

УДК 629.76

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТВЕРДОТОПЛИВНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ АЗИДА НАТРИЯ

Губерниева В.С.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Ваулин С.Д.  
Южно-Уральский государственный университет

Низкотемпературный твердотопливный газогенератор высокого давления на основе азидата натрия (НТГГ ВД) – перспективный газогенератор. НТГГ ВД имеет форму сферы. Принцип действия газогенератора: при срабатывании пиропатрона запуска продукты сгорания через рассекатель попадают на канальную шашку и инициируют разложение азидата натрия. Образовавшийся азот через ряд отверстий в гильзе заполняет свободный объем газогенератора. При открытии мембраны азот через фильтр поступает в дополнительную емкость, а после сгорания шашки подается потребителю. НТГГ ВД имеет широкую область применения: химическая, нефте- и газодобывающая промышленность; сельское хозяйство; электротехника; ракетостроение, автомобилестроение.

Проведенный термодинамический расчет является подробным и ранее не проводился. Практическая ценность расчета – уточнение математической модели рабочих процессов газогенератора, заключающееся в том, что будут пересмотрены уравнения в соответствии с влиянием изменений теплофизических свойств. Для реализации расчета была использована программа М.А. Корепанова (ИжГТУ, г. Ижевск).

Термодинамический расчет проводился при следующих допущениях: не учитываются конструктивные особенности газогенератора; отсутствуют трение, теплообмен с окружающей средой, потери из-за неравновесности процесса; диссоциированные продукты сгорания пребывают в состоянии полного равновесия в любом сечении газогенератора; течение установившееся, одномерное. Воспламенительный состав и заряд охарактеризованы энтальпиями и условными химическими формулами.

В результате термодинамического расчета получен возможный теоретический равновесный состав продуктов сгорания в зависимости от давления при заданной температуре в газогенераторе. Построены графики изменения состава продуктов сгорания в зависимости от давления. Состав продуктов сгорания воспламенительного состава определялся при давлениях 1-45 МПа и температуре 3340 К; заряда и воспламенительного состава совместно - при 10-45 МПа, температуре 881 К; заряда – при 10-45 МПа, температуре - 920 К. Было установлено, что изменение состава продуктов сгорания воспламенительного состава, заряда, воспламенительного состава и заряда совместно значительно увеличивается и носит нелинейный характер, что можно объяснить сложностью протекания реакции горения при данных давлениях и температурах. Это необходимо учитывать при проведении теплового расчета. В процессе горения воспламенительного состава при давлениях около 9 МПа образуются новые соединения ( $C_2N$ ,  $C_2N_2$ ,  $H_2CO$ ,  $CH_2$ ) и исчезают радикалы O, OH. При совместном горении воспламенительного состава и заряда состав продуктов сгорания изменяется примерно на 30%. Следует отметить, что при давлении 10,8-11 МПа и 31,5 МПа наблюдается существенное повышение массовой доли  $TiC^*k$ , а массовая доля  $TiN^*k$  резко понижается. Изменение состава продуктов сгорания заряда составляет примерно 44%.