

УДК 629.7

Анализ методов и средств контроля масс компонентов ракетного топлива при заправке топливных баков летательных аппаратов

Бобровник Владимир Игоревич^(*)

bv3333@yandex.ru

Чугунков Владимир Васильевич

chvbmstu@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данном тезисе рассмотрены существующие и перспективные методы контроля масс компонентов ракетного топлива, заправляемых в топливные баки летательных аппаратов. Проведен анализ применяемых в системах заправки методов и технических средств контроля процессов заполнения топливных баков. Рассмотрен способ реализации метода массового дозирования в системах заправки летательных аппаратов техническими средствами стартового комплекса.

Ключевые слова: ракета космического назначения, разгонный блок, заправка топливных баков, контроль заполнения, массовое дозирование

Введение. При эксплуатации разгонных блоков актуальной является задача контроля масс (дозирования) компонентов ракетного топлива при заполнении баков с минимальной погрешностью. В настоящее время, при заправке топливных баков низкокипящими компонентами топлива на стартовых комплексах используется метод объемного дозирования. Основным недостатком такого подхода заключается в том, что масса (доза) заправляемого компонента определяется косвенным методом по результатам фиксации уровня топлива в баке [1] и измерения его температуры. Погрешности в определении уровня свободной поверхности топлива в баке, физических параметров заправляемого компонента и т. д., могут приводить к значительным ошибкам определения фактической заправленной массы топлива.

Наиболее предпочтительным является метод массового дозирования, позволяющий напрямую производить контроль массы топлива. Данный метод широко используется при заправке разгонных блоков высококипящими компонентами на технической позиции и реализуется с использованием весоизмерительного оборудования [2, 3], которое невозможно использовать на стартовом комплексе при заправке криогенными компонентами топлива.

Учитывая текущие тенденции, системы массового дозирования будут востребованы для контроля заполнения баков летательных аппаратов на стартовых комплексах при заправке сжиженными газами: кислородом, водородом и сжиженным природным газом.

Материалы и методы; результаты. Для реализации на стартовых комплексах метода массового дозирования рассмотрено построение системы контроля массы заправляемого компонента с использованием в ее составе кориолисовых массовых расходомеров. Проведен анализ характеристик мас-

совых расходомеров данного типа по допускаемым температурным условиям, давлению, их диапазонам и погрешностям измерения массового расхода по данным производителей.

В структуре системы предусмотрены блоки измерения массового расхода топлива на входе в бак и паров компонента топлива, дренируемых из бака в процессе выполнения заправочных операций, а также блоки поверки расходомеров.

Подобные системы могут найти применение на стартовых комплексах для дозирования высококипящих компонентов ракетного топлива, заправляемых в топливные баки ракет-носителей.

Заключение. Применение на стартовых комплексах систем контроля массы заправляемого компонента, основанных на принципах массового дозирования, позволяет улучшить качество выполнения операций дозирования компонентов топлива в топливных баках и, как следствие, более точное выведение на требуемые орбиты полезной нагрузки с уменьшением гарантированных запасов топлива в баках летательных аппаратов.

Список источников

- [1] Скворцов Б.В., Захаров Р.С., Живоносная Д.М. Методы и устройства измерения уровня топлива в процессе заправки ракет-носителей и основные направления их развития. *Авиакосмическое приборостроение*, 2019, № 5, с. 3–14.
- [2] Николаев А.В., Шульга В.М. Результаты разработки и внедрения новых методов, технологий и оборудования заправки баков летательных аппаратов компонентами ракетного топлива. *Космонавтика и ракетостроение*, 2024, № 1 (134), с. 170–185.
- [3] Сова А.Н., Шульга В.М., Николаев А.В., Борисов В.Г., Чернецкая М.Л. Результаты применения метода многопорционного весового дозирования для заправки разгонного блока. *Двойные технологии*, 2022, № 4 (101), с. 21–23.