

УДК 621.565.094

К.В. Перепадя, доцент, канд. техн. наук, Д.К. Перепадя, магистр*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПСЕВДООЖИЖЕННЫХ СЛОЕВ В СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ**

Представлены способы создания псевдоожигенных слоев, позволяющие автоматизировать процесс очистки судовых теплообменных аппаратов, дан анализ их преимуществ и недостатков с точки зрения использования в судовой теплообменной технике.

Судовые теплообменные аппараты (ТОА) работают в значительно более сложных условиях, чем стационарные, поскольку на их работу накладываются такие факторы, как частая смена режимов работы при маневрах, изменение положения ТОА при качке, интенсивное загрязнение теплообменных поверхностей при охлаждении забортной водой. Для интенсификации теплообмена и автоматизации процесса очистки судовых ТОА существует много методов. Применение псевдоожигенных слоев в судовой теплообменной технике позволяет решить обе проблемы одновременно.

Целью статьи является определение способа или способов создания псевдоожигенного слоя, который можно было бы применить в судовой теплообменной технике.

Псевдоожигенным слоем называют состояние двухфазной системы (твёрдые частицы - газ или жидкость), которое характеризуется перемещением твёрдых частиц друг относительно друга за счёт обмена энергией с каким-либо её источником [1]. Это могут быть: силы тяжести, центробежные, электромагнитные и др. При создании псевдоожигенных слоев частиц зернистого материала, благодаря использованию сил тяжести, выделяют кипящие слои, фонтанирующие и слои, создаваемые отражёнными потоками.

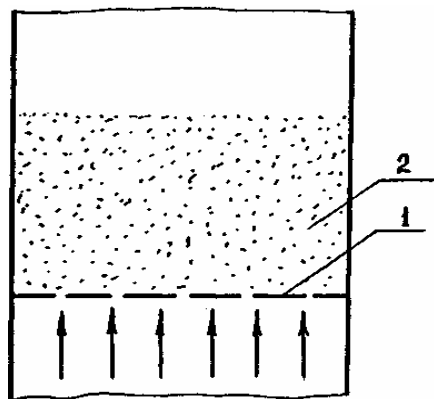


Рисунок 1 – Кипящие слои:
1 – распределительная решетка;
2 – зернистый материал

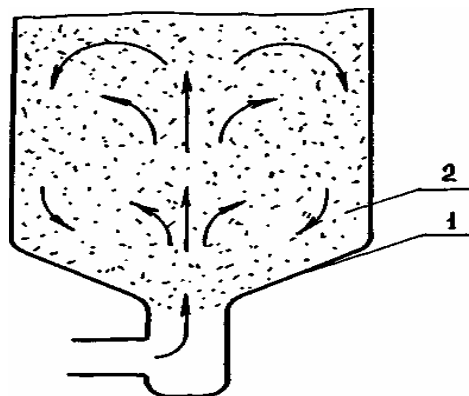


Рисунок 2 – Фонтанирующие слои:
1 – фонтанирующий комплекс;
2 – зернистый материал

Кипящие слои изображены на рисунке 1. В корпусе установлена распределительная решётка 1, на которой расположен зернистый материал 2. Ожижающий агент (жидкость, газ) подаётся снизу через распределительную решётку, подхватывает зернистый материал и приводит его в псевдоожигенное состояние. Распределительная решётка во многом определяет качество псевдоожигенного слоя и теплотехнические характеристики теплообменного устройства в целом. Поэтому она должна удовлетворять ряду условий, а именно: обеспечить простоту и надёжность в эксплуатации; не допускать проскакивания зернистого материала; создавать минимальное гидравлическое сопротивление; обеспечить равномерное псевдоожигение зернистого материала.

Существует большое количество конструкций распределительных решёток и рекомендации по выбору их основных параметров, но применение их в судовых теплообменных аппаратах, одной из рабочих сред которых является забортная вода, не представляется возможным, так как перфорации решётки быстро засоряются примесями, поступающими вместе с забортной водой.

Кроме этого, к распределительным решёткам предъявляются достаточно жёсткие требования в части их установки: даже незначительное (на 1...2°) отклонение решётки от горизонтального положения приводит к перераспределению зернистого материала и вызывает резкий рост гидравлического сопротивления решётки. Эти причины обуславливают снижение надёжности теплообменного оборудования и всей энергетической установки в целом.

Фонтанирующие слои (рисунок 2) создаются оживающим потоком, в котором зернистый материал увлекается центральной струёй, уносящей его вверх, где он выпадает и сползает обратно вниз у стенок колонны, поддерживая интенсивную циркуляцию [1].

Отсутствие распределительной решётки даёт возможность использовать фонтанирующие слои при работе на загрязнённой заборной воде. Однако им присуща значительная неравномерность слоя в горизонтальных сечениях (рисунок 2). В связи с этим теплотехнические характеристики фонтанирующих слоев снижены по сравнению с кипящими слоями. Недостатком также являются и повышенные габариты фонтанирующего комплекса. Всё это вместе взятое приводит к малой эффективности применения фонтанирующих слоев в судовых теплообменных аппаратах.

Наиболее перспективным, но менее изученным, является псевдооживленный слой, создаваемый отражёнными потоками (рисунок 3).

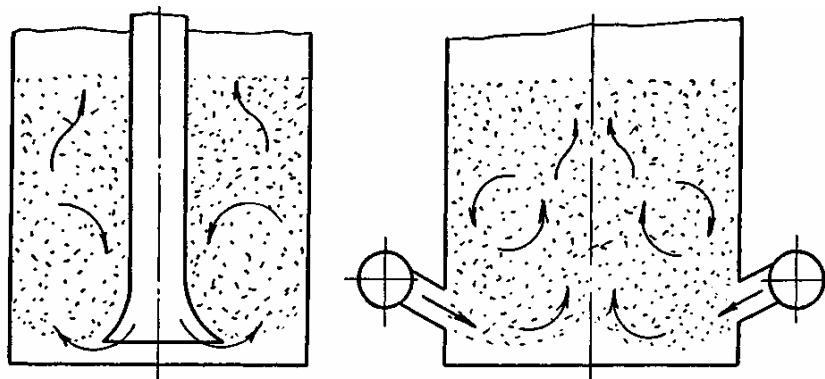


Рисунок 3 – Псевдооживленные слои посредством отраженных потоков:
а) осевой подвод; б) кольцевой подвод

Оживающая среда подаётся перпендикулярно или под углом по одному или ряду раздающих коллекторов на отражающий экран, на котором расположен зернистый материал. Поток оживающего агента расстилается по поверхности экрана, отражается от него и увлекает с собой зернистый материал, и таким образом приводит его в псевдооживленное состояние. Совокупность подводящих оживающий агент коллекторов и отражающего экрана, находящихся в строгом взаимном расположении, называется отражающим комплексом [2].

Псевдооживление отражёнными потоками в настоящее время широко используется при сушке зернистого материала, в специальных конструкциях газораспределительных устройств, при проведении ряда химических процессов в псевдооживленном слое.

В зависимости от конструктивного исполнения подводящих коллекторов способ псевдооживления отражёнными потоками можно классифицировать следующим образом:

- осевой подвод (рисунок 3, а) применяется при отношениях площадей аппарата и подводящего коллектора, обеспечивающих отсутствие образования у стенок аппарата малоподвижной кольцевой колонны, практически не участвующей в процессе псевдооживления;
- кольцевой подвод (рисунок 3, б) применяется в устройствах, внутри которых затруднительно размещение подводящих коллекторов;
- комбинированный подвод, включающий и осевой и кольцевой подводы оживающего агента, может быть использован при значительных габаритах теплотехнического оборудования.

Создание псевдооживленного слоя посредством отражённых потоков возможно в вертикальных каналах различной формы, например, в межпластинчатых.

Псевдооживленные слои, создаваемые посредством отраженных потоков, обладают рядом общих преимуществ и недостатков, присущих кипящим и фонтанирующим слоям, которые состоят в следующем: интенсификация процессов теплообмена; способность к самоочистке; простота конструкции аппаратов, использующих псевдооживленные слои; абразивный износ теплопередающих поверхностей; нежелательные изменения свойств зернистого материала; ограниченность рабочих скоростей оживающего агента критическими скоростями существования слоя.

Однако способ создания псевдооживленного слоя посредством отражённых потоков обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами создания псевдооживленного слоя. Так, в сравнении с кипящими слоями обладает рядом преимуществ, связанных с отсутствием у него распределительной решётки, т.е. отсутствия проваливания частиц зернистого материала через перфорации распределительной решётки; её засорения загрязнениями, поступающими вместе с оживающей средой; гидравлического сопротивления распределительной решётки. Равномерность и устойчивость слоя сохраняется практически идентичной кипящим слоям за счёт равномерного

распределения оживающего агента по поверхности экрана. Наличие достаточно больших зазоров между экраном и подводным коллектором позволяет осуществлять работу теплообменного оборудования на загрязнённой заборной воде. Суммарные гидравлические сопротивления при способе отражённых потоков значительно снижены за счёт улучшенных гидродинамических характеристик отражающего комплекса, несмотря на то, что гидравлическое сопротивление непосредственно псевдооживленного слоя в обоих случаях одинаково. Величина расширения слоя, созданного отражёнными потоками, увеличена по сравнению с кипящими слоями также за счёт улучшения гидродинамических характеристик отражающего комплекса [2].

По сравнению с фонтанирующими слоями, созданные отражёнными потоками, обладают значительно лучшей равномерностью в горизонтальных сечениях и лучшими габаритными характеристиками за счёт ликвидации фонтанирующего комплекса.

Таким образом, можно сделать вывод, что способ создания псевдооживленных слоев посредством отражённых потоков обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами псевдооживления, является наиболее перспективным в части его использования в судовой теплообменной технике для интенсификации теплообмена и автоматизации процесса очистки теплообменных поверхностей. Более изученным является способ псевдооживления при осевом подводе теплоносителя. Поэтому необходимо уделить большее внимание изучению способа псевдооживления отраженными потоками при кольцевом подводе оживающей среды.

Библиографический список

1. Гельперин Н.И. Основы техники псевдооживления / Н.И. Гельперин, В.Г. Айнштейн, В.Б. Кваша. — М.: Химия, 1967. — 664 с.
2. Перепада К.В. Гидродинамика судовых теплообменных аппаратов с псевдооживлением отражёнными потоками при осевом подводе теплоносителя: дис. ... канд. техн. наук: 05.08.05: защищена 20.12.90; утв. 15.05.91 / Перепада Константин Васильевич. — Севастополь, 1990. — 168 с.

Поступила в редакцию 17.12.2008 г.