

Об эффективности абсорбционных холодильных машин

Магистрант гр.106М-17 Вахобов Б.Б., научный руководитель Каримов К.Ф.
Ташкентский государственный технический университет

Для решения проблемы энергетического кризиса было много предложений: утилизация отработанной энергии, развитие новых циклов, разработка эффективных теплообменников и автоматики абсорбционных холодильных машин. Особенно, для газосжигающей, двойной эффективностью машины с водным раствором бромистого лития, которая составляет самую большую часть в рынке, были проведены многочисленные исследования. Улучшение теплоэнергетических характеристик достигается применением вспомогательных теплообменников, увеличением разности между концентрациями слабого и крепкого раствора [1].

В работе [2] показано влияние двойного эффекта абсорбции бромистого лития/вода на характеристики холодильной машины. Экспериментальный стенд включал в себе, главным образом, генератор высокой температуры (HTG), генератор низкой температуры (LTG и HC), абсорбер (ABS), испаритель (EVA), конденсатор (CON) и два теплообменника раствора (HSX и LSX). Слабый раствор из абсорбера закачивается в высокотемпературный генератор, возвращая тепло в LSX и HSX. В высокотемпературном генераторе генерируется водяной пар и увеличивается концентрация бромистого лития. В низкотемпературном генераторе раствор становится более концентрированным из-за конденсации водяного пара в HC. Водяной пар, генерированный в низкотемпературном генераторе, конденсируется и подается в испаритель. В испарителе достигается эффект охлаждения и испаренный пар поглощается в раствор в абсорбере. Опыты показали, что теплообменники раствора при повышении их эффективностей больше влияют на характеристики машины, чем конденсатор, абсорбер, испаритель и низкотемпературный генератор. При неизменных эффективностях теплообменников, увеличение разности концентраций от 6% до 10% приведет к увеличению холодильного коэффициента от 1,147 к 1,191. Эффект теплообменников раствора и разности концентраций приведен в табл.1. В работе не указывается метод повышения эффективности теплообменных аппаратов.

Таблица 1 - Влияние разности концентраций

		Базовый цикл	Улучшенный цикл	
Разность концентраций		6%	6%	10%
Эффективность LSH		0,74	0,90	0,9
Эффективность HSX		0,77	0,90	0,9
Соотношение коэффициентов теплопередачи, $\frac{k}{k_{\text{базовый}}}$	LSH	1	2,37	1,08
	HSX	1	2,29	1,11
	CON	1	0,97	0,96
	ABS	1	0,95	1,44
	EVP	1	1,00	1,87
	LTG	1	1,04	1,06
Холодильный коэффициент		1,032	1,147	1,191

В абсорбционных холодильных машинах абсорбер имеет наибольший объем и массу. В [3] предложено уменьшение размеров аппарата применением теплообменных труб малого диаметра взамен стандартных. Исследованы трубы диаметром 15,88; 12,7; 9,52 мм. Как показывают результаты опытов, тепловой поток в абсорбере увеличится с увеличением расхода раствора. Тепловой поток, также увеличится с уменьшением диаметра. В опытах с трубой 15,88 мм значение числа $Re_f = 20$ и расход охлаждающей воды 10 л/мин, тепловой поток 8165,41 Вт/м². При диаметрах трубы 12,7 и 9,52 мм, тепловой поток на 1% и 6% выше соответственно. Количество поглощенного в растворе пара увеличится с увеличением расхода раствора. Кроме того, массовый расход увеличится с уменьшением диаметра трубы. Повы-

шение количества массы составляет 10% и 16% для трубы 12,7 и 9,52 мм соответственно. Тепловой поток увеличится с увеличением расхода охлаждающей воды, но увеличение теплового потока становится медленнее когда расход охлаждающей воды увеличится больше 10 л/мин. Тепло- и массообменные характеристики трех труб различного диаметра сравнены сопоставлением холодопроизводительностей трех различных абсорберов, которые имеют одинаковые объем и перепад давлений труб, но различные диаметры. Холодопроизводительность увеличится с уменьшением диаметра трубы. При диаметре трубы 15,88 мм, межосевое расстояние – 17 мм, перепад давления 3,448 Па и холодопроизводительность 70,34 кВт. При диаметрах труб 12,7 мм и 9,52 мм межосевое расстояние 14,6 мм и 12,16, тогда холодопроизводительность 76,95 и 83,81 кВт соответственно. Это значит, что при диаметрах труб 12,7 мм и 9,52 мм холодопроизводительность на 9,4% и 19,2% выше соответственно, чем холодопроизводительность труб диаметром 15,88 мм. По заключению авторов [3], наилучшую тепло- и массообменную характеристику имеет труба с диаметром 9,52 мм. Обратим внимание на то, что замена труб большого диаметра на маленькие привлечет к изменению в технологии изготовления аппарата и конструкции – меняется трубная решетка.

Анализируя вышеупомянутых и других работ, можно ставить задачу для дальнейшего исследования для развития абсорбционных машин. Исследование и разработка эффективных теплообменных аппаратов, абсорберов является актуальной проблемой химической технологии, холодильной техники. Применение нами предложенной теплообменной поверхности [4] может повысить энергетическую эффективность холодильной машины, интенсифицируя теплообмен в аппаратах и/или сократить массогабаритные характеристики абсорбера. При этом не нарушается технология изготовления теплообменников и абсорбера. Такие поверхности исследованы нами в конденсаторе, испарителе парокомпрессионных холодильных машин [5] и абсорберах химических производств.

Использованная литература

1. Lee S.W., Kim M.S., Jeong S., Cho H.U., Nam S.Ch., Jeong J. Systematic approach for improvement of double effect LiBr/H₂O absorption chillers // Proc. of the 3 rd Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning. Gyeongju, Korea. May 21-23, 2006. Vol. 1. pp. 245-249.
2. Kaita Y. Thermodynamic properties of lithium bromide-water solution at high temperature // International Journal of Refrigeration, No24, 2001. pp. 374-390.
3. Phan T.T., Moon Ch.G., Yoon J., Kim J.D., Kang K.Ch. Study on high performance and compact absorber using small diameter heat exchanger tubes // Proc. of the 3 rd Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning. Gyeongju, Korea. May 21-23, 2006. Vol. 1. pp. 341-344.
4. Заявка на патент РУз IAP 20170004. Карбонизационная колонна. Нурмухамедов Х.С., Закиров С.Г., Каримов К.Ф., Мавланов Э.Т. и др.
5. Каримов К.Ф. Совершенствование теплообменных аппаратов и машин холодильной техники // Дисс. на соис. докт.тех.наук. Ташкент. 2016 г.