

УДК 621.59.66.078

Г. К. Лавренченко

Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА», а/я 271, 65026, г. Одесса, Украина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТУПЕНЕЙ СЖАТИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ВОДОРОДНЫХ И ГЕЛИЕВЫХ УСТАНОВОК

Криогенные водородные и гелиевые установки большой производительности не удастся создавать на основе центробежных турбокомпрессоров из-за низких степеней сжатия этих газов в одной ступени. Определенные сложности возникают и при использовании для этих целей винтовых маслозаполненных компрессоров. В предыдущих наших исследованиях было показано, что число ступеней сжатия можно существенно уменьшить при переходе к компримированию смесей водорода и гелия с тяжелыми низкотемпературными хладагентами. Однако применение хладагентов в смесях с водородом и гелием приводит к существенному росту затрат мощности на сжатие по сравнению с подобными процессами для чистых водорода и гелия. В данной статье подробно рассматриваются два варианта решения данной проблемы, которые позволяют работу сжатия смесей приблизить к работе компримирования чистых криоагентов или даже сделать ее ниже. Один из вариантов основан на организации сжатия криоагента в среде кипящего хладагента, а другой — на чередовании процессов компримирования и промежуточного охлаждения смеси кипящим хладагентом.

Ключевые слова: гелий; водород; хладагент; криогенная гелиевая установка; криогенная водородная установка; сжатие смесей криоагент – хладагент; R12 (дифтордихлорметан); ступень сжатия и предварительного охлаждения; центробежный компрессор; винтовой компрессор.

The cryogenic hydrogen and helium tonnage units are failed to be created on the basis of centrifugal compressor because of the low degrees of compression of these gases in one step. The certain complexities to appear and at usage for these purposes the screw oil-flooded compressors. In our previous researches was shown that the number of steps of compression can essentially be reduced at conversion to compression of hydrogen and helium mixtures with the hard low-temperature refrigerants. However the application of refrigerants in mixtures with hydrogen and helium reduces to essential growth of power's expenses on compression in comparison with the similar processes for the pure hydrogen and helium. Two variants of the solution given problems are presented in the given article which allows the operation of compression of the mixtures to approximate to operation the compression of the pure cryoagents (helium and hydrogen) or even to make it below. One of variants is based on organization the cryoagent compression in the environment of a boiling refrigerant and another — on interchange of compression processes and the intermediate cooling of mixture by a boiling refrigerant.

Keywords: helium; hydrogen; refrigerant; cryogenic helium unit; cryogenic hydrogen unit; compression of the cryoagent-refrigerant mixtures; R12 (difluordichlormethane); step of compression and preliminary cooling; centrifugal compressor; screw compressor.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

C_p, c_p — теплоёмкость или её удельное значение при $p = \text{const}$;

E — эксергетическая потеря;

F'_1, F'_2, F''_1, F''_2 — гипергеометрические функции;

G — массовый расход;

h — удельная энтальпия;

k — показатель изоэнтропы;

L — работа;

M — масса хладагента, криоагента или их смеси;

N — состав, мольный или объемный, бинарной смеси криоагент – хладагент;

n — число ступеней сжатия турбокомпрессора или число промежуточных охладителей;

N_i — число молей;

p — давление;

Q — количество тепла, холодопроизводительность или поток тепла;

q — удельное количество тепла;

R — газовая постоянная;

r — удельная теплота парообразования;

S — энтропия;

T — температура;

U, u — внутренняя энергия и ее удельное значение;

V, v — объём или его удельное значение;

W — мощность;

μ — молекулярная масса;

π_i — степень повышения давления в i -ой ступени;

$\eta_{ад}$ — адиабатный КПД ступени турбокомпрессора;

Π — общая степень повышения давления при компримировании.