

К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ПО РАСЧЕТУ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУЙНОЙ ФОРСУНКИ ЖРДМТ 17Д58Э ТЯГОЙ 13,3 Н

И.Д. Кальницкий, В.Л. Салич

ФГУП «Научно-исследовательский институт машиностроения»,
г. Нижняя Салда Свердловской области.

В статье описаны проблемы, возникающие при изготовлении и контроле качества изготовления струйных форсунок ЖРДМТ 17Д58Э производства ФГУП "НИИМаш". Авторами определен круг задач и пути для их решения.

ЖРДМТ, втулка окислителя, форсунка окислителя, длина нераспушенной части струи

Развитие ракетно-космической техники с целью дальнейшего освоения космического пространства характеризуется увеличением объема и разнообразием задач, выполняемых с помощью космических аппаратов. Для поддержания или изменения пространственного положения КА применяются активные, пассивные или комбинированные системы исполнительных органов. Наибольшее распространение получили активные системы управления, использующие в качестве исполнительных органов ЖРДМТ, которые обеспечивают ориентацию КА, коррекцию орбиты, стабилизацию КА при воздействии на него внешних и внутренних возмущений, угловые и линейные перемещения КА при стыковках, расстыковках и других маневрах, создание перегрузок для обеспечения подачи топлива из баков при запуске маршевых ЖРД в условиях невесомости, торможение при спуске КА с орбиты.

Назначение ЖРДМТ и условия эксплуатации определяют особенности организации рабочего процесса в камере сгорания ЖРДМТ, в том числе:

- малый расход топлива;
- малое число форсуночных элементов;
- трудность обеспечения равномерного распределения сравнительно небольшого количества топлива по сечению камеры;

- низкое давление в камере сгорания, особенно в момент запуска;
- отсутствие регенеративного охлаждения;
- работа в непрерывном и в импульсном режимах;
- большой ресурс включений (до 106 включений) обусловили появление большого числа схем и организации рабочего процесса в ЖРДМТ, что связано, в основном, с отсутствием в настоящее время надежных методов расчета процессов смесеобразования и преобразования топлива в камере сгорания, а также с условиями эксплуатации, циклограммой работы и условиями технологического обеспечения предприятия-изготовителя.

В схемах смесеобразования со струйными форсунками смешение компонентов осуществляется либо за счет столкновения струй горючего и окислителя в объеме камеры или предкамеры либо при взаимодействии струй компонентов с перегородкой или стенкой камеры.

Такая схема смесеобразования применена в двигателе 17Д58Э (тяга – 13,34 Н $P_{вх}=14,72 \cdot 10^5$ МПа, $I_{уд}=2688$ м/с). Струйные форсунки предназначены как для организации рабочего процесса в камере сгорания, так и для охлаждения стенок камеры и сопла.

Одним из основных требований к струйным форсункам ЖРДМТ 17Д58Э (тяга – 13,34 Н) является длина

нераспушенной части струи. В настоящее время длина нераспушенной части струи по тракту "О" ограничена 40 мм (расход – 2,43 г/с, перепад $0,22 \pm 0,03$ МПа).

Диаметр струйных форсунок втулки "О" двигателя 17Д58Э составляет 0,2 мм, и обеспечить дальноточность струй, истекающих из таких форсунок дело далеко не простое. К таким струйным форсункам, учитывая ограниченное число их на двигателе (4 отверстия) и важность исполняемой роли, предъявляются жесткие требования по выполнению. Эскиз форсуночных отверстий во втулке "О" представлен на рис. 1.

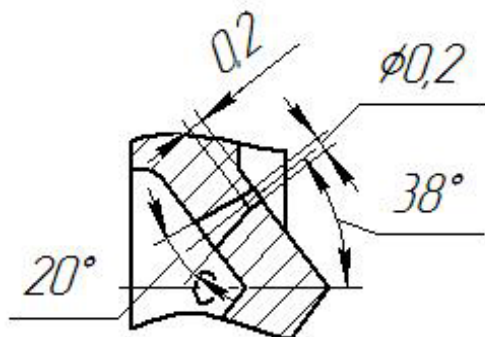


Рис. 1

Особенность таких форсуночных отверстий заключается в том, что на входе в форсунку (выполненную электроискровым прожиганием) имеется конический входной участок (диффузор) с углом 20° .

Контроль гидравлических параметров втулок проводится при гидравлических проливках по фотографиям-образцам, созданным по ОСТ 92-0191. Фотографирование производится для каждого тракта в двух положениях через 90° . Пример фотографии втулки "О" при гидравлических испытаниях приведен на рис. 2.

- Такой способ имеет ряд недостатков:
- зависимость от внешних факторов (свет, погрешность гидравлического стенда, свойства рабочего тела);
 - разрешающие способности фотоаппаратуры;

- масштабная погрешность;
- качество печати фотографий-образцов;
- невозможность определения четкой границы начала распада струй и т.д.

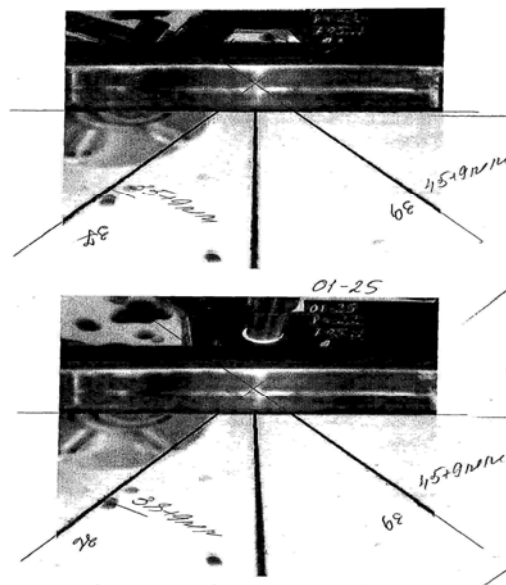


Рис. 2

Эти недостатки часто приводят к значительному различию длины нераспушенной части струй форсунок, определенных по фотографиям-образцам и визуально.

Другим фактором, влияющим на длину нераспушенной части струй являются геометрические размеры форсунок и подводящих трактов головки ЖРДМТ. Эскиз подводящего тракта по линии «О» двигателя 17Д58Э представлен на рис. 3

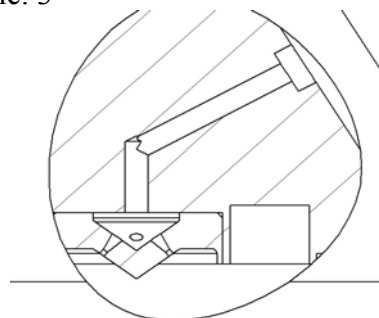


Рис. 3

С целью выявления влияния подводящего тракта на гидравлические

параметры струй были проведены следующие работы:

- выбрали две втулки, одна из которых (№6) имеет наихудшие параметры струй, а другая наилучшие (№25) при проливках на одном корпусе смесительной головки;

- пролили партию корпусов головок (10 шт.) с этими втулками и без них.

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1.

№ СГК	№ втулки «О»							
	6				25			
1	50	44	42	54	32	45	40	44
2	41	44	29	47	32	44	29	42
3	40	40	40	49	29	29	29	42
4	59	25	24	56	45	26	19	35
5	45	40	40	54	31	40	25	42
6	47	9	29	55	40	37	22	41
7	40	51	40	44	37	43	29	44
8	40	52	49	57	33	54	44	40
9	40	49	32	54	34	36	29	41
10	41	39	38	55	40	39	39	41

Из полученных результатов видно, что втулка №6, имеющая при автономных испытаниях меньшие длины нераспушенной части струй чем втулка №25, при испытаниях в составе нескольких корпусов смесительной головки имеет длину нераспушенной части струи большую чем втулка №25.

Для более объективной оценки качества изготовления форсунок необходимо исключить влияние этих недостатков.

Одним из направлений совершенствования метода определения нераспушенной части струи является создание рабочего места, имеющего

постоянное по времени и интенсивности освещение, фотоаппаратуру высокого разрешения и гидравлический стенд, способный поддерживать перепад давления при испытаниях с погрешностью до 0,01 атм.

Для обеспечения требований к струям также необходимо разработать методику определения границы распада струй в зависимости от геометрических размеров форсунок и подводящих трактов головки ЖРДМТ.

Библиографический список

1. Распыливание жидкостей / Ю.Ф. Дитякин, Л.А. Клячко, Б. В Новиков, В. И. Ягодкин,- М.: «Машиностроение», 1977. 208 с.
2. Лышевский А. С. Распыливание топлива в судовых дизелях. Л., "Судостроение", 1971. 100 с.

ON PROBLEM FORMULATION OF MAIN PARAMETERS CALCULATION FOR 13.3N THRUSTER 17D58E SPRAY INJECTOR

I.D. Kalnitskii, V.L. Salich

Federal State Unitary Enterprise
Research and Development Institute of Mechanical Engineering
Nizhnyaya Salda, Sverdlovsk region

This paper describes problems of fabrication and quality control of thruster 17D58E spray injectors manufactured by FSUE R&DIME. Authors defined a list of problems and ways for their solving.

Информация об авторах:

Кальницкий Игорь Дмитриевич инженер-конструктор 2 категории конструкторского отдела ФГУП «НИИМаш» г. Нижняя Салда. Тел. (34345) 36-572. E-mail: niimash@list.ru. Область научных интересов: расчётно-теоретические и экспериментальные исследования рабочих процессов в жидкостных ракетных двигателях малой тяги.

Салич Василий Леонидович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела перспективных разработок НИИМаш, г. Нижняя Салда. Тел. (34345) 36-246. E-mail: niimash@list.ru. Область научных интересов: исследование теплофизических процессов в ракетных двигателях и энергетических установках, математическое моделирование внутрикамерных процессов.

Authors information:

Kalnitskii Igor Dmitrievich, Design Engineer, Design-Engineering Department, FSUE R&D Institute of Mechanical Engineering, Nizhnyaya Salda. Phone: (34345) 36-572, E-mail: niimash@list.ru Area of research: design-theoretical and experimental researches of low-thrust rocket working processes.

Salich Vasily Leonidovich, Candidate of Technical Science, Leading Research Engineer, Head of Research Division for Advanced Developments of R&D Institute of Mechanical Engineering, Nizhnyaya Salda. Phone:(34345) 36-246. E-mail: niimash@list.ru. Area of research: thermophysic processes in rocket engines and powerplants, mathematical simulations of combustion chamber processes.