

Изобретение относится к холодильной технике и может быть использовано для длительного хранения различных биологических материалов при низкой температуре.

Известен низкотемпературный холодильник-ларь с однокаскадной компрессионной системой охлаждения, включающей мотор-компрессор, конденсатор с принудительной системой охлаждения, высокотемпературный регенеративный теплообменник, сепаратор, систему низкотемпературных регенеративных теплообменников и дроссельную систему, выпускаемый фирмой США Oueue Bio Tec Med. Ap.S для замораживания и хранения биоматериалов [1].

Корпус холодильной камеры выполнен двустенным с теплоизоляцией между ними, в качестве которой стандартно применяется пенополиуретан (ЦПУ)

Приведенная модель обеспечивает лучшие условия хранения, чем общепринятая система охлаждения жидким азотом.

Данный низкотемпературный холодильник по своей технической сущности и решаемой задаче наиболее близок к предлагаемому в качестве изобретения техническому решению, вследствие чего он выбран в качестве прототипа.

В прототипе теплопритоки из окружающей среды к внутреннему объему холодильной камеры идут через боковые поверхности, дно и крышку холодильника, а также через тепловой мост, образованный обрамлением камеры и стенкой камеры.

Обрамлением камеры принято называть плоскость разъема камеры и крышки.

Ориентировочно теплопритоки из окружающей среды к внутреннему объему камеры известного низкотемпературного ларя с ППУ изоляцией распределяются следующим образом: теплопритоки через боковые поверхности и дно составляют 60%, через крышку - 20% и тепловой мост - 20%.

Недостатками данной конструкции являются значительные тепловые потери через боковые поверхности и тепловой мост, а также использование в конструкции пенополиуретана, экологически небезопасного материала из-за отсутствия технологии полной переработки отходов полимерных материалов, которых в мире накопилось огромное множество,

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является обеспечение более высокого уровня защиты внутреннего объема холодильной камеры от воздействия температуры окружающей среды и достижение однородности температурного поля в среде хранения биопродуктов.

Технический результат, который достигается при решении данной задачи, заключается в повышении термодинамической эффективности получения холода в низкотемпературных холодильниках за счет снижения теплопотерь путем создания компенсационного жрлана теплопритокам, идущим по тепловому мосту, используя холод обратного потока хладагента, что способствует более углубленной регенерации хладагента, ведущей к снижению собственных потерь холодильного замкнутого контура и как следствие, к увеличению КПД агрегата.

Дополнительными техническими результатами являются:

снижение массо-габаритных параметров установки при сохранении величины полезного объема холодильной камеры и обеспечении необходимых низких температур за счет возможности применения компрессора меньшей мощности, а также за счет уменьшения толщины теплоизоляционного слоя стенки холодильной камеры;

повышение показателя экологической безопасности установки за счет исключения из конструкции экологически небезопасного пенополиуретана.

Основные технические преимущества предлагаемого низкотемпературного холодильника обусловлены наличием конструктивных особенностей, т.е. совокупностью существенных признаков.

Низкотемпературный холодильник для хранения биоматериалов содержит холодильную камеру и замкнутый холодильный контур, включающий мотор-компрессор и последовательно расположенные по ходу хладагента конденсатор, высокотемпературный регенеративный теплообменник, сепаратор, высокотемпературный дроссель, систему низкотемпературных регенеративных теплообменников, низкотемпературный дроссель и испаритель.

Эти признаки являются общими для прототипа и изобретения.

Новым в изобретении является то, что в горловине холодильной камеры, выполненный в виде сосуда Дюара, в тепловом контакте с внутренней стенкой горловины установлен по меньшей мере один низкотемпературный регенеративный теплообменник.

Между всей совокупностью существенных признаков и достигаемым техническим результатом существует следующая взаимосвязь.

В основу изобретения положена общеизвестная компрессионная система получения низких температур в сочетании с общеизвестной конструкцией собственно сосуда Дюара.

Выполнение холодильной камеры в виде сосуда Дюара, благодаря вакуумной рубашке, обеспечивает резкое снижение теплопритоков через боковые стенки, сводя их до минимума. При этом происходит перераспределение уменьшенного общего теплопритока к холодильной камере. Это распределение в случае достаточно широкой горловины сосуда Дюара может быть следующим: потери через боковые стенки и дно составят около 15%, через крышку - 30% и через тепловой мост - 55%.

Указанное перераспределение является результатом конструктивных особенностей холодильной камеры с вакуумной рубашкой и широкой горловиной, заключающихся в том, что внутренняя емкость сосуда Дюара крепится на тонкой металлической горловине, вследствие чего возникает значительный по площади тепловой мост, образованный обрамлением камеры и металлической горловиной. В этих условиях теплопритоки по тепловому мосту становятся наиболее значительными (до 55%),

Установка в горловине холодильной камеры в тепловом контакте с внутренней стенкой горловины по меньшей мере одного низкотемпературного регенеративного теплообменника позволила решать задачу уменьшения указанных теплопритоков по горловине, а следовательно снижения потерь холода. Это отличие является основным, определяющим область притязания данного изобретения.

При размещении низкотемпературного регенеративного теплообменника в горловине холодильной камеры тепловые потери, связанные с неадиабатичностью условий на поверхности теплообменника (и теряемые при обычной установке теплообменника за пределами холодильной камеры), используются для создания компенсационного экрана теплопритокам, идущим сверху по горловине, т.е. в данном случае имеет место использование теряемой в обычных условиях энергии для выполнения полезной работы.

Условием такой компенсации является наличие перепада температур между сечением теплообменника, расположенного в горловине и соответствующим сечением горловины.

Следует также отметить, что компенсация теплопритоков, идущих по горловине, происходит на температурных уровнях значительно выше температуры испарителя, т.е. для компенсации используется энергия обратного потока хладагента замкнутого холодильного цикла, что способствует более глубокой регенерации хладагента, в результате чего эффективность получения холода в холодильном цикле повышается.

Наличие конструктивных особенностей обеспечило значительное снижение тепло-притоков из окружающей среды к внутреннему объему холодильной камеры, что обусловило равномерное распределение температурного поля внутри камеры, а также позволило уменьшить собственные тепловые потери холодильного цикла, в результате чего достигается уменьшение потребления электроэнергии для получения заданных низких температур, необходимых для хранения биоматериалов, а следовательно обеспечивается возможность применения компрессора меньшей мощности, что значительно снижает массо-габаритные показатели установки.

При изготовлении холодильной камеры известного низкотемпературного холодильника с пенополиуретановой теплоизоляцией для снижения теплопритоков используют теплоизоляционный материал толщиной 250 до 300 мм.

Для холодильной камеры такого же полезного объема, но с вакуумной теплоизоляцией, толщина межстенного пространства достаточна 40-60 мм, что позволяет значительно уменьшить габаритные размеры.

Исключение из конструкции теплоизоляционных материалов, таких как пенополиуретан, стандартно применяемый в низкотемпературных холодильниках, повышает экологическую безопасность всей установки.

Использование в заявляемом техническом решении новой совокупности перечисленных признаков с новым взаимоположением и взаимосвязью обусловило появление новых технических свойств объекта изобретения, не совпадающих со свойствами известных технических решений, используемых в объекте.

На чертеже представлен общий вид низкотемпературного холодильника.

Низкотемпературный холодильный агрегат для хранения биопродуктов содержит кожух 1, в котором расположен холодильный агрегат, включающий мотор-компрессор 2 и расположенные последовательно по ходу хладагента конденсатор 3, высокотемпературный регенеративный теплообменник 4, сепаратор 5, высокотемпературный дроссель 6, промежуточный низкотемпературный регенеративный теплообменник 7, низкотемпературный регенеративный теплообменник 8, низкотемпературный дроссель 9 и испаритель 10, холодильная камера 11, выполненная в виде сосуда Дюара с наружной стенкой 12, внутренней стенкой 13 и крышкой 14. Межстенное пространство отвакуумировано.

Внутри холодильной камеры 11 установлены испаритель 10, низкотемпературный дроссель 9 и в тепловом контакте с внутренней стенкой 13 горловины камеры размещены по длине горловины два низкотемпературных регенеративных теплообменника 7 и 8, количество которых определяется, исходя из технических требований к установке. Под горловиной в данном случае подразумевается верхняя часть внутренней стенки 13 камеры 11, находящейся выше испарителя 10.

Холодильник работает следующим образом.

При включении мотор-компрессор 2 снижает рабочие пары смесового хладагента, которые после охлаждения в конденсаторе 3 поступают в высокотемпературный регенеративный теплообменник, где прямой поток охлаждается обратным потоком хладагента до температуры конденсации высокотемпературных составляющих смеси. Образовавшаяся двухфазная многокомпонентная смесь направляется в сепаратор 5, где разделяется на жидкую и паровую фазы. Далее паровая фаза идет последовательно на теплообменники 7, 8 и низкотемпературный дроссель 9. После дросселирования образовавшаяся смесь газов поступает в испаритель 10, где и охлаждает его. Жидкая часть хладагента поступает из сепаратора 5 на высокотемпературный дроссель 6 и далее поступает в промежуточный регенеративный теплообменник 7, где смешивается с обратным потоком основного хладагента и далее через высокотемпературный регенеративный теплообменник 3 поступает в мотор-компрессор 2. Цикл замкнут.

Уходящие из испарителя 10 отработанные пары хладагента на выходе из испарителя имеют низкую температуру. Для регенерации холода в смесовых холодильных агрегатах смесь хладагентов направляется в низкотемпературные регенеративные теплообменники - 8, а затем 7, где происходит охлаждение прямого потока до его полной конденсации за счет регенерации обратного потока. Обычно перепад температуры на холодном конце регенеративного теплообменника составляет более 5°C, что определяет величину недогенерации обратного потока, т.е. имеется избыточный холод.

В заявляемом устройстве для снижения теплопритоков через широкую горловину сосуда Дюара используется избыточный холод недогенерации обратного потока. Для этого в обычном конструктивном исполнении низкотемпературного регенеративного теплообменника типа "труба в трубе" прямой поток находится во внутренней трубе, а обратный поток в межстенном пространстве, т.е. в контакте с наружной стенкой теплообменника. При этом, низкотемпературные регенеративные теплообменники 7 и 8 располагают таким образом по длине горловины, чтоб наружная стенка каждого из них находилась в тепловом контакте с внутренней стенкой горловины.

Причем, расположение низкотемпературных регенеративных теплообменников должно быть таким, чтоб температура наружной стенки его была заведомо ниже, чем температура в этом сечении стенки горловины, получаемая в результате линейного распределения температур по горловине под действием теплопритоков, идущих сверху от обрамления по материалу горловины до зоны холода (без влияния низкотемпературных

регенеративных теплообменников, установленных в горловине).

Получаемое при этом холодное экранирование в каждом сечении горловины на выбранных уровнях по длине горловины компенсируется упомянутый теплоприток. При этом, чем выше по длине горловины от зоны холода к зоне тепла, тем компенсация происходит на более высоких уровнях температуры, а значит экономичнее, что делает цикл получения холода термодинамически более эффективным.

Использование предлагаемого изобретения позволит оснастить медицинские учреждения надежными, экономически выгодными низкотемпературными холодильниками для длительного хранения различных биологических материалов, что позволит повысить уровень здравоохранения в нашей стране.

