

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

**Тема 5.2. Холодильное технологическое оборудование
для охлаждения пищевых продуктов
(8 часов)**

1. Оборудование камер охлаждения мяса
2. Оборудование для охлаждения рыбы
3. Оборудование для охлаждения плодов и овощей
4. Аппараты для охлаждения птицы
5. Установки для охлаждения молока и молочных продуктов

1. Оборудование камер охлаждения мяса

Совершенство камер охлаждения мяса оценивается технологическими (продолжительность и равномерность холодильной обработки, величина усушки мяса, равномерность температурных полей, влажность и скорость движения воздуха в объеме камеры или туннеля); конструктивными (компактность, металлоемкость, уровень механизации и автоматизации, оснащенность приборами охлаждения, удельный съем охлажденного мяса, удельный расход электроэнергии); эксплуатационными (надежность работы, продолжительность загрузки и выгрузки, продолжительность оттаивания инея с охлаждающих приборов, удобство ремонта) и экономическими (удельные капитальные и эксплуатационные затраты, стоимость охлаждения 1 т мяса) показателями.

В зависимости от применяемого холодильного оборудования, систем воздухораспределения, а также от организации процесса холодильной обработки мяса камеры охлаждения бывают туннельного типа, с сухими и мокрыми воздухоохладителями, камеры с системой воздушного душирования, с межрядными радиационными батареями и детандерами.

Камеры туннельного типа. Камеры охлаждения мяса туннельного типа обычно выполняются с продольным или с поперечным движением воздуха. В этих камерах воздух охлаждается в воздухоохладителях, размещение которых относительно туннеля может быть нижнее, боковое и верхнее.

Устройство *камеры туннельного типа с продольным движением воздуха* показано на рис. 5.9, а. Оборудование камеры состоит из воздухоохладителя, центробежного вентилятора и перегородок, создающих направленное движение воздуха.

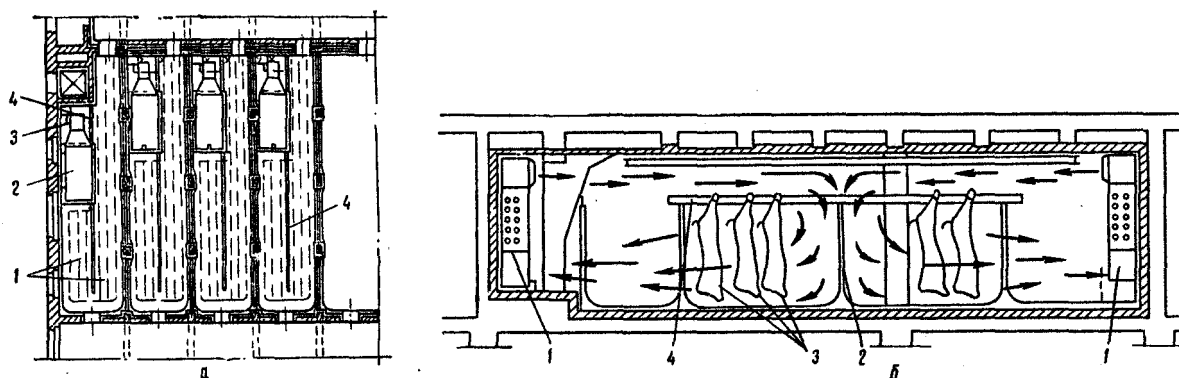


Рисунок 5.9. Камеры охлаждения мяса туннельного типа: а — с продольным движением воздуха: 1 — туннель; 2 — воздухоохладитель; 3 — центробежный вентилятор; 4 — перегородка; б — с поперечным движением воздуха: 1 — воздухоохладитель; 2 — перегородка; 3 — охлаждаемые полутуши мяса; 4 — каркас подвешивающего пути

Из воздухоохладителя воздух поступает в туннель, где омывает полутуши, расположенные на подвесных путях. Полутуши мяса создают большое сопротивление, поэтому воздух устремляется в пространство туннеля, свободное от мяса, минуя его центральную часть. По мере движения воздуха по туннелю он нагревается. Полутуши, находящиеся у выхода воздуха из туннеля, охлаждаются медленнее, чем полутуши, расположенные у входа в туннель. Неравномерность охлаждения мяса в туннеле составляет 2—6 ч.

Камера туннельного типа с поперечным движением воздуха показана на рис.5.9,б. Параллельно длинной стороне камеры имеется перегородка, которая делит камеру на два туннеля. Воздух, подаваемый вентиляторами, после его охлаждения в воздухоохладителях движется в направлении, перпендикулярном продольной оси туннеля.

Для равномерного охлаждения мяса в камерах применяют реверсивные вентиляторы, позволяющие изменять направление движения воздуха в туннеле (автоматически или вручную). В этих камерах при температуре воздуха -2°C и средней скорости его движения 2—3 м/с продолжительность охлаждения полутуш составляет 16—18 ч.

Камеры с воздухоохладителями. В камерах охлаждения мяса с бесканальной системой воздухораспределения и ложным потолком обычно применяют сухие или мокрые воздухоохладители.

В зависимости от способа оребрения воздухоохладители бывают с высокой степенью оребрения (компактные) и малой, а в зависимости от расположения воздухоохладителей они могут быть напольные, потолочные и подвесные.

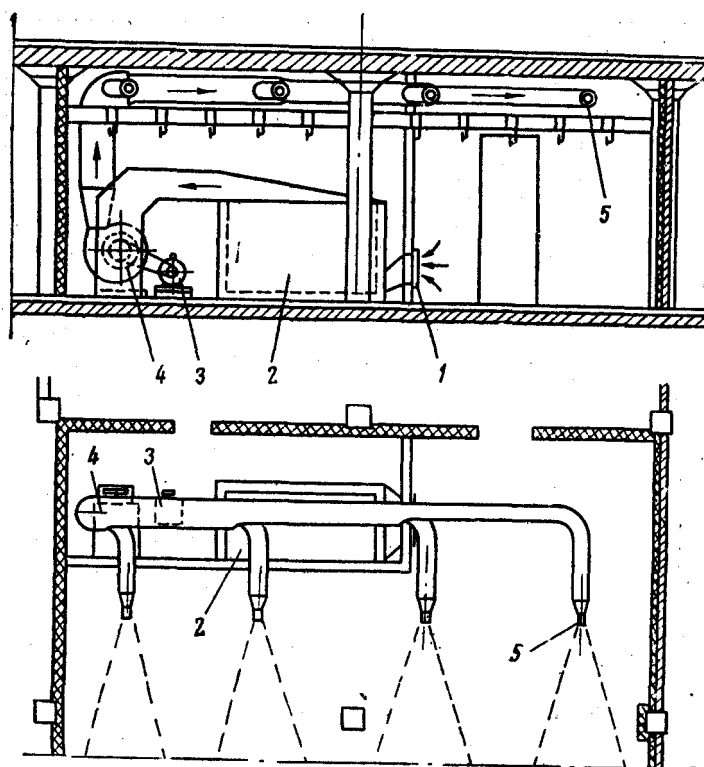


Рисунок 5.10. Камера охлаждения мяса с сухими напольными воздухоохладителями и бесканальной системой воздухораспределения:

1 — всасывающий патрубок; 2 — воздухоохладитель; 3 — электродвигатель; 4 — вентилятор; 5 — сопло

Размещение оборудования в камере с сухими напольными воздухоохладителями и бесканальной системой воздухораспределения показано на рис.5.10. Воздух, засасываемый вентилятором из камеры, проходит через охлаждающие секции воздухоохладителя, а затем через цилиндрические сопла подается в верхнюю зону камеры.

Достоинствами камер охлаждения являются простота оборудования, легкий и быстрый его монтаж, несложная эксплуатация, недостатками — малая скорость движения воздуха в зоне

расположения бедра полутуши (0,4— 0,6 м/с); неравномерное охлаждение полутуш, расположенных в различных зонах камеры; повышенная металлоёмкость воздухоохладителя (до 25 кг на 1 м теплопередающей площади поверхности). Кроме того, воздухоохладители занимают около 15% площади камеры.

Камеры с сухими воздухоохладителями и ложным потолком показаны на рис.5.11. Охлажденный в воздухоохладителе воздух вентиляторами подается под ложный потолок, а оттуда через щели — в камеру, обдувая бедренные части полутуш. Продолжительность охлаждения полутуш мяса при температуре воздуха в камере -2°C и скорости движения воздуха у бедренной части полутуш 0,6 м/с составляет 20—22 ч.

В камерах такого типа можно создать повышенную скорость движения воздуха у бедренных частей охлаждаемых полутуш при малой кратности циркуляции (90—100 объемов в 1 ч), в результате чего уменьшается расход электроэнергии на привод вентиляторов. Умеренное аэродинамическое сопротивление (200 Па) в циркуляционном кольце позволяет применять осевые вентиляторы. Воздух распределяется неравномерно по отдельным ниткам подвесного пути и по длине камеры. Значительная часть воздуха поступает в камеру через сопла, а просачивается через неплотности, которые образуются в подшивке ложного потолка в результате движения полутуш по подвесным путям. Наибольшая скорость движения воздуха наблюдается в конце камеры (считая от места подачи воздуха), а наименьшая—в начале камеры. Причем в щелях, расположенных вблизи от места подачи воздуха, иногда наблюдается подсос воздуха. Это приводит к неравномерности скорости движения воздуха у бедренных частей полутуш (скорость изменяется от 0,15 до 1,4 м/с).

Чтобы устранить неплотности, щиты, из которых изготовляют ложный потолок, закрепляют в местах их сопряжения с балками и перегородками. Канал ложного потолка выполняют конусного сечения, причем конечная площадь сечения канала составляет 0,15—0,3 от начальной площади его сечения. Отношение площади сопел (щелей) к площади начального сечения канала не превышает 0,6.

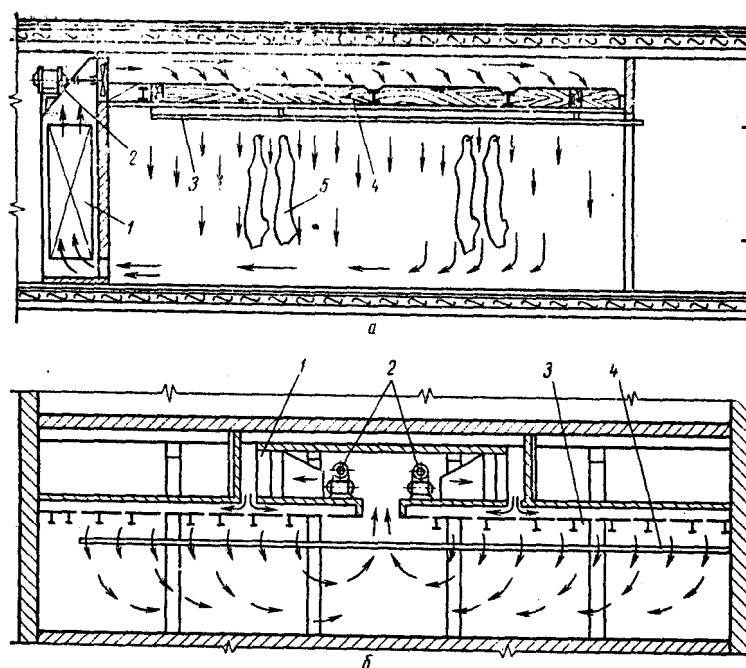


Рисунок 5.11. Камера охлаждения мяса с сухим воздухоохладителем и ложным потолком:

- а* — с постаментным воздухоохладителем: 1 — постаментный воздухоохладитель; 2 — вентилятор с электродвигателем; 3 — подвесной путь; 4 — ложный потолок; 5 — охлаждаемая туша;
б — с потолочными воздухоохладителями: 1 — потолочный воздухоохладитель с вентилятором; 2 — герметичный холодильный агрегат; 3 — ложный потолок; 4 — подвесной путь.

В камере с мокрыми воздухоохладителями (рис.5.12) находятся трубопроводы с разбрызгивающими форсунками, поддон для сбора отепленного хладоносителя, нагнетательные и всасывающие окна.

Воздух охлаждается в результате прямого контакта с хладоносителем (рассол). С помощью форсунок хладоноситель, температура которого -10°C , разбрызгивается. В результате контакта с хладоносителем охлажденный и осушенный воздух вследствие возрастания плотности через нагнетательное окно направляется в камеру. Влага, содержащаяся в воздухе, поглощается хладоносителем, вызывая его деконцентрацию. Отопленный хладоноситель собирается в поддоне и направляется в испаритель для охлаждения.

Так как холодильное оборудование камер с мокрыми воздухоохладителями расположено под потолком, увеличивается высота камеры; процесс охлаждения мяса (32—36 ч) сопровождается значительной усушкой, достигающей 2%; неравномерность охлаждения бедренной и лопаточной частей полутуш составляет 8—10 ч; поверхность мяса обесцвечивается капельками хладоносителя, уносимыми воздухом; форсунки часто засоряются; значительная деконцентрация хладоносителя усложняет эксплуатацию испарителей.

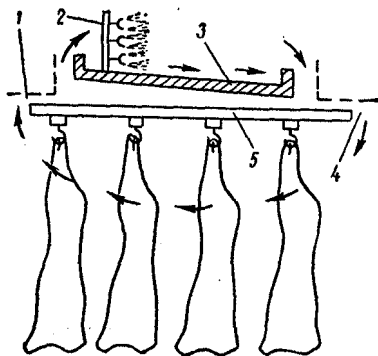


Рисунок 5.12. Камера охлаждения мяса с мокрыми воздухоохладителями:

1 — всасывающее окно для выхода теплого воздуха; 2 — трубопроводы с разбрызгивающими форсунками; 3 — поддон; 4 — нагнетательное окно для входа холодного воздуха; 5 — балочный каркас подвесного пути

Компактные воздухоохладители снабжены трубчатыми электронагревателями типа ТЭНов, устанавливаемыми в охлаждающих секциях воздухоохладителей. С помощью ТЭНов производят периодическое (вручную или автоматически) оттаивание и удаление снеговой шубы с площади поверхности охлаждающих секций воздухоохладителей.

Компактные воздухоохладители имеют малую металлоемкость (4—5 кг на 1 м теплопередающей площади поверхности), высокую степень автоматизации, просты в монтаже и эксплуатации.

К недостаткам камер, оборудованных компактными воздухоохладителями и сосредоточенной подачей воздуха, следует отнести длительность охлаждения полутуш мяса, значительные энергетические затраты на привод вентиляторов, повышенную усушку мяса и неравномерность охлаждения мясных полутуш.

Камера, оборудованная *напольным воздухоохладителем* с большой теплопередающей площадью поверхности, показана на рис.5.13,а. Воздухоохладитель расположен в центре камеры и делит ее как бы на две части. В камере создаются два циркуляционных кольца.

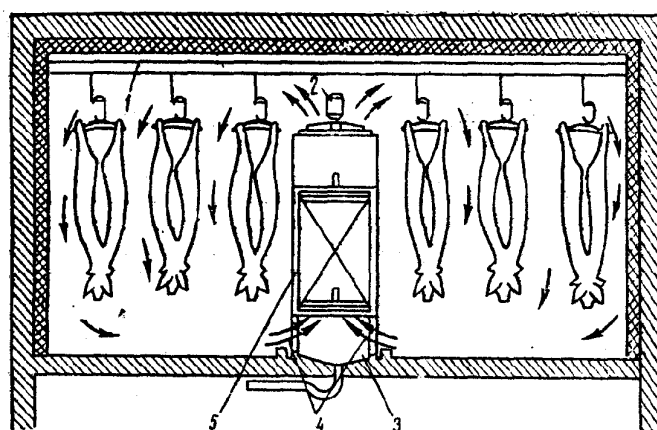
Из центра помещения воздух засасывается вентилятором через окна, расположенные по обе стороны воздухоохладителя, охлаждается и вновь направляется в камеру. Однако один воздухоохладитель не обеспечивает равномерного распределения воздуха в камере.

В целях равномерного распределения воздуха в камерах целесообразно монтировать специальные направляющие аппараты (рис.5.13,б).

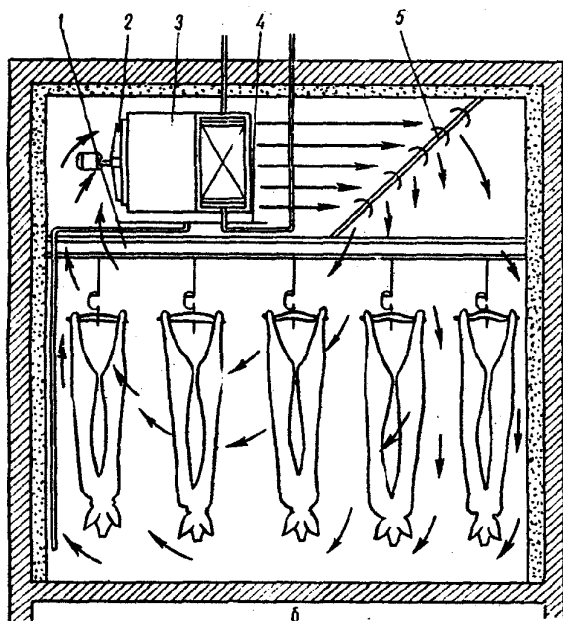
При оборудовании камер *подвесными воздухоохладителями* (рис.5.13,в) небольшой производительности их равномерно рассредоточивают в помещении и иногда объединяют в группы, которые находятся в различных зонах камеры.

В процессе холодильной обработки продуктов наиболее интенсивно испаряется влага с площади поверхности мяса в начальный период охлаждения. За первые 4—5 ч охлаждения испаряется 60—75% всей влаги, теряемой мясом. Эта влага в виде инея оседает на площадь поверхности батарей воздухоохладителей, что приводит к увеличению аэродинамического

сопротивления, а следовательно, и к снижению расхода воздуха и скорости его движения у охлаждаемых полутуш. На работу воздухоохладителей влияние инееобразования особенно сильно сказывается при малом шаге оребрения (до 15 мм). Кроме того, снеговая шуба является значительным тепловым сопротивлением. Вследствие этого компактные воздухоохладители значительную часть времени работают с заниженной холодопроизводительностью что является существенным недостатком работы таких охлаждающих приборов в камерах холодильной обработки. Поэтому в камерах, оснащенных компактными воздухоохладителями, целесообразно проводить их промежуточное оттаивание в процессе холодильной обработки. Приборы следует оттаивать через 8—10 ч после начала охлаждения. Так как оттаивание воздухоохладителей продолжается 20—30 мин, температура воздуха в камере повышается значительно (на 2—3°C), температура площади поверхности мяса практически не меняется. При средней температуре воздуха в камере 0°C и скорости движения воздуха в районе бедренной части полутуши 0,3—0,4 м/с продолжительность охлаждения полутуш при проведении промежуточного оттаивания уменьшается на 20—25%.



а



б

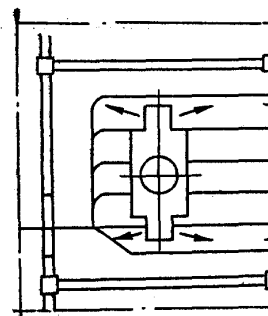
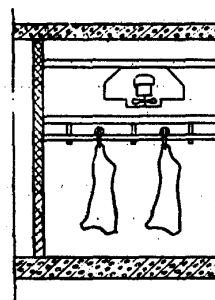


Рисунок 5.13. Камеры охлаждения мяса с компактными воздухоохладителями:

а — с напольным воздухоохладителем: 1 — каркас подвесного пути; 2 — вентилятор; 3 — поддон для сбора воды; 4 — всасывающее окно; 5 — воздухоохладитель;

б — с потолочным воздухоохладителем и направляющим аппаратом для равномерного распределения воздуха: 1 — каркас подвесного пути; 2 — осевой вентилятор; 3 — воздухоохладитель; 4 — поддон для сбора воды; 5 — направляющий аппарат;

в — с подвесными воздухоохладителями: 1 — вентилятор с электродвигателем; 2 — потолочный воздухоохладитель; 3 — каркас подвесного пути; 4 — подвесной путь

Камеры с системой воздушного душирования. Камеры охлаждения мяса могут оборудоваться системой непосредственного воздушного душирования охлаждаемых полутуш, а также системой душирования через межпутевые воздухоохладители (рис.5.14). В камере с системой непосредственного воздушного душирования находятся воздухоохладители с вентиляторами и системами воздуховодов, размещенными над каркасом подвесных путей или под ним.

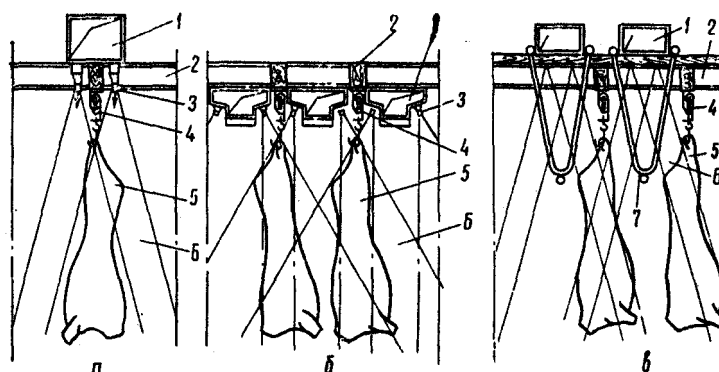


Рисунок 5.14. Конструктивное оформление схем воздушного душирования
а — через воздуховоды, расположенные над каркасом подвесного пути; б — через воздуховоды, установленные под каркасом подвесных путей; в — через межпутевые воздухоохладители; 1 — душирующий воздуховод; 2 — каркас подвесных путей; 3 — сопло; 4 — подвесной путь; 5 — полутуша; 6 — воздушная струя; 7 — охлаждающий змеевик

С точки зрения организации обдува охлаждаемых полутуш более перспективным является размещение воздуховодов под каркасом подвесных путей. Расстояние между осями сопел по длине воздуховода 160 мм (6 шт. на 1 м воздуховода), а по ширине около 450 мм. Сечение воздуховодов уменьшается ступенчато (через каждые 4—5 м). Сечение каналов меняется за счет высоты, в то время как ширина сохраняется постоянной.

Температура воздуха, охлажденного в воздухоохладителях, $-5 \div -7^{\circ}\text{C}$ а скорость его движения 8—10 м/с. Бедренные части охлаждаемых полутуш омываются воздушными струями, скорость которых в зоне бедра составляет 1,5—2 м/с.

При *непосредственном воздушном душировании* подача воздуха в воздуховоды может быть одно- и двухступенчатой. Одноступенчатую подачу применяют, если каждый воздуховод имеет воздухоохладитель (рис.5.15,а). При двухступенчатой подаче охлажденный в центральном воздухоохладителе воздух вентилятором (или вентиляторами) направляется сначала в верхнюю зону камеры (рис.5.15,б), а затем засасывается индивидуальными вентиляторами душирующих воздуховодов, которые нагнетают его в воздуховоды с соплами. При двухступенчатой подаче воздух распределяется равномерно (по сравнению с одноступенчатой) по отдельным ниткам подвесных путей камеры, энергетические затраты на преодоление сопротивлений в воздуховодах снижаются вследствие отсутствия разветвленной сети.

Оборудование камеры с системой воздушного душирования через межпутевые воздухоохладители состоит из воздуховодов постоянного или переменного сечения с соплами (в количестве 4—6 шт. на 1 м длины душирующего воздуховода), оборудованных индивидуальными вентиляторами, и межпутевых воздухоохладителей, выполненных на гладких или из оребренных труб.

Камера, оборудованная межпутевыми воздухоохладителями из гладких труб, показана на рис.5.16. Вентиляторы всасывают теплый воздух из камеры, а затем подают его через сопла воздуховодов вначале на охлаждающие змеевики воздухоохладителей, а затем на полутуши мяса. Скорость движения воздуха в зоне расположения бедренных частей полутуш несколько ниже, чем при непосредственном воздушном душировании, и составляет 1—1,5 м/с. Так как при наличии межпутевых воздухоохладителей наряду с конвекцией имеет место и радиационный теплообмен, продолжительность охлаждения мяса в камерах с системами непосредственного душирования и душирования через межпутевые воздухоохладители примерно одинаковая (14—16 ч).

Межпутевые воздухоохладители не занимают полезную площадь пола камеры, а при необходимости работают как обычные потолочные батареи. К недостаткам межпутевых

воздухоохладителей относят сложность их конструкции в трудность отвода талой воды, образующейся при оттаивании снеговой шубы.

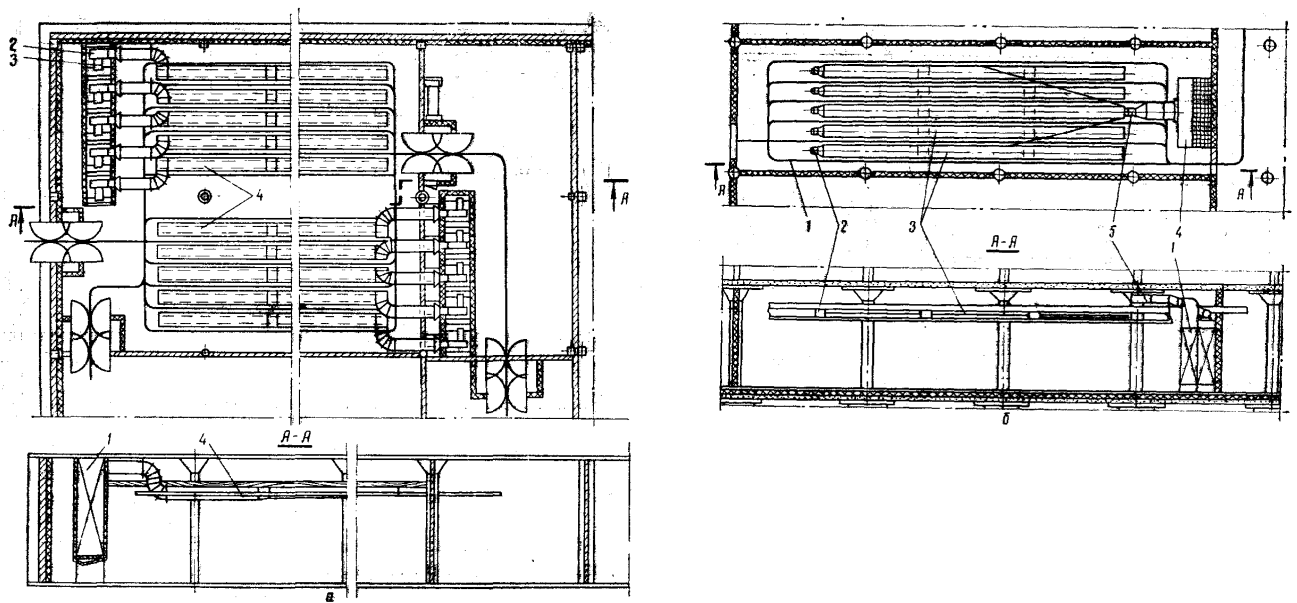


Рисунок 5.15. Камера охлаждения мяса с системой воздушного душирования:

- а - с одноступенчатой подачей: 1 — воздухоохладитель; 2 — вентилятор; 3 — электродвигатель вентилятора; 4 — душирующий воздуховод
 б — с двуступенчатой подачей. 1 — подвесной путь; 2 — вентилятор душирующего воздуховода; 3 — душирующий воздуховод; 4 — воздухоохладитель; 5 — сопло.

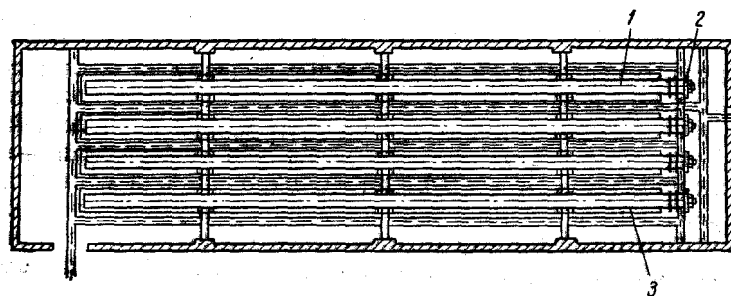


Рисунок 5.16. Камера охлаждения мяса с межпутевым воздухоохладителями из гладких труб
 1 — воздуховоды с соплами; 2 — вентиляторы с электродвигателями; 3 — батарея

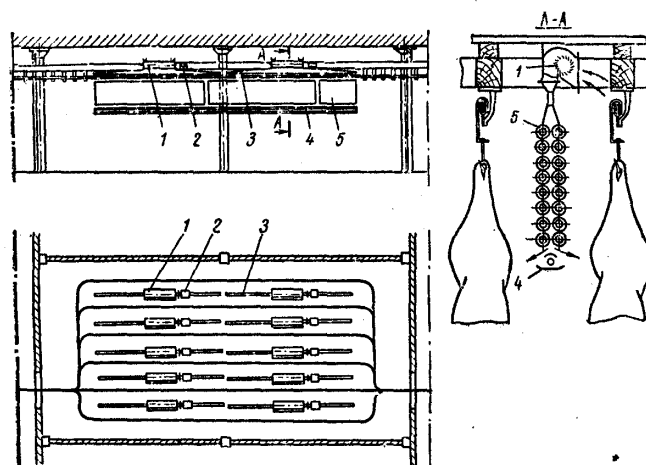


Рисунок 5.17. Камера охлаждения мяса с системой воздушного душирования через модернизированный межпутевой воздухоохладитель: 1 — диаметральный вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — нагнетательный патрубок; 4 — поддон; 5 — охлаждающие секции

Камера с модернизированным межпутевым воздухоохладителем показана на рис.5.17. Воздухоохладитель выполнен в виде двухрядной секции, трубы которой расположены параллельно друг другу. Вентилятор располагают над охлаждающими секциями воздухоохладителя. Воздух нагнетается через специальную щель шириной 30 мм в воздухоохладитель. Под охлаждающими секциями установлен обогреваемый поддон с рассекателем воздушного потока, который направляет воздух к бедренным частям охлаждаемых полутуш.

В камерах с модернизированными межпутевыми воздухоохладителями суммарная мощность электродвигателей вентиляторов в 1,3 раза меньше, а количество подаваемого воздуха в 1,7 раза больше, чем в камерах старой конструкции. Это объясняется тем, что в камере с модернизированным воздухоохладителем воздух проходит кратчайший путь от полутуши мяса до вентиляторов и обратно, тогда как в камерах старой конструкции он движется по воздуховоду

Камеры с межрядными радиационными батареями. Характерной особенностью оборудования камер охлаждения мяса, в которых используется радиационный тепловой поток, является наличие межрядных радиационных батарей плавникового или панельного типа. Такие батареи, обычно выполненные в виде пластин, которые устанавливают вдоль всей высоты охлаждаемых полутуш между подвесными путями или только в зоне расположения бедренных частей. Для интенсификации процесса охлаждения мяса применяют комбинированную систему (воздушно-радиационную), где ускорение холодильной обработки достигается как усилением конвективного теплового потока, так и использованием радиационного теплового потока.

Устройство камеры с *межрядными радиационными батареями плавникового типа* и воздухоохладителями представлено на рис.5.18,а. Между рядами подвесных путей в верхней зоне камеры (емкостью 50 т) расположены межрядные радиационные батареи высотой 1400 мм с суммарной теплопередающей площадью поверхности 1200 м². В верхней части камеры установлены воздухоохладители, изготовленные из оребренных труб. Каждый воздухоохладитель обслуживается вентилятором производительностью 5,55 м³/с.

Воздух, засасываемый из камеры, направляется в охлаждающие секции воздухоохладителей, а затем под подшивку ложного потолка. Выходя из сопел, холодный воздух обдувает бедренную часть полутуши со скоростью 1,6—1,8 м/с.

При средней температуре воздуха -3,5°С продолжительность охлаждения мяса составляет 13—14 ч. Перепад температур по высоте камеры не превышает 0,4—0,5°С.

В камере с *комбинированной системой* решена проблема равномерного охлаждения полутуши мяса: продолжительность охлаждения бедра и лопатки отличается незначительно (на 2 ч). Усушка мяса составляет 1,05—1,1%, что примерно на 20—25% меньше, чем в камерах с воздушной системой охлаждения.

Недостатками этих камер являются громоздкость и металлоемкость межрядных радиационных батарей, а также сложность их оттаивания и отвода талой воды.

Камера охлаждения мяса с межрядными радиационными батареями панельного типа показана на рис.5.18,б. Батареи панельного типа компактны, хорошо вписываются в камеру, даже при расстоянии между нитками подвесных путей, равном 800 мм, с них просто удаляется снеговая шуба. Секции батарей панельного типа можно устанавливать в один или в два ряда по высоте камеры. С батарей панельного типа талую воду собирают в поддоны. Из них вода дренируется через обогреваемые сливные стояки.

Конструкции камер с межрядными радиационными батареями и напольными воздухоохладителями применяют для камер емкостью 30—50 т.

В небольших камерах охлаждения мяса (емкость 10—20 т) одноэтажных холодильников применяют подвесные воздухоохладители в сочетании с межрядными радиационными батареями. Оборудование такой камеры (рис.5.19) компактно, имеет малую металлоемкость, режим работы просто автоматизируется и программируется. В камере мясо можно охлаждать в режиме двухстадийного охлаждения. На первой стадии (достижение температуры площади поверхности полутуш равной криоскопической -1°С) работают как межрядные радиационные батареи, так и

подвесные воздухоохладители, а на второй стадии (доохлаждение и выравнивание температуры в мясе) — только межрядные радиационные батареи.

При средней температуре воздуха за цикл охлаждения -5°C и скорости его движения в зоне бедра полутуши $0,7\text{ м/с}$ продолжительность холодильной обработки мяса составляет $10\text{—}12\text{ ч}$, а усушка мяса не превышает $1,1\%$.

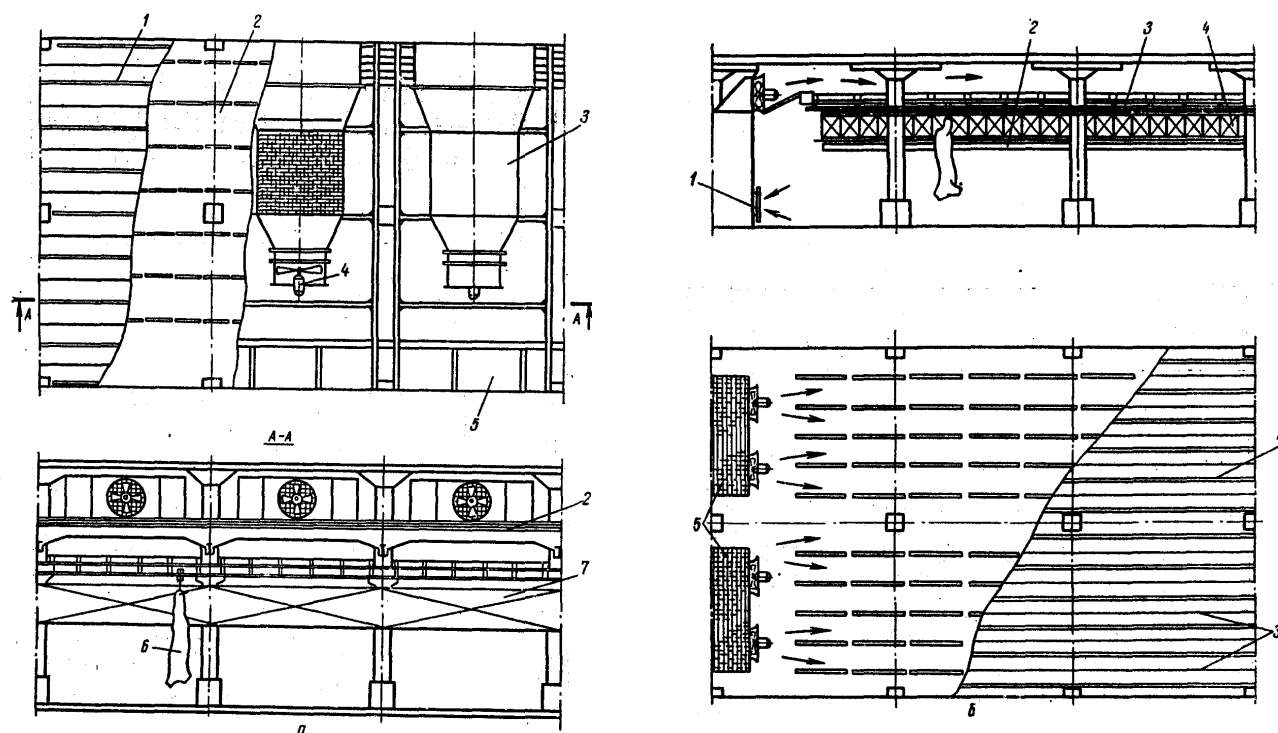


Рисунок 5.18. Камера охлаждения мяса с межрядными радиационными батареями:

а — плавникового типа: 1 — подвесной путь; 2 — ложный потолок; 3 — воздухоохладитель; 4 — осевой вентилятор; 5 — всасывающие окна; 6 — охлаждаемая полутуша; 7 — межрядная радиационная батарея;
б — панельного типа: 1 — всасывающее окно; 2 — поддон; 3 — подвесной путь; 4 — межрядная радиационная батарея; 5 — постаментный воздухоохладитель

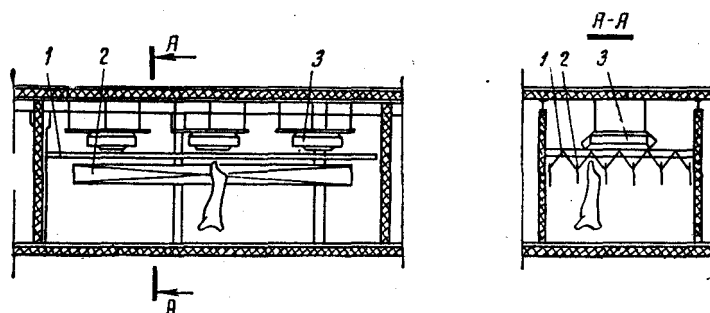


Рисунок 5.19. Камера охлаждения мяса с подвесными воздухоохладителями и межрядными радиационными батареями:

1 — балка подвесного пути; 2 — межрядная радиационная батарея; 3 — подвесной воздухоохладитель

Камеры с детандерами. В камерах с детандерами охлаждение воздуха происходит не в воздухоохладителях, а в детандерах. Принципиальная схема камеры охлаждения мяса с детандером показана на рис. 5.20. Оборудование камеры состоит из вентилятора высокого давления (или компрессора), теплообменника, детандера и воздухопроводов с соплами.

Воздух из камеры засасывается вентилятором высокого давления и сжимается. Сжатый воздух, проходя через теплообменник, поступает в детандер. При расширении воздуха в детандере происходит его охлаждение и перенасыщение влагой. Холодный и перенасыщенный влагой воздух, выходя через сопла со скоростью около 30 м/с , смешивается с воздухом камеры, образуя

туман. Капельки влаги при соприкосновении с теплой площадью поверхности мяса испаряются, интенсифицируя процесс холодильной обработки. Степень насыщения и температуру воздуха, поступающего в камеру, можно менять количеством воды, направляемой в теплообменник, а также количеством воздуха, подаваемого к детандеру.

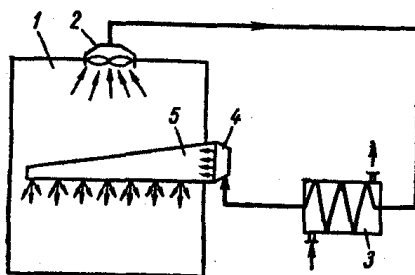


Рисунок 5.20. Схема камеры охлаждения мяса с детандером: 1 — камера; 2 — вентилятор высокого давления; 3 — теплообменник; 4 — детандер; 5 — воздухопровод с соплами

Качество мяса, охлажденного в камере с детандером, хорошее, величина усушки на 0,6% меньше, а процесс охлаждения на 6—8 ч протекает быстрее, чем процесс охлаждения в камере с воздухоохладителями. Недостатками камер с детандерами являются высокая стоимость оборудования, а также значительные эксплуатационные расходы, связанные с повышенным расходом электроэнергии.

Вопросы для самоконтроля

1. Какими показателями оценивается совершенство камер охлаждения мяса?
2. Назовите конструктивные особенности камер туннельного типа.
4. Перечислите разновидности камер с воздухоохладителями.
5. Назовите особенности конструктивного оформления камер воздушного душирования.
6. Назовите конструктивные особенности межрядных радиационных батарей плавникового и панельного типа?
7. Какова характерная особенность оборудования камер с детандерами?

Список рекомендованных источников

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

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