

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

V Міжнародна науково-технічна конференція

8–10 жовтня 2014 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
просп. Героїв Сталінграда, 9*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
НУК, 2014

УДК 621.575

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗВИТЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА В ГЕНЕРАТОРАХ
АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН**

Автор: Хлиева О.Я., Лука О.В.

В последние годы возвращается интерес к применению абсорбционных преобразователей теплоты, таких как холодильные машины и тепловые насосы, поскольку данная техника является очень перспективной в плане энергосбережения и охраны окружающей среды. В настоящее время отечественные АХМ уступают зарубежным аналогам по таким показателям, как удельная металлоемкость и габаритные размеры, в среднем, на 15-30 % [1]. Уменьшение массы и габаритов теплообменных аппаратов, а, следовательно, и их металлоемкости, является актуальной проблемой. Наиболее перспективный путь решения этой проблемы – интенсификация теплообмена. Интенсификация теплообмена в испарителях и конденсаторах холодильных машин на сегодняшний день рассмотрена более подробно, чем интенсификация теплообмена в таком специфическом оборудовании, применяемом только в АХМ, как генератор и абсорбер. Если в составе АХМ генератор является затопленным, соответственно, уменьшение его габаритных размеров позволяет уменьшить и количество заправляемого раствора в машину. Необходимо отметить, что при выборе на практике того или иного метода интенсификации теплообмена приходится учитывать не только эффективность самой поверхности, но и ее технологичность изготовления, технологичность сборки теплообменного аппарата, прочностные требования, чистоту поверхности, особенности эксплуатации и т. д. Важно понимать, что использование разных способов интенсификации приводит к существенно различному увеличению гидравлического сопротивления теплообменного аппарата, а следовательно и к увеличению затрат энергии.

Был выполнен анализ предлагаемых в настоящее время технических средств интенсификации теплообмена в горизонтальном генераторе АХМ затопленного типа. В таком генераторе кипение водоаммиачного раствора происходит на трубках и, в общем, характеризуется высокой интенсивностью теплоотдачи. В трубках движется жидкий теплоноситель, который, предположительно, будет нагреваться от низкопотенциального источника тепла. Для упрощения схемы АХМ и внедрения в нее системы нагрева теплоносителя от низкопотенциального источника тепла (например, солнечного коллектора) целесообразно отказаться от использования водяного пара в качестве теплоносителя. Понятно, что в таком случае интенсивность теплообмена в трубках будет существенно ниже, чем при кипении водоаммиачной смеси на трубках. Поэтому задача интенсификации теплообмена внутри трубок генератора АХМ является актуальной. Применительно к течению однофазных теплоносителей предложено использовать турбулизаторы потока на поверхности, шероховатые поверхности и поверхности, разви-



тые за счет оребрения, закрутка потока спиральными ребрами, шнековыми устройствами, завихрителями, установленными на входе в канал, подмешивание к потоку жидкости газовых пузырей, вращение или вибрация поверхности теплообмена и др. [1-2]. Эффективность этих способов различна, в лучшем случае удастся увеличить теплоотдачу в 2-3 раза. После подробного анализа литературных источников был сделан вывод, что в рассматриваемом генераторе АХМ целесообразно использовать трубки с кольцевыми диафрагмами. На наружной поверхности трубы накаткой наносятся периодически расположенные кольцевые канавки (рис. 1).

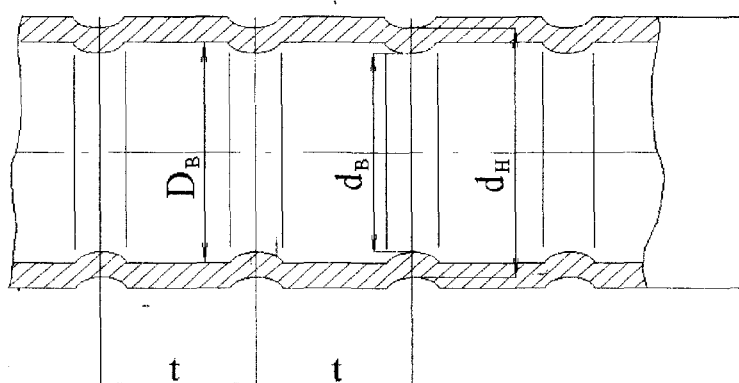


Рис. 1. Труба с кольцевыми турбулизаторами

При этом на внутренней стороне трубы образуются кольцевые диафрагмы с плавной конфигурацией. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулизуют поток в пристеночном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб. При этом не увеличивается наружный диаметр труб, что позволяет использовать данные трубы в тесных пучках и не менять существующей технологии сборки теплообменных аппаратов. Разработанная технология накатанных труб несложна, допускает использование стандартного оборудования. Кроме того, этим трубам характерна пониженная загрязняемость. Таким образом, трубы с кольцевыми турбулизаторами удовлетворяют всем требованиям, необходимым для их широкого практического использования. В работе [2] отмечается, что применение данного метода интенсификации теплообмена позволяет в 1,5-2 раза уменьшить объем теплообменного аппарата при неизменных значениях тепловой мощности и мощности на прокачку теплоносителей. На следующем этапе выполнения научного исследования планируется сравнить расчетные значения коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления для генератора АХМ с гладкими трубками и с трубками кольцевыми диафрагмами, причем планируется рассмотреть влияние шага расположения турбулизаторов на общие тепловые и гидравлические характеристики генератора.

Источники литературы:

1. Степанов К.И., Волков О.В. Перспективы применения развитых поверхностей теплообмена в абсорбционных бромистолитиевых преобразователях теплоты // VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2013 г.); Материалы конференции. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – С 102-104.
2. Дрейцер Г.А. О некоторых проблемах создания высокоэффективных трубчатых теплообменных аппаратов. Новости теплоснабжения. – 2004. – № 5. (www.ntsnu.ru)

УДК 621.575.932:621.565.92

**МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ ЦИКЛІВ ПРОЦЕСІВ
ТЕПЛО І МАСООБМІНУ В ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ
АБСОРБЦІЙНИХ ВОДОАМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ
МАШИН (ВАХА)**

Автори: Іщенко І.М., Тіглов О.С.,

Одеська національна академія харчових технологій

Абсорбер ВАХА. Система рівнянь, які описують процеси тепло- і масообміну на елементарній ділянці має вигляд:

а) рівняння балансу маси :

$$-G_0 \cdot dY = k_A \cdot (y - y^*) \cdot \psi \cdot dF; \quad (1)$$

б) рівняння балансу тепла між потоками ПГС і ВАР :

$$G_0 \cdot c'_p \cdot dt = \alpha \cdot (\vartheta - t) \cdot \psi \cdot dF; \quad (2)$$

в) рівняння теплопередачі між потоком ВАР і навколишнім середовищем:

$$k \cdot (\vartheta - \Theta) \cdot dF' = dQ_A; \quad (3)$$

 Рівняння теплового балансу на ділянці dx :

$$-G_0 \cdot q_{abc} \cdot dY = G_0 \cdot c'_p \cdot dt - G_{ВАР} \cdot c_{ВАР} \cdot d\vartheta + dQ_A; \quad (4)$$

де k_A — коефіцієнт масопередачі при абсорбції пари аміаку з ПГС слабким ВАР; α — коефіцієнт теплообміну між потоками ВАР і ПГС; k — коефіцієнт теплопередачі від потоку ВАР до охолоджуючого середовища; Θ — температура охолоджуючого середовища; t — поточна температура потоку ПГС; ϑ — поточна температура потоку ВАР; G_0 — масові витрати інертного газу-водню, кг/с; Ψ — поверхня теплообміну, яка приходить на одиницю поверхні зіткнення фаз (цівки рідини і потоку ПГС); $dF = dx \cdot \pi \cdot d_{вн}$ — площа елементарної ділянки внутрішньої поверхні труби абсорбера, м²;