

Изобретение относится к теплообменной аппаратуре и может быть использовано в быту и в различных отраслях промышленности.

В качестве прототипа выбран теплообменник, описанный в патенте США № 3477501. Теплообменник содержит две концентричные трубки, свернутые в "спираль", имеющую вертикальную центральную линию, причем нижний конец внутренней трубки подсоединен к подлежащей нагреву жидкости, а нагретая жидкость выходит из ее верхнего конца, верхний конец наружной трубки подсоединен к источнику пара, канал для выпуска пара подсоединен к нижнему концу вышеупомянутой наружной трубки. С целью ступенчатого регулирования подачи пара, подачу теплоносителя осуществляют а межтрубное пространство, а подачу подогреваемой жидкости во внутренний трубопровод.

Основным недостатком прототипа является низкий коэффициент теплопередачи теплообменника. Главной причиной низкого коэффициента теплопередачи является влияние на теплоток околотрубного ламинарного слоя и малая величина импульса, закручивающая жидкость по длине трубопровода, а также не эффективный отбор тепла от теплоносителя к нагреваемой жидкости.

Основной задачей изобретения является усовершенствование известной конструкции теплообменника, содержащей две, расположенные одна в другой трубы в виде спирали, за счет изменения формы спирали Теплообменника и иного расположения патрубков для ввода и вывода теплоносителя и нагреваемой жидкости, что позволяет уменьшить влияние на теплоток околотрубного ламинарного слоя, иметь максимальный импульс закручивающий жидкость по длине трубопровода, а также эффективно отбирать тепло ламинарного околотрубного слоя со стороны нагреваемой жидкости, что дает возможность повысить коэффициент теплопередачи теплообменника.

Поставленная задача достигается тем, что в теплообменнике типа "труба в трубе" содержащем наружную и внутреннюю трубы, выполненные в виде спирали, патрубок для ввода нагреваемой жидкости расположен со стороны патрубка для выхода теплоносителя, а патрубок для вывода нагреваемой жидкости расположен со стороны патрубка для входа теплоносителя, причем патрубки для ввода и вывода теплоносителя подсоединены к внутренней трубе, а патрубки для нагреваемой жидкости подсоединены к наружной трубе, при этом спираль имеет форму винтовой линии.

Рассмотрим, каким требованиям должна удовлетворять спираль для уменьшения влияния на теплоток околотрубного ламинарного слоя, а также для увеличения импульса закручивающей жидкости по длине трубопровода до максимального значения.

При движении жидкости по спирали, на жидкость действуют две силы: сила, определяемая кинетической энергией струи, зависящей от расхода жидкости и центробежная сила, определяемая радиусом спирали и квадратом линейной скорости потока.

Под действием этих двух сил, жидкость, движущаяся по трубопроводу спирали будет закрываться около осевой линии трубопровода спирали, "срывая" околотрубный ламинарный слой. Для того, чтобы импульс, закручивающий жидкость был по возможности максимальным и не размывался по длине трубопровода, необходимо, чтобы этот импульс имел по длине трубопровода постоянную частоту.

При изменении расхода жидкости (скорости движения жидкости) частота импульса будет изменяться). Необходимо, чтобы эта измененная частота импульса по длине трубопровода оставалась постоянной.

Эти условия выполняемы только в случае движения жидкости вокруг трубопровода по закону винтовой линии когда и внутренний и наружный трубопроводы имеют один и тот же средний диаметр витков спирали и имеют один и тот же шаг между витками, т.е. когда и внутренний и наружный трубопроводы выполнены в виде "винтовой спирали" с одинаковым радиусом витков и шагом между витками.

Учитывая, что задача теплообменника нагрев жидкости, необходимо в первую очередь "срывать" ламинарный околотрубный слой именно со стороны нагреваемой жидкости, а это значит, что нужно пускать нагреваемую жидкость по межтрубному пространству, а теплоноситель по внутреннему трубопроводу, т.к. условия для образования ламинарного слоя во внутреннем трубопроводе значительно выше, чем в межтрубном пространстве." И это тем более важно, что при таком движении теплоносителя и нагреваемой жидкости наружная температура теплоносителя будет значительно ниже.

На фиг.1 изображена схема предлагаемого теплообменника; на фиг.2 - вид слева фиг.1 с вырывом.

Теплообменник содержит установленные с зазором наружную трубу 1, внутреннюю трубу 2, выполненные в виде винтовой спирали.

На внутренней трубе 1 расположены патрубки 3 и 4 соответственно для входа и выхода теплоносителя, а на наружной трубе 2 расположены патрубки 5 и 6 соответственно для входа и выхода нагреваемой жидкости.

Теплообменник работает следующим образом.

Поток теплоносителя по внутренней трубе 2 через патрубок 3 и нагреваемая жидкость в межтрубном пространстве, образованном трубой 1 и 2 через патрубок 5 одновременно поступают навстречу друг другу.

Жидкость, движущаяся по трубопроводу в витках спиралей труб 1 и 2, закрываясь около осевой линии трубопровода спирали, "срывает" околотрубный ламинарный слой, при этом импульс, закручивающий жидкость, являясь максимальным не размывается по длине трубопровода, а имеет по длине трубопровода постоянную частоту. За счет того, что нагреваемую жидкость пускают по межтрубному пространству, а теплоноситель по внутреннему трубопроводу, в первую очередь при нагреве жидкости "срывается" ламинарный околотрубный слой со стороны нагреваемой жидкости, что позволяет повысить коэффициент теплопередачи теплообменника.

Такая конструкция теплообменника обеспечивает Полное использование всей его площади на промышленном образце изготовленном из трубопроводов, выполненных в виде винтовой спирали, т.е. с одинаковым средним диаметром витков для наружного и внутреннего трубопроводов и с одинаковым шагом, был получен коэффициент теплопередачи более 2000 ккал/м<sup>2</sup> час гр., т.е. в 3 раза выше, чем на линейном образце.

Учитывая такой результат, т.е. силовую зависимость коэффициента теплопередачи от скорости теплоносителя и нагреваемой жидкости был поставлен факторный эксперимент, в котором в качестве

независимых переменных были приняты скорость теплоносителя и нагреваемой жидкости.

Функция отклика имела вид:

$K = 466 - 398V_t - 43V_{н.в} + 2935V_tV_{н.в}$  где  $K$  - коэффициент теплопередачи в  $5 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр.}$ ;

$V_t$  - скорость теплоносителя в м/сек,

$V_{н.в}$  - скорость нагреваемой воды в м/сек.

При увеличении скорости в эксперименте теплоносителя до 1,7 м/сек и нагреваемой воды до 1,4 м/сек был получен коэффициент Теплопередачи  $6000 \text{ ккал/м}^2 \text{ час гр.}$ , что хорошо согласуется с результатами, полученными по выше приведенному 15 уравнению.

Таким образом экспериментально подтверждено, что оптимальная конструкция теплообменника должна удовлетворять следующим условиям:

оба трубопровода должны быть выполнены в виде винтовой спирали, т.е. с одинаковым средним радиусом витков и одинаковым шагом между витками;

теплоноситель должен циркулировать по внутреннему трубопроводу, а нагреваемая жидкость должна циркулировать по межтрубному пространству навстречу друг другу.

В связи с тем, что теплообменники, описанные в приведенных выше авторских свидетельствах, не используются в отечественной промышленности, приводим таблицу сравнительных характеристик предлагаемого теплообменника и теплообменников, описанных в "Справочнике по сантехнике на предприятиях бытового обслуживания". Н.Б.Бахренков и Б.В.Кузнецов, с. 25.

Принцип работы теплообменника и коэффициент теплоотдачи был проверен на макете с наружной трубой 26,75 мм, толщиной стенки 2,75 мм и внутренней трубой диаметром 16 мм и толщиной стенки 2 мм. Коэффициент теплоотдачи экспериментально получен:

$K = 692 \text{ ккал/м}^2 \text{ гр.час.}$

При полученном коэффициенте теплоотдачи проведены сравнительные характеристики существующих теплообменников и предлагаемого (таблица).

Из таблицы видно, что при одинаковой производительности 667 л/час заявляемого теплообменника длиной 400 мм и теплообменника #3075 длиной 2155 мм, расход теплоносителя уменьшился в 2 раза, вес теплообменника уменьшился в 10 раз, длина в 4 раза, диаметр в 2 раза.

При равной производительности 1667 л/час заявляемого теплообменника длиной 2813 мм и предлагаемого теплообменника длиной 100 мм, расход теплоносителя уменьшился в 2 раза, вес в 6 раз, длина в 3 раза, диаметр в 2 раза.

Таким образом, предлагаемый теплообменник обладает новизной, открывая по существу новый тип теплообменной аппаратуры с высокими технико-экономическими показателями по сравнению с существующими теплообменниками и подтвержденными на экспериментальных и промышленном образцах, а именно:

снижение веса (а следовательно и расход металла) в несколько раз;

уменьшение габаритных размеров более чем в два раза;

отказ при изготовлении теплообменников (бойлеров) от цветных металлов;

использование таких теплообменников для утилизации тепла низкотемпературных тепловых отходов.

Предлагаемый теплообменник может широко использоваться в быту, химической, нефтяной, пищевой, энергетической промышленности и особенно там, где лимитируются его вес и габариты.

№ пп	Параметры	Тип теплообменника			
		3075 № 1	Предлагае- мый	3077 № 2,5	Предлагае- мый
1	Производительность, л/час	667	667	1667	1667
2	Т-ра вход. теплонос., °C	100	100	100	100
3	Т-ра вых. теплонос., °C	70	40	70	40
4	Т-ра вход. нагр. жид., °C	10	10	10	10
5	Т-ра вых. нагр. жид., °C	60	60	60	60
6	Расход теплоносит., л/час	1112	556	2778	1389

№№ пп	Параметры	Тип теплообменника			
		3075 № 1	Предлагае- мый	3077 № 2,5	Предлагае- мый
7	Вес, кг	422	40	677,6	100
8	Длина, мм	2155	400	2813	1000
9	Диаметр, мм	916	550	1216	550

