

ТЕРМОСИФОННЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК

Безродный М.К., Волков С.С., Иванов В.Б., Петров В.Н., Николаев В.М., Мокляк В.Ф.

Термосифонный холодильник отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности теплоотбора, отношение поперечного сечения вставки к поперечному сечению кольцевой полости между корпусом холодильника и вставкой равно 0.15-0.25.

Изобретение относится к металлургической промышленности и может быть использовано для охлаждения горизонтальных или наклонных конструкций печей цветной и черной металлургии.

Термосифонный холодильник, выполненный в виде двух коаксиально расположенных изогнутых труб, из которых внешняя является корпусом, а внутренняя - вставкой, содержащей горизонтальный или наклонный участок подвода тепла и вертикальный участок отвода тепла. Верхний конец вставки выполнен перфорированным и жёстко прикреплен к верхнему торцу корпуса, а нижний конец вставки открыт и расположен с- зазором по отношению к нижнему торцу корпуса.

Такое конструктивное выполнение устройства позволяет устранить как проявление «захлебывания» благодаря разделению встречных потоков фаз промежуточного теплоносителя, так и расслоение двухфазного потока вследствие увеличения скорости циркуляции теплоносителя и образования при этом кольцевой структуры двухфазного течения с концентрацией жидкой фазы в пленке на наружной (обогреваемой) поверхности кольцевого (подъемного) канала, образованного вставкой и корпусом термосифона [1].

Однако известный холодильник не обеспечивает достаточно высокую эффективность работы во всем диапазоне его геометрических и режимных параметров.

Это объясняется тем, что теплопередающая способность замкнутого термосифонного элемента, составляющего основу конструкции холодильника, в общем случае зависит от скорости циркуляции фаз промежуточного теплоносителя, их содержания и взаимного распределения по сечению и длине теплопередающего канала. Указанные характеристики в свою очередь определяются геометрическими и режимными параметрами работы холодильника. Цель изобретения - повышение эффективности теплоотбора.

Поставленная цель достигается тем, что отношение поперечного сечения вставки к поперечному сечению кольцевой полости между корпусом холодильника и вставкой равно 0,15-0,25.

На фиг. 1 изображен термосифонный холодильник, продольный разрез; на фиг. 2 - разрез А—А на фиг. 1; на фиг. 3 - график относительных характеристик теплоподвода.

Термосифонный холодильник состоит из герметичного корпуса 1 с горизонтально расположенным участком 2 теплоподвода и вертикально расположенным участком 3 теплоотвода. Внутри корпуса коаксиально расположена изогнутая вставка 4, закрепленная в верхней части к торцу зоны теплоотвода и имеющая в верхней части перфорацию а в нижней части - свободный выход. В общем случае вставка в пределах участка 2 теплоподвода расположена с эксцентриситетом и

перфорирована по образующей, обращенной к наиболее теплонапряженной образующей холодильника (эксцентриситет и перфорация вставки в пределах длины зоны теплоподвода не показаны).

При работе термосифонного холодильника участок 2 теплоподвода горизонтально или с наклоном к горизонту размещается в зоне тепловыделений охлаждаемого объекта, а вертикальный участок 3 теплоотвода располагается обычно вне охлаждаемого объекта. Перенос тепла в холодильнике реализуется в испарительно-конденсационном цикле при однонаправленном движении фаз промежуточного теплоносителя под действием сил гравитации в подъемном и опускном каналах замкнутого циркуляционного контура, образованного корпусом холодильника и внутренней вставкой.

В зависимости от условий применения термосифонного холодильника уровень тепловыделения от охлаждаемого объекта по периметру участка 2 теплоподвода, может быть существенно различным. Так, в случае использования устройства для охлаждения сводовоплавильных агрегатов наибольший уровень тепловых потоков наблюдается в районе нижней образующей участка подвода тепла, а в случае охлаждения подин плавильных агрегатов наиболее теплонапряжен район верхней образующей участка б подвода тепла термосифонного холодильника. Задаче расширения теплопередающих возможностей холодильника в этих случаях отвечает организация преимущественной концентрации жидкой фазы теплоносителя в части сечения парогенерирующего канала, прилегающей к наиболее теплонапряженной образующей, что может быть достигнуто при расположении вставки с эксцентриситетом в пределах участка подвода тепла. Необходимое положение вставки может быть организовано с помощью дистанционирующих штырей, приваренных к вставке.

Повышение влагосодержания части сечения парогенерирующего канала, прилегающей к наиболее теплонапряженной образующей корпуса устройства, обеспечивается также перфорацией вставки отверстиями по ее образующей, обращенной к наиболее тепло- напряженной образующей корпуса термосифона. В этом случае наряду со струйным истечением основной части жидкой фазы теплоносителя в нижнем торце зона подвода тепла холодильника имеет место распределенное струйное орошение под длине наиболее теплонапряженной образующей участка подвода тепла холодильника.

Указанные признаки сформулированы в результате экспериментальных исследований, тепловых характеристик термосифонного холодильника и вытекают из следующих условий, поддержания необходимого уровня скорости циркуляции промежуточного теплоносителя и влагосодержания подъемной ветви контура, соответствующего устойчивому существованию разделенной (кольцевой) структуры двухфазного течения

$$V_{\text{зап}} \geq V_{\text{оп}}$$

минимизации суммарного гидравлического сопротивления потоку промежуточного теплоносителя в термосифонном контуре

$$F_{\text{оп}}/F_{\text{под}} = 0,15-0,25$$

устойчивого существования сплошной пленки жидкости по периметру парогенерирующего (кольцевого) канала при наклонном его расположении

$$l_n \sin \varphi \geq 0,6 \text{ (м)}$$

где

$V_{\text{зап}}$ - объем заливаемого в термосифон промежуточного теплоносителя ;

$V_{\text{оп}}$ - объем опускного канала (внутренней полости вставки);

l_n - длина зоны подвода тепла, м;

φ - угол наклона зоны подвода тепла к горизонту, град;

$F_{\text{оп}}$ - сечение опускного канала, образованного внутренней поверхностью вставки;

$F_{\text{под}}$ - сечение подъемного (кольцевого) канала, образованного наружной поверхностью вставки и корпусом термосифона.

Результаты испытаний представлены на фиг. 3 в виде зависимости относительной характеристики интенсивности продольного теплопереноса

$$q_{S \text{ кольцо}}^{\text{max}} / q_{S \text{ кольцо(опт)}}^{\text{max}}$$

от соотношения площадей поперечных сечений полости вставки $F_{\text{вст}}^{\text{вм}}$ и кольцевого канала, образованного внутренней поверхностью корпуса термосифона и наружной поверхностью вставки $F_{\text{кольцо}}$. Характеристика интенсивности продольного теплопереноса претерпевает резкий излом в окрестности значения аргумента функциональной взаимосвязи $F_{\text{всп}}^{\text{вн}} / F_{\text{кольцо}} \approx 0,18$. Итак, при $F_{\text{всп}}^{\text{вн}} / F_{\text{кольцо}} \geq 0,18$ достигаются наилучшие условия продольного теплопереноса в кольцевом канале, полость которого служит задаче транспорта тепла, отбираемого от объекта охлаждения.

Оптимальным размером вставки, предназначенной для возврата конденсата промежуточного теплоносителя в испарительную зону термосифонного холодильника, является размер, соответствующий минимально возможному из совокупности значений, определяемых неравенством $F_{\text{вст}}^{\text{вн}} / F_{\text{кольцо}} \geq 0,18$ т.е. в конструкции термосифона, отвечающей задаче достижения максимальной эффективности продольного тепло- массопереноса при минимальных габаритах устройства, должно выполняться оптимальное соотношение геометрических параметров $F_{\text{всп}}^{\text{вн}} = F_{\text{кольцо}} \times 0,18$.

Результаты лабораторных и полупромышленных испытаний предлагаемого термосифонного холодильника свидетельствуют о радикальном повышении теплопередающей способности термосифонного охладителя в случае его применения на объектах горизонтальной и наклонной компоновки (в 7-9 раз по сравнению с аналогичными характеристиками известного устройства). При этом указанный сравнительный уровень эффективности применения термосифонного холодильника достигим при соблюдении оптимальных условий. Отклонение от этих условий приводит к ограниченному снижению теплопередающей способности термосифонного холодильника (до 40-50%) В этом случае теплопередающая способность предлагаемого устройства в 3-4 раза превышает аналогичную характеристику известного, однако в случае применения холодильника на объектах с высоким уровнем удельного тепловыделения с указанным обстоятельством нельзя не считаться.

