

№ вкл	Тсп	Тпд1	Тпд	Тимп	Мг'	Мо'	Кп	Римп	Ю
	<i>мс</i>	<i>мс</i>	<i>мс</i>	<i>мс</i>	<i>Г/сек</i>	<i>Г/сек</i>	-	<i>ата</i>	<i>сек</i>
1	73	17	47	27	12,9	54,8	4,25	6,84	139
2	73	17	46	33	12,9	54,8	4,25	6,66	169
3	73	16	47	33	12,9	54,8	4,25	6,55	169
4	74	17	45	33	12,9	54,8	4,25	6,71	168
5	73	17	45	33	12,9	54,8	4,25	6,74	169

Автоматизированная система управления и информационного обеспечения для исследования ЖРДМТ используется на одном из огневых вакуумных стендов СГАУ для определения динамических и энергетических характеристик двигателей в импульсных и непрерывных режимах работы, а также для получения информации при исследовании по специальным программам.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЕРХЗВУКОВЫХ ГАЗОВЫХ ЗАВЕС В РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ МАЛОЙ ТЯГИ

Дружин А.Н., Рыжков В.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Исследование теплового состояния ракетного двигателя малой тяги с газозавесным охлаждением, организованным вдувом газообразного компонента (окислителя) в начальном сечении сопла Лавалья [1], показало, что энергетическая эффективность такой завесы резко снижается при больших расходах охлаждающего газа, необходимого для надежной тепловой защиты двигателя в целом. В связи с этим представляется целесообразной организация дополнительной завесы, охлаждающей сверхзвуковую часть сопла.

В работе анализируются результаты экспериментального исследования энергетической эффективности сверхзвуковых газовых завес, полученные в ракетном двигателе малой тяги с различными схемами смесеобразования (на основе газожидкостных дублетов - изделие М1 и центробежных форсунок - изделие М2), описанных в [2]; с двумя вариантами завесного охлаждения, организованного в сверхзвуковой части сопла (радиальная закрученная - РЗ и тангенциальная закрученная - ТЗ завесы), в зависимости от следующих факторов:

- расход охладителя;
- род завесного газа;
- способ организации завесы;

- состав и параметры рабочего тела в основном потоке;
- структура распределения параметров в основном потоке.

Энергетическая эффективность сверхзвуковой завесы оценивалась величиной относительного удельного импульса тяги двигателя

$$\bar{I}_Y = I_Y / I_{Y_{БЗ}},$$

где I_Y - удельный импульс тяги двигателя при вдуве завесы;

$I_{Y_{БЗ}}$ - удельный импульс тяги двигателя без вдува завесы.

На рис. 1 показана зависимость относительного удельного импульса тяги от массового соотношения компонентов топлива в камере $\kappa_{тк}$, характеризующего состав рабочего тела в основном потоке, при различных значениях относительного расхода охладителя (по отношению к общему расходу газообразного компонента, как в [2]. В качестве охладителя использовались кислород и азот.

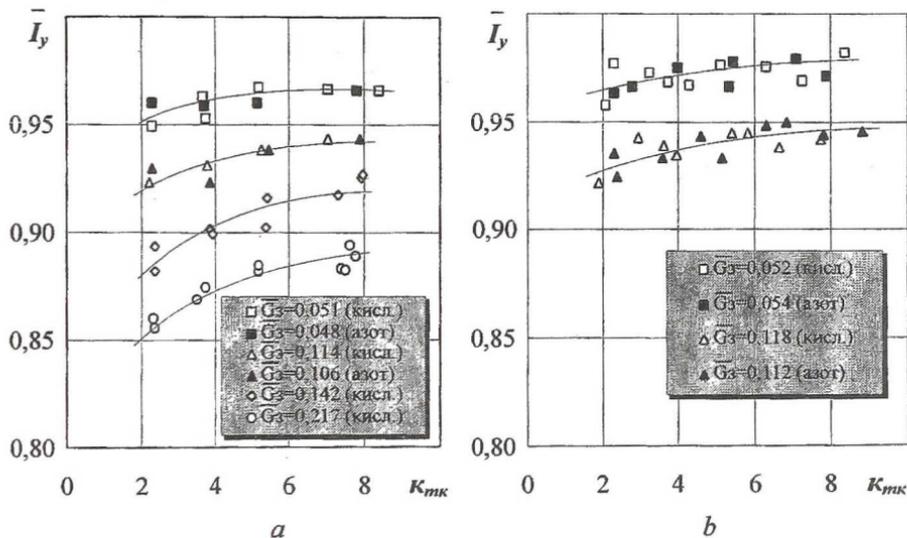


Рис. 1. Влияние расхода охладителя на зависимость относительного удельного импульса тяги от соотношения компонентов топлива в камере. (Изделие М2. Завесы сверхзвуковые закрученные радиальная (а) и тангенциальная (б). Вдув кислорода и азота)

Видно, что при малых расходах газа в сверхзвуковую завесу ($\bar{G}_3 \leq 0,1$), представляющих практический интерес, его влияние на энергетическую эффективность незначительно (в пределах $\Delta \bar{I}_Y \leq 2,5\%$). Сни-

жение энергетической эффективности завесы в диапазоне $\kappa_{mk}=2...4$ связано, в основном, с характером зависимости $I_y=f(\kappa_{mk})$ в этой области.

В отличие от результатов, полученных при исследовании дозвуковых завес [2], энергетическая эффективность сверхзвуковых завес оказывается независимой от рода вдуваемого газа. Это обусловлено относительно слабым смешением газа завесы с основным потоком в сверхзвуковом сопле и неучастием кислорода, подаваемого в сверхзвуковую завесу, в химических реакциях основного потока даже при использовании закрученных завес, создающих повышенную турбулентность.

Анализ влияния способа организации сверхзвуковой завесы и структуры потока рабочего тела, определяемой схемой смесеобразования, иллюстрируемого рис. 2, показывает, что сверхзвуковая тангенциальная закрученная завеса имеет некоторое преимущество в экономичности (порядка 2...4%) по сравнению со сверхзвуковой радиальной закрученной при одинаковой величине расхода охладителя.

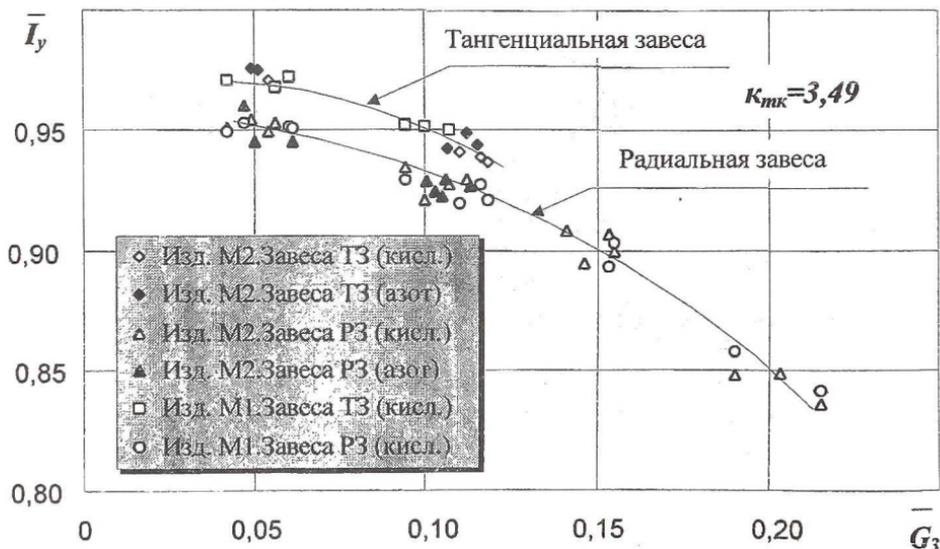


Рис. 2. Влияние способа организации сверхзвуковой завесы и структуры потока на зависимость относительного удельного импульса тяги от относительного расхода охладителя в завесу (Изделия М1 и М2. Завесы сверхзвуковые закрученные. Вдув кислорода и азота)

Различная структура распределения параметров в основном потоке, формируемая смесительными головками двигателя, практически не оказывает влияния на энергетическую эффективность сверхзвуковых завес, что

подтверждает предположение о слабом взаимодействии газа завесы и продуктов сгорания основного потока в этой части сопла Лавала.

Таким образом, в работе показано, что основными факторами, определяющими экономичность ракетных двигателей со сверхзвуковой газовой завесой, следует считать величину расхода охладителя и способ его подачи. Род завесного газа, структура потока и состав рабочего тела практически не влияют на энергетическую эффективность завес.

Полученные результаты свидетельствуют о незначительной интенсивности массообменных процессов, сопровождающих взаимодействие завесного и основного потоков, и слабом влиянии факторов, отражающих эти процессы, на энергетические характеристики двигателя.

Список литературы

1. Винокуров М.В., Дружин А.Н., Рыжков В.В., Старцев В.В. Исследование теплового состояния высокотемпературного ракетного двигателя малой тяги с дозвуковой газовой завесой //Вестник СГАУ. Сер. Проблемы и перспективы развития двигателестроения. -Вып. 3, ч.1 -1999. - С. 98-103.
2. Дружин А.Н., Рыжков В.В., Старцев В.В. Энергетическая эффективность дозвуковых газовых завес в ракетных двигателях малой тяги //Вестник СГАУ. Сер. Проблемы и перспективы развития двигателестроения. -Вып. 3, ч.1 -1999. -С. 104-108.

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА В ТЕРМОДИНАМИКЕ ТЕЛА ПЕРЕМЕННЫХ МАССЫ И СОСТАВА

Егорычев В.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Рабочее тело в камере ракетных двигателей малой тяги, а также в камерах сгорания различных типов двигателей и энергетических установок представляет собой с точки зрения термодинамики рабочее тело переменных массы и состава.

Построение замкнутой контрольной поверхности, ограничивающей такое рабочее тело, совершенно произвольно. Оно в каждом конкретном случае определяется задачами исследования, удобством и простотой построения математической модели процесса и оперирования этой моделью. Вне границ рабочего тела располагается окружающая среда, с которой рабочее тело обменивается массой и энергией.

Изменение массы рабочего тела обусловлено приходом в контрольный объем исходных веществ и расходом из него действующих элементов рабочего тела. При внутреннем приходе исходные вещества