

Ю. Ф. Шмалько

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины,  
ул. Дм. Пикарского, 2/10, 61046, г. Харьков, Украина

Д. В. Волосников

ОАО «Львовский химический завод», ул. Раховская, 16, 79070, г. Львов, Украина

**МЕТАЛЛОГИДРИДНЫЕ ТЕРМОСОРБЦИОННЫЕ КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И СЖАТИЯ ВОДОРОДА**

*Металлогидридные термосорбционные компрессоры используются в различных энерготехнологиях. Они могут найти применение и в воздухоразделительных установках, криогенных водородных системах и т.п. В статье рассматриваются вопросы оценки эффективности сжатия водорода в термосорбционном компрессоре; приводятся характеристики компрессоров для очистки и сжатия водорода.*

**Ключевые слова:** металлогидрид; термосорбционный компрессор; водород; аргон.

*Metal-hydride thermosorption compressors are used in various energotechnology. They may find application and in air separations plants, cryogenic hydrogen systems etc. Questions of an estimation efficiency compression of hydrogen in thermosorption compressor are considered; characteristics of compressors for clearing and compression of hydrogen are resulted in article.*

**Key words:** metal-hydride; thermosorption compressor; hydrogen; argon.

**I. ВВЕДЕНИЕ**

К металлогидридам – обратимым сорбентам водорода в настоящее время наблюдается повышенный интерес в связи с открывающимися перспективами создания эффективных теплоиспользующих устройств для различных энерготехнологий [1]. Эти устройства могут сорбировать водород, длительно и безопасно хранить его, очищать и выдавать (десорбировать) потребителю с заданными давлением и расходом.

Металлогидридные термосорбционные компрессоры (ТСК) могут найти применение в установках очистки сырого аргона от кислорода каталитическим гидрированием [2]. При этом водород с помощью ТСК будет не только сжиматься до высоких давлений, но одновременно и очищаться от примесей.

В данной статье рассматриваются вопросы оценки эффективности ТСК, а также приводится информация об основных характеристиках различных компрессоров, созданных в ИПМаш НАН Украины.

**II. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЖАТИЯ ВОДОРОДА В ТСК**

Особенностью физико-химических свойств обратимых металлогидридов является образование и разложение их при тепловом воздействии на составные компоненты, способные выдерживать значительное число циклов сорбции-десорбции водорода [3].

Теоретически сжатие водорода в ТСК без потерь осуществляется с термодинамической точки зрения

таким образом, что энергия, подводимая в форме тепла, преобразуется в работу сжатия с эффективностью, равной преобразованию тепла в механическую энергию в цикле Карно, осуществляемом в интервале температур  $T_2 = T_{max}$  и  $T_1 = T_{min}$  [4].

В реальных циклах ТСК имеет место внешняя и внутренняя необратимости, обусловленные гистерезисом между процессами сорбции-десорбции, неполнотой регенерации тепла, конечной скоростью протекания тепловых и термохимических процессов, наличием газовых примесей в сорбируемом водороде, температурными градиентами на теплообменных поверхностях.

Используем эффективный КПД для определения влияния степени регенерации тепла и мертвого пространства на степень совершенства термохимического сжатия водорода в ТСК в следующем виде:

$$\eta_{эф} = \frac{Q_s(1-k_m) \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2} - \frac{0,5\Delta T_2}{T_2} - \frac{0,5\Delta T_2}{T_1 + 0,5\Delta T_1} \right)}{Q_s(1-k_m) + (1-\sigma) \left[ c_p \frac{1-k_s}{\Psi} (T_2 - T_1) + Q_s k_m \right]}, \quad (1)$$

где  $Q_s$  – энергия фазового перехода;  $T_2, T_1$  – соответственно, верхняя и нижняя температуры цикла (температуры десорбции и сорбции);  $\Delta T_2, \Delta T_1$  – температурный гистерезис на верхнем и нижнем температурных уровнях;  $k_m$  – коэффициент, учитывающий вредное пространство;  $k_s$  – коэффициент, характеризующий соотношение масс металлогидрида и конструкции;  $\Psi$  – массовая доля водорода в металлогидриде;  $\sigma$  – степень регенерации тепла.