камер мясом и выгрузку мяса из них и непрерывное перемещение полутуш мяса в камере при их замораживании.

Продолжительность однофазного замораживания полутуш мяса при температуре воздуха в камере -30°C и скорости движения воздуха у бедренных частей полутуш $1,8\text{ м/с}$ составляет 22 ч.

Для улучшения воздухораспределения после воздухоохладителей устанавливают направляющие аппараты, обеспечивающие как плавный поворот потока воздуха, так и рациональный обдув бедренных частей замораживаемых полутуш. Продолжительность замораживания мяса в камерах с направляющими аппаратами сократилась на 20—25% за счет увеличения скорости движения воздуха и рационального обдува полутуш.

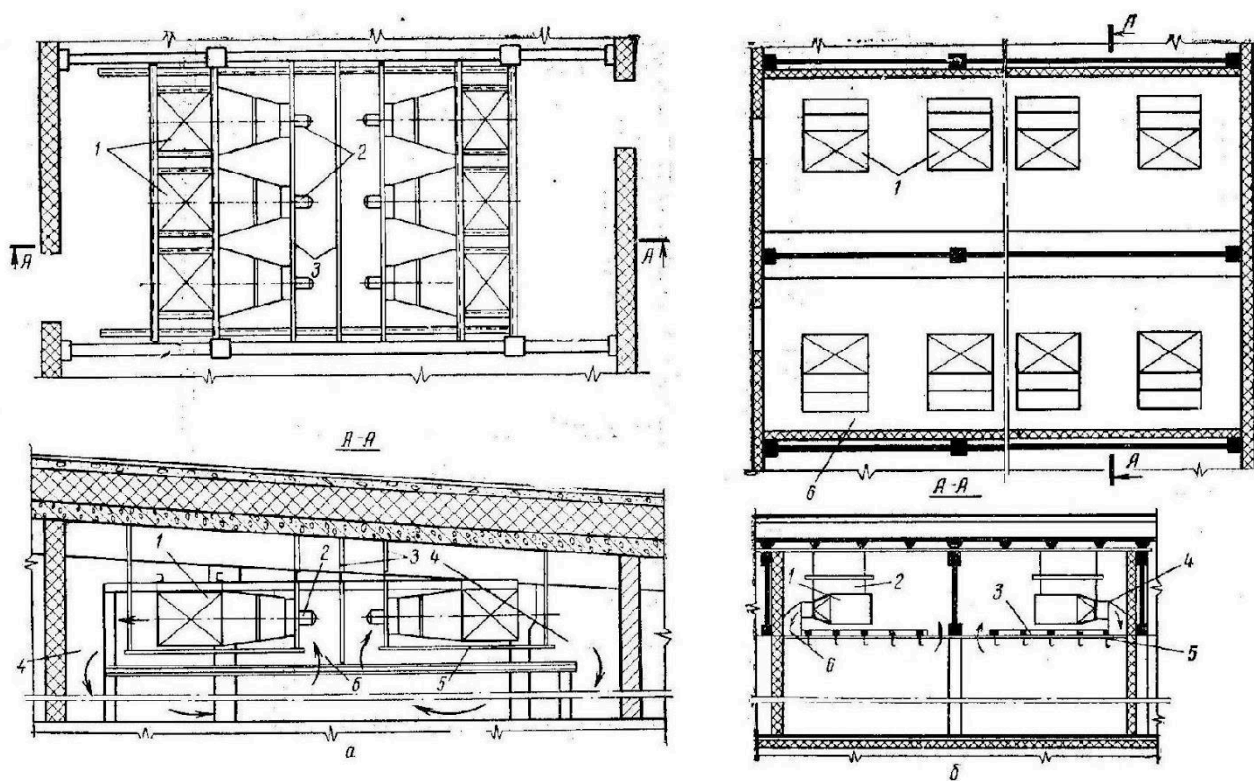


Рисунок 5.39. Камера однофазного замораживания мяса туннельного типа:

- а* — с продольным движением воздуха: 1 — потолочные воздухоохладители; 2 — осевые многолопастные вентиляторы; 3 — вертикальные перегородки; 4 — нагнетательное окно; 5 — ложный потолок; 6 — всасывающее окно; *б* — с поперечным движением воздуха: 1 — потолочный воздухоохладитель; 2 — подвеска; 3 — ложный потолок; 4 — нагнетательное окно; 5 — подвесной путь; 6 — направляющий аппарат

Достоинством таких камер является компактность холодильного оборудования, хорошее использование строительной площади, высокая степень автоматизации и механизации, а недостатками — значительная неравномерность скорости движения воздуха по длине камеры, а также плохая организация его циркуляции.

Неравномерность движения воздуха по длине камеры уменьшается, если воздух циркулирует не в продольном, а поперечном направлении камеры.

Оборудование камеры с поперечным движением воздуха (рис.5.39,б) состоит из двенадцати потолочных воздухоохладителей. В камеру холодный воздух попадает через нагнетательные окна, расположенные вдоль ее длинной стороны, а отепленный удаляется через всасывающие окна.

Ложный потолок, всасывающие и нагнетательные окна, а также направляющие аппараты обеспечивают равномерное движение воздуха в поперечном направлении камеры.

Недостатком камер замораживания мяса туннельного типа с поперечным движением воздуха является необходимость размещения значительного количества воздухоохладителей, что приводит к возрастанию стоимости оборудования камеры и повышенному расходу электроэнергии.

Камеры замораживания мяса с системой непосредственного воздушного душирования аналогичны камерам охлаждения мяса.

Камера замораживания мяса с системой душирования через межпутевые воздухоохладители показана на рис.5.40. Охлаждающие секции межпутевых воздухоохладителей в таких камерах могут изготавливаться из гладких или из оребренных труб (диаметром $38 \times 2,5$ мм с шагом оребрения $13,3$ мм). Межпутевые воздухоохладители располагают непосредственно под каркасом подвесных путей.

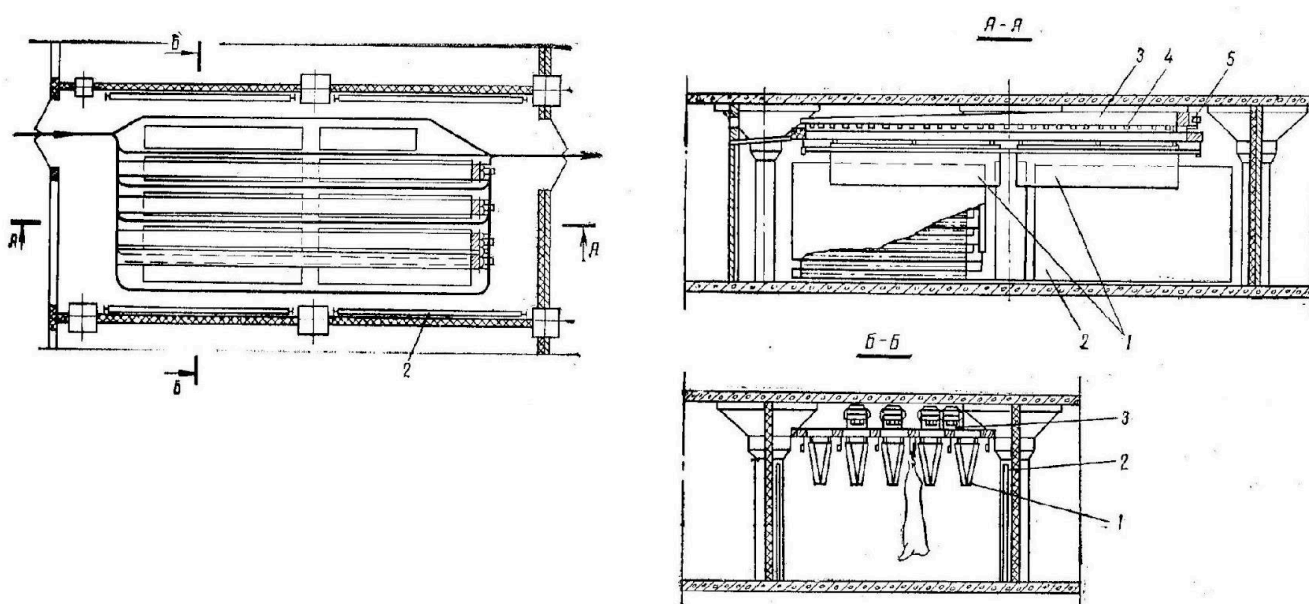


Рисунок 5.40. Камера замораживания мяса с системой душирования через межпутевые воздухоохладители: 1 — межпутевой воздухоохладитель; 2 — пристенная батарея; 3 — воздуховод; 4 — цилиндрическое сопло; 5 — осевой вентилятор

Воздуховоды прямоугольного сечения монтируются над охлаждающими секциями воздухоохладителей, а осевые вентиляторы — у одного из торцов воздуховода. Гибкая вставка от осевого вентилятора к воздуховоду служит гасителем шума и вибрации воздуховода.

Наряду с межпутевыми воздухоохладителями в камере можно устанавливать и пристенные батареи.

Для эффективной работы охлаждающих приборов камеры снеговую шубу с их теплопередающей площади поверхности снимают с помощью горячих паров аммиака.

На производственных и распределительных холодильниках применяют камеры замораживания мяса с межрядными батареями и вынужденным движением воздуха. В состав оборудования камеры (рис.5.41) входят межрядные батареи специальной конструкции, изготовленные из оребренных труб, осевые вентиляторы, ложный потолок и вертикальные перегородки с окнами для организации движения воздуха. Межрядные батареи в сочетании с вертикальными перегородками делят камеру на четыре туннеля (отсеки). В каждом туннеле на подвесных путях находятся замораживаемые полутуши.

Нагнетаемый осевыми вентиляторами воздух по каналу, образованному ложным потолком и перекрытием камеры, через нагнетательное окно направляется в первый туннель, в котором,

двигаясь сверху вниз со скоростью 3 м/с, омывает замораживаемые полутуши. Через окно, расположенное в нижней части перегородки, воздух поступает во второй туннель, в котором, циркулирует снизу вверх. Далее воздух через окно перегородки переходит в третий туннель, опускается вниз и направляется в четвертый туннель, из которого засасывается вентиляторами через всасывающее окно.

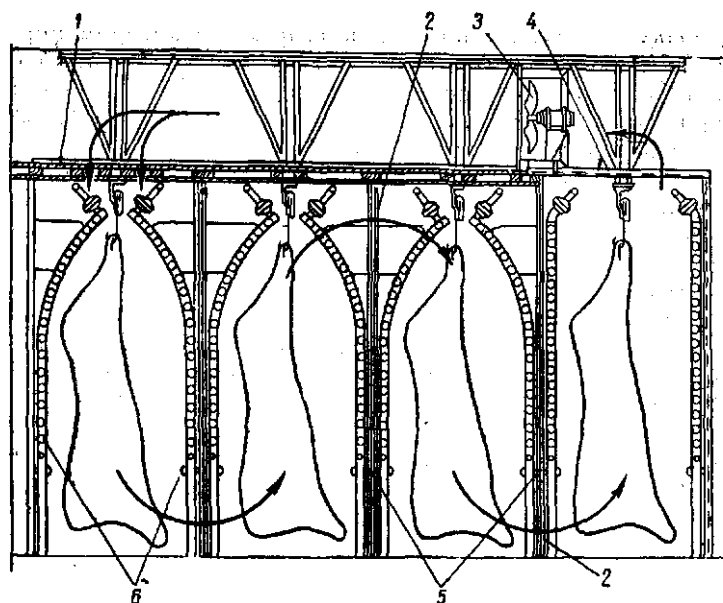


Рисунок 5.41. Камера замораживания мяса с межрядными батареями и вынужденным движением воздуха:
1 — нагнетательное окно; 2 — окно перегородки; 3 — осевой вентилятор; 4 — всасывающее окно;
5 — перегородки; 6 — межрядные батареи

Достоинством камер с межрядными батареями и вынужденным движением воздуха является интенсивность процесса замораживания мяса при относительно малой усушке. Так, при температуре воздуха -35°C продолжительность замораживания предварительно охлажденного мяса составляет 10—12 ч. Недостатками камеры являются сложность конструкции и значительная металлоемкость межрядных батарей; трудность их эксплуатации, что прежде всего относится к отводу талой воды при оттаивании; невозможность использования грузового объема камеры для хранения мороженого мяса в межсезонный период.

В проектах распределительных холодильников предусматриваются камеры замораживания с постаментными воздухоохладителями и воздуховодами. Оборудование таких камер (рис.5.42) состоит из постаментного воздухоохладителя с осевыми вентиляторами и воздуховодов с продольными соплами. Постаментный воздухоохладитель обычно размещается у торцевой стены, граничащей с отапливаемым помещением. Такое расположение воздухоохладителя облегчает удаление талой воды при горячем оттаивании инея с теплопередающей площади поверхности обрешеченных труб.

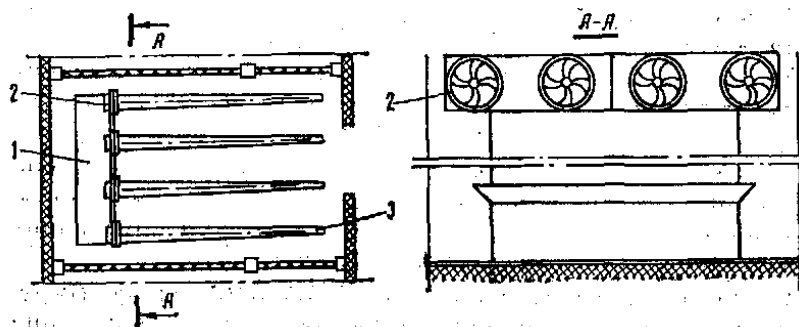


Рисунок 5.42. Камера замораживания мяса с постаментным воздухоохладителем и воздуховодами:

1 — постаментный воздухоохладитель; 2 — осевой вентилятор; 3 — воздуховод с продольными соплами

Охлажденный в воздухоохладителе воздух осевыми вентиляторами направляется в круглые воздуховоды. Холодный воздух, выходя из сопел со скоростью 7—8 м/с, обдувает бедренные части полутуш. Скорость движения воздуха у бедренных частей полутуш составляет 1,8—2 м/с. Продолжительность замораживания охлажденного мяса в камере при средней температуре воздуха -30°C составляет 14—16 ч.

Достоинством таких камер является быстрое и равномерное замораживание мяса, а недостатком — повышенная металлоемкость и энергоемкость оборудования из-за наличия воздуховодов в камере.



На распределительных холодильниках эксплуатируются и камеры замораживания мяса туннельного типа с вынужденным движением воздуха и ложным потолком. Эти камеры работают так же, как и камеры аналогичной конструкции, предназначенные для охлаждения мяса.

В камерах замораживания мяса проектная скорость выхода воздуха из щелей ложного потолка составляет 7—8 м/с, а у бедренных частей замораживаемых полутуш 1—1,2 м/с. При средней температуре воздуха в камере -30°C продолжительность замораживания охлажденного мяса равна 20—22 ч.

2. Камеры с естественным движением воздуха

На холодильниках при мясокомбинатах функционируют камеры замораживания мяса, в которых холодильная обработка полутуш производится при естественном движении воздуха. Оборудование таких камер состоит из пристенных и потолочных батарей, изготовленных из гладких труб. Пристенные батареи располагают у стен между колоннами, а потолочные — над каркасом подвесных путей.

Отношение теплопередающей площади поверхности охлаждающих приборов к площади пола камеры составляет 3—4 м² на 1 м² площади пола.

Простота оборудования и отсутствие энергетических затрат на работу вентиляторов является достоинством камер замораживания мяса с естественным движением воздуха.

Камерам замораживания мяса свойственны серьезные недостатки. Процесс холодильной обработки мяса в таких камерах длителен и сопровождается повышенной усушкой, величина которой на 15—20% больше, чем в камерах замораживания с вынужденным движением воздуха. Полутуша мяса замораживается неравномерно. Различную продолжительность замораживания бедренной и лопаточной частей полутуши можно объяснить не только их неодинаковой толщиной, но и значительным возрастанием температуры по высоте камеры, достигающей 2—2,5 $^{\circ}\text{C}$ на 1 м строительной высоты. Камеры замораживания мяса с пристенными и потолочными батареями имеют повышенную металлоемкость оборудования, превышающую в 2—4 раза металлоемкость оборудования камер замораживания с вынужденным движением воздуха. Значительная длина труб, из которых монтируются пристенные и потолочные батареи камер замораживания, усложняет эксплуатацию холодильной установки.

В целях интенсификации процесса холодильной обработки мяса камеры замораживания с пристенными и потолочными батареями и естественным движением воздуха нуждаются в модернизации.

Модернизированная камера замораживания мяса показана на рис.5.43. Для увеличения движения воздуха в зоне расположения бедренной части полутуши монтируют вентиляторы в сочетании с бесканальной системой воздухораспределения. Средняя скорость движения воздуха у батарей должна составлять не менее 1—1,5 м/с, а около бедренной части полутуш — 0,4 м/с.

Одним из путей интенсификации процесса замораживания в камерах с естественным движением воздуха является использование радиационного теплообмена. Для этого охлаждающие батареи размещают между рядами подвесных путей. При таком расположении охлаждающих батарей каждая из замораживаемых полутуш оказывается в сфере циркуляционных воздушных потоков.

Оборудование камеры замораживания с межрядными радиационными батареями включает поддоны для сбора талой воды и систему обогреваемых дренажных трубопроводов. Межрядные радиационные батареи размещают в верхней зоне камеры возле толстых бедренных частей полутуш. Такое расположение батарей не только создает условия для радиационного теплообмена между бедренной частью и межрядной батареей, но и значительно улучшает равномерность распределения температуры по высоте камеры, что также способствует ускорению замораживания мяса.

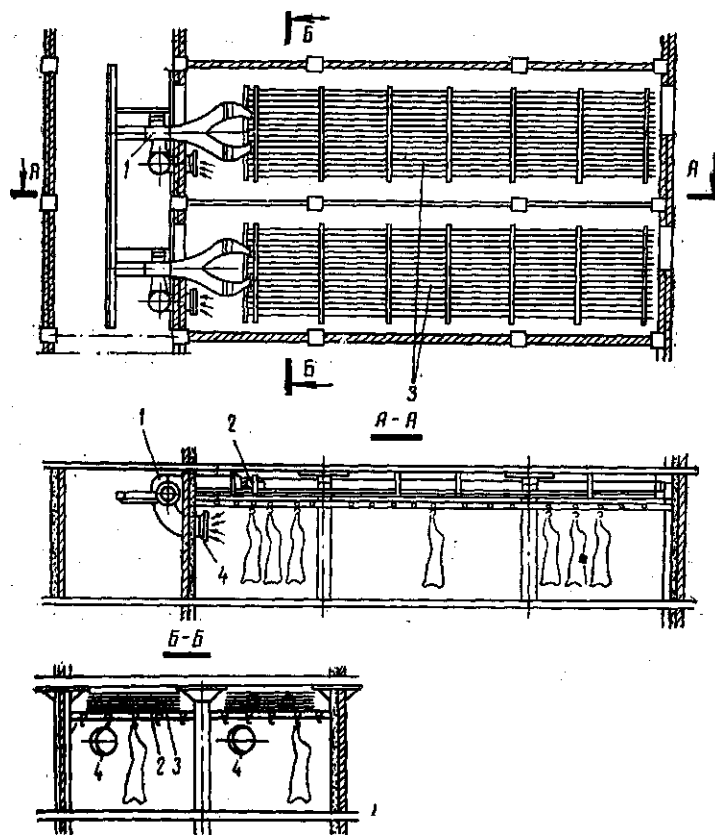


Рисунок 5.43. Модернизированная камера замораживания мяса:
1 — вентилятор; 2 — сопло; 3 — батарея; 4 — всасывающий патрубок

В камерах с межрядными радиационными батареями продолжительность замораживания сократилась на 40—50% (с одновременным уменьшением усушки) по сравнению с продолжительностью замораживания в камерах, оборудованных пристенными и потолочными батареями.

Недостатком камер с межрядными радиационными батареями является трудность использования помещений для хранения грузов и повышенная металлоемкость охлаждающих приборов.

Список рекомендованных источников

1. Голянд М.М., Малеванный Б.Н. Холодильное технологическое оборудование. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 335 с.

Составить опорный конспект, сделать скрин и прислать — vitaliy.buruyan@mail.ru