

УДК 621.56.001

Г. К. Лавренченко

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, 65026, г. Одесса, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕФРИЖЕРАТОРОВ ЛИНДЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ РАБОЧИЕ ТЕЛА. 1. БИНАРНЫЕ СМЕСИ

Энергетические характеристики рефрижератора Линде, реализующего регенеративный цикл с однократным дросселированием, можно существенно улучшить за счёт перехода с традиционных (однокомпонентных) хладо- или криоагентов на эффективные многокомпонентные рабочие тела. В статье ставится и решается задача определения оптимальных составов смесей и давлений в действительных циклах рефрижераторов Линде, соответствующих экстремумам холодопроизводительности или эксергетического КПД. За основу взяты смеси с гетеронезеотропными типами фазовых равновесий. Показана многочисленными расчётами возможность роста холодопроизводительности и эксергетического КПД рефрижераторов Линде при использовании в них бинарных и трёхкомпонентных смесей оптимальных составов.

Ключевые слова: рефрижератор Линде; термодинамический цикл; холодопроизводительность; эксергетический КПД; смесь; гетеронезеотропные равновесия; оптимальный состав смеси.

Power characteristics of Linde refrigerator which realizing a regenerative cycle with unitary throttle are possible to improve due from traditional (unicomponent) of refrigerant or cryoagents to effective multicomponental working bodies. The problem of definition optimum concentrations of mixtures and pressures in the real cycle of Linde refrigerator which appropriate extremums of refrigerating capacity or exergetic efficiency are putting and solving. For a basis are taken the mixtures with geterononazeotropical types of phase equilibrium. The opportunity of growth refrigerant capacity and exergetic efficiency of Linde refrigerators are shown by numerous calculations at use in them of binary and three-componental mixtures, optimum concentrations.

Key words: Linde refrigerator; a thermodynamic cycle; refrigerating capacity; exergetic efficiency; a mixture; geterononazeotropical equilibrium; optimum concentration of a mixtures.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

C_i - концентрация компонентов i ;
 \vec{C} - вектор концентраций компонентов;
 D_c, D_p - множества, соответственно, концентраций МРТ и давлений;
 h - энтальпия;
 $\Delta h(T_E) = h_1 - h_2$ - интегральный изотермический дроссель-эффект при температуре окружающей среды T_E ;
 l - удельная работа сжатия рабочего тела;
 l_p, l_v - две жидкие фазы и пар, находящиеся в равновесии;
 $l(s)$ - удельная работа адиабатного сжатия при $s = \text{const}$;
 $l(T_E)$ - удельная работа изотермического сжатия при температуре окружающей среды T_E ;
 p - давление;
 p_1, p_2 - давления обратного и прямого потоков в цикле Линде (давления всасывания и нагнетания компрессора);
 $p_{sm}(T)$ - давление трёхфазного (жидкость-жидкость-пар) равновесия в бинарной смеси;
 $q(T_R)$ - удельная холодопроизводительность рефрижератора;
 $Q(T_R)$ - холодопроизводительность рефрижератора;
 q_h - потеря холодопроизводительности, вызванная теплопритоками из окружающей среды;

q_r - потеря холодопроизводительности из-за неполноты регенерации тепла (от недорекуперации на тёплом конце теплообменника) в рекуперативном теплообменнике;
 s - энтропия;
 T - температура;
 T_R, T_E - температуры, соответственно, криостатирования (охлаждения) и окружающей среды;
 v_1 - удельный объём смеси на всасывании в компрессор;
 V_h - объём, описываемый поршнями компрессора в секунду;
 x_i, y_i - содержания i -го компонента смеси в жидкой или паровой фазах;
 ε - холодильный коэффициент цикла или рефрижератора;
 $\eta_{ex}(\psi)$ - электрический КПД компрессора;
 η_{ex} - эксергетический КПД рефрижератора Линде;
 φ_1, φ_2 - функции штрафа;
 $\lambda(\psi)$ - коэффициент подачи компрессора;
 Θ_{12} - параметр уравнения состояния Редлиха-Квонга-Вильсона, учитывающий разнородные взаимодействия компонентов;
 τ_{ex} - эксергетическая температурная функция;
 ψ - степень повышения давления в компрессоре.