

УДК 629.08

Экспериментальное обоснование возможности применения весоизмерительных устройств типа УВПД для заправки ксеноном баков космических аппаратов

Борисов Виктор Геннадиевич

Viktor1973@mail.ru

Фурсов Константин Станиславович^(*)

k.fursov@russian.space

Шульга Виктор Михайлович^(*)

v.shulga@russian.space

Николаев Андрей Викторович^(*)

nikolaev@russian.space

Филиал АО «ЦЭНКИ» — «НИИ ПМ имени академика В.И. Кузнецова», Москва, Россия

Аннотация. Экспериментально обоснована возможность применения весоизмерительных устройств типа УВПД при заправке ксеноном баков космических аппаратов (КА) на космодроме «Восточный». Поскольку заправка космических аппаратов (КА) ксеноном может занимать несколько суток, необходимо экспериментально определить действительную погрешность весов типа УВПД при их многочасовом постоянном нагружении.

Ключевые слова: заправка, ксенон, весоизмерительные устройства, погрешность

Введение. Одной из задач, которые необходимо решить на заправочно-нейтрализационной станции (ЗНС) космодрома «Восточный», является обеспечение заправки баков космических аппаратов ксеноном. В первую очередь необходимо обеспечить заправку двух аппаратов, которые условно назовем КА 1 и КА 2. Массы аппаратов, массы заправляемых доз и допустимые погрешности заправки составляют: 1500 кг и 3000 кг, 70 кг и 300 кг, $\pm 0,4$ кг и $\pm 1,2$ кг для аппаратов КА 1 и КА 2 соответственно.

Методы и материалы; результаты. При проведении эксперимента была исследована следующая технология заправки: КА устанавливаются на платформу весов и подключаются к выходной магистрали комплекса заправки (КЗ), который в данном случае служит в качестве генератора давления [1]. Отсечка дозы ксенона и определение массы выданной дозы производится по показаниям весов.

В комплекте весоизмерительного оборудования ЗНС имеются весы УВПД-2500 и УВПД-5000 [2], на которые можно соответственно установить КА 1 и КА 2. Характеристики весов: УВПД-2500 ($M_{\max} = 2500$ кг, $m_{\text{ре}} = \pm 0,2$ кг в интервале взвешивания от 20 до 100 кг), УВПД-5000 ($M_{\max} = 5000$ кг, $m_{\text{ре}} = \pm 0,5$ и ± 1 кг для интервалов взвешивания 5–250 кг и 250–1000 кг).

Проведены экспериментальные исследования по определению показаний ползучести (изменения показаний весов во времени при постоянной нагрузке) весов УВПД-2500 и УВПД-5000, и ее влиянию на действительные значения погрешности данных весов на космодроме «Восточный» при заправке КА1 и КА2 ксеноном. При испытаниях весов в целях утверждения ползучести

в соответствии с ГОСТ OIML R76-1–2011 определяется в течение 4 ч. После прогрева весов, взятия нуля, гири, имитирующие космические аппараты КА1 и КА2 с массой 1500 и 3000 кг соответственно, были установлены на платформы УВПД-2500 и УВПД-5000. Показания обоих каналов УВПД-2500 и УВПД-5000 регистрировали с частотой измерений 1 раз в 10 с. Для каждого весов провели по 3 серии измерений длительностью от 25 до 44 ч. В конце каждого цикла измерений определяли действительную погрешность весов.

Выдача доз ксенона массой 100 кг в бак КА 1 и 300 кг в бак КА 2 длится не менее 10 и 15 часов соответственно. Поэтому в случае УВПД-2500 их показания за 10 часов до окончания измерений принимали за ноль и производили нагружение весов гирями до нагрузки 100 кг с шагом 20 кг. Действительная погрешность весов равнялась разности их показаний при нагружении и показаний, принятых за ноль. Для УВПД-5000 за ноль принимали их показания за 15 часов до начала нагружений в диапазоне нагрузок 60–300 кг, что соответствует времени выдачи дозы ксенона массой 300 кг.

Заключение. Выдачу дозы ксенона в КА установленные на УВПД-2500 и УВПД-5000 следует проводить после нагружения весов не менее чем через 8 часов. Действительные значения погрешностей УВПД-2500 (при выдаче дозы в течение 10 часов в диапазоне доз 20–100 кг) равные $\pm 0,04$ кг много меньше $m_{\text{ре}} = \pm 0,2$ кг и требуемой погрешности заправки $\pm 0,4$ кг. Действительная погрешность УВПД-5000 (при выдаче дозы в течение 15 часов в диапазоне доз 60–300 кг) равная $\pm 0,1$ кг, много меньше $m_{\text{ре}} = \pm 0,5, \pm 1$ кг и допустимой погрешности заправки $\pm 1,2$ кг. Поэтому при заправке погрешность взвешивания доз ксенона допускается принимать равной значению $m_{\text{ре}}$ для УВПД-2500 и УВПД-5000.

Список источников

- [1] Совко А.Н., Шульга В.М., Николаев А.В., Борисов В.Г. Технология заправки баков космических аппаратов ксеноном. *XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021, т. 2, с. 440–442.
- [2] *Устройства весоизмерительные платформенные двухканальные УВПД.* Свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.28004 А № 56671. Регистрационный номер № 58366-14, ООО «ЭЛВЕС», 2014.