

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА РОСТА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В УЗЛАХ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

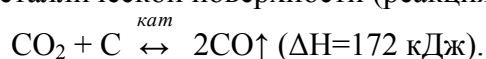
Л.Е. Агуреев, Н.Н. Ситников, А.А. Касимовский, Д.Ф. Слесарев

*ФГУП «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша», г. Москва, Россия
e-mail: trynano@gmail.com*

В работе рассмотрены основные физико-химические процессы на атомарном и нано- уровнях, которые могут приводить к эрозии стенки газовада современного кислородно-керосинового жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Как одна из главных причин эрозии, описан процесс формирования углеродных нановолокон на покрытии.

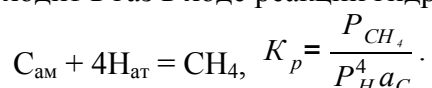
Следует отметить, что одними из первых углеродные нанотрубки обнаружили советские учёные – сотрудники ИФХЭ в 1952 г. при исследовании реакции газификации углерода.

Основной причиной разрушения стенки газовада ЖРД является взаимодействие её элементов с углеродом, который формируется при диссоциации оксида углерода (II) на металлической поверхности (реакция Белла-Будуара):

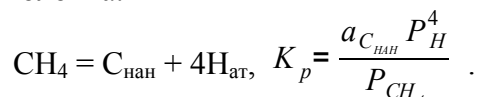


При температуре ниже 400°C равновесие практически полностью сдвинуто влево, а при температуре выше 1000°C вправо (в сторону образования CO).

На внутренней стенке газовада возможно появление углеродных волокон, они образуются на катализаторах (Fe, Ni), дефектах поверхности, трещинах, включениях, очагах газовой коррозии и отдельных частицах. Углеродные наноструктуры могут появляться на стенке и в дальнейшем отрываться под действием газового потока, унося частицы металлов. Они формируются при неоднородном нагреве стенки газовада в области высокой температуры, когда аморфный неструктурированный углерод переходит в газ в ходе реакции гидрирования активированным водородом:



Затем углерод вновь осаждается при попадании на нагретую каталитическую поверхность, самоорганизуясь в результате прямого пиролиза в более упорядоченные нановолокна:



Выше приведены не все возможные процессы появления наноструктур углерода на металлической стенке газовада ЖРД, в работе исследованы и другие механизмы роста нановолокон.