

Система измерения вибронагрузок (СИВ) при транспортировке ракеты космического назначения

Задача

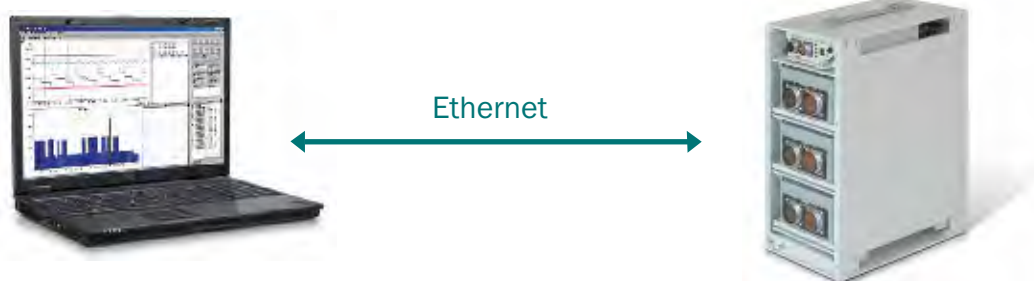
Выполнение виброизмерений для определения уровней вибронагрузок, действующих на конструкцию изделия, в процессе его транспортирования от завода-изготовителя до сборочного (СБК) и стартового комплексов (СК) Космического центра Наро (Южная Корея) и сопоставление их с нормативными уровнями для принятия решения о дальнейшем продолжении работ.

Решение

Мобильная система измерений на базе измерительно-вычислительного комплекса МІС-ТІ и станции сбора данных на основе ноутбука

Состав СИВ:

- акселерометр емкостной, трёхосевой
- акселерометры пьезоэлектрические, трёхосевые
- ИВК МІС-ТІ
- станция сбора данных (ноутбук Panasonic CF-30)
- комплект кабелей

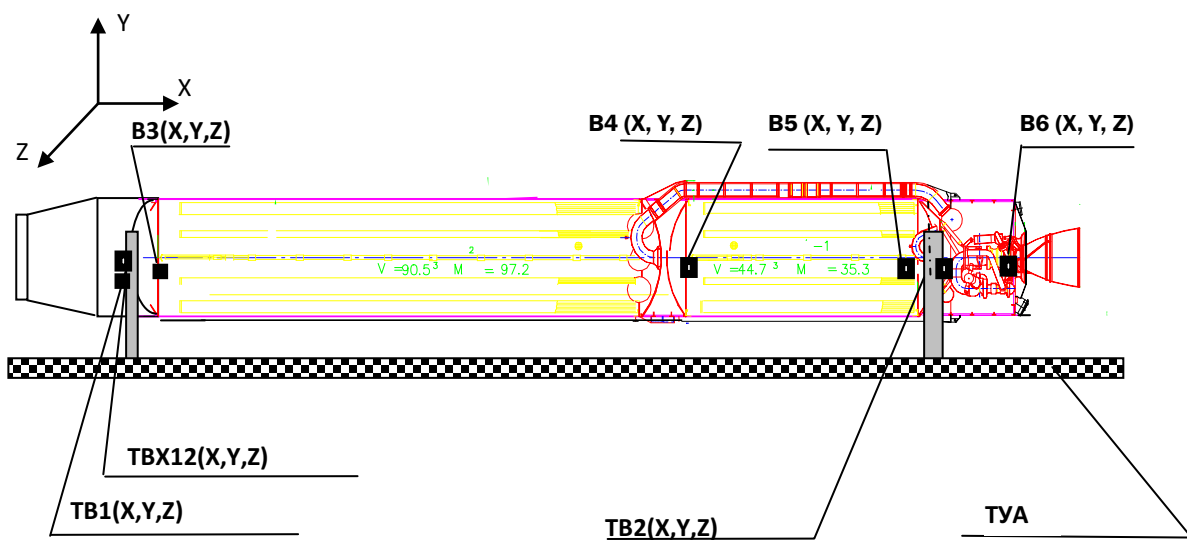
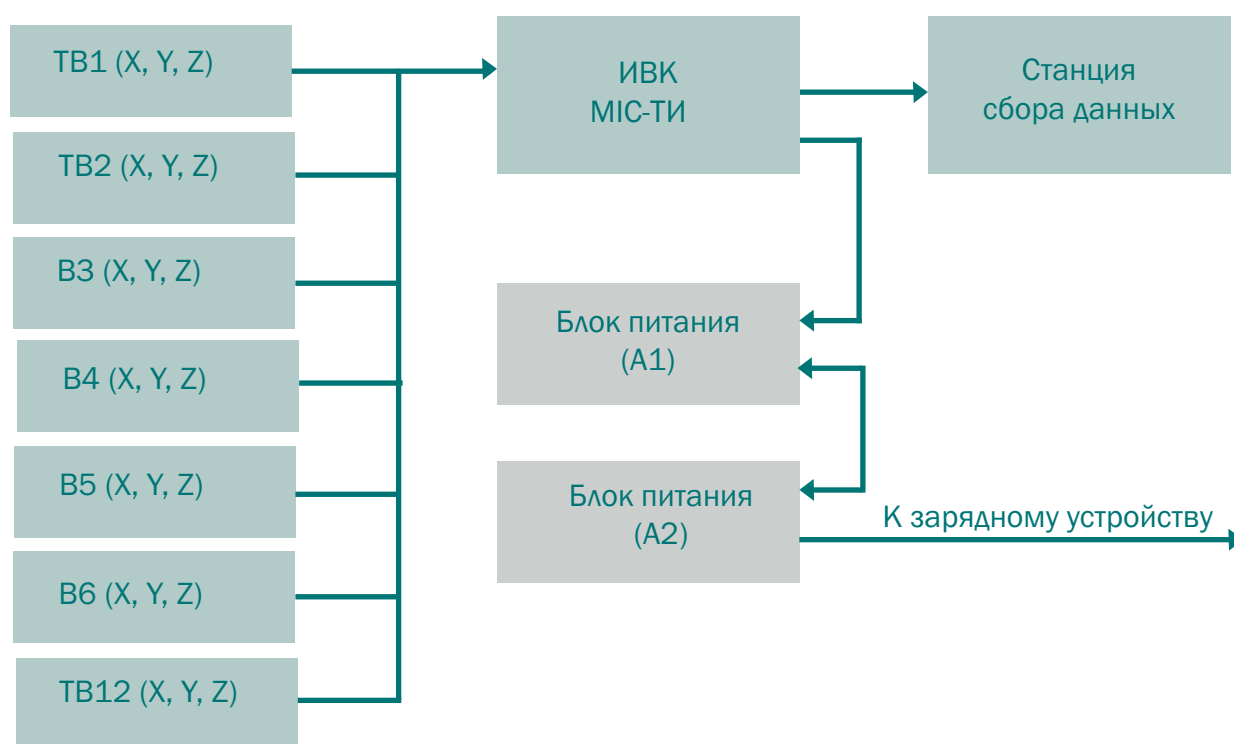


Технические характеристики МІС-ТІ

Число регистрируемых параметров (модули виброизмерений МС-201СР-6 шт., МС-114-1 шт.)	28
Основная приведенная погрешность измерений, %	0,5
Рабочая температура окружающей среды, °С	0...+50
Диапазон входного аналогового сигнала, В	±10
Частотный диапазон входного канала, Гц	0...1800
Потребляемая мощность, Вт	≤ 40

Напряжение питания, В	19...30
Допустимые внешние механические воздействия: - ударное ускорение, g. - время непрерывной работы, ч	≤ 8 без ограничений
Масса, кг	5
Габариты, мм	257 x 155 x 316

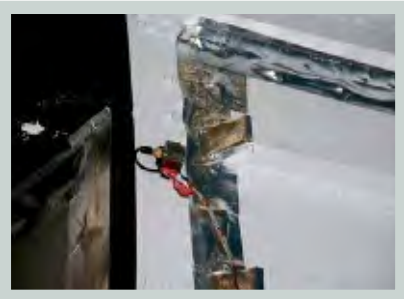
Акселерометры



ТУА - транспортно-установочный агрегат



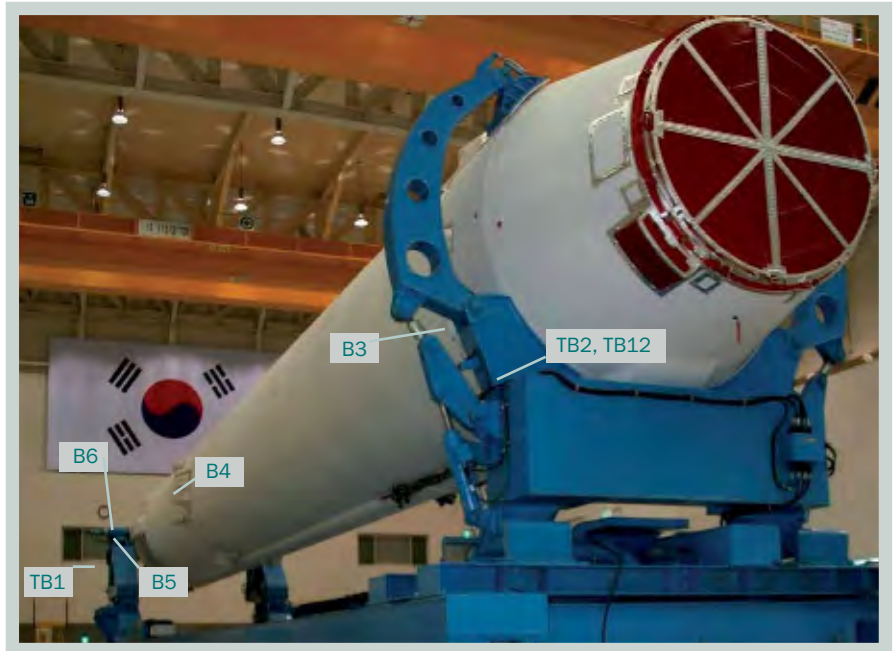
Акселерометр TB1
на задней опоре ТУА



Акселерометр B6



Акселерометр B3



Акселерометры TB2, TB12
на переднем ложементе ТУА



Транспортировка

1 этап –

от завода-изготовителя до аэропорта по железной дороге на раме агрегата авиатранспортирования, установленного на ж/д платформе



2 этап –

на самолете АН-124-100: изделие находится на агрегате авиатранспортирования, установленном на жёсткие опоры и закреплённом от перемещений цепями



3 этап –

от аэропорта до морского порта автотранспортом на агрегате авиатранспортирования со скоростью 10÷15 км/час



4 этап –

от морского порта до морского причала на барже:
изделие находится на агрегате авиатранспортирования, установленном на жёсткие опоры и закреплённом от перемещений цепями



5 этап –

от морского причала до СБК автотранспортом на агрегате авиатранспортирования с скоростью 10÷15 км/час



6 этап –

«сухой вывоз» изделия на СК:

- транспортирование изделия на ТУА от СБК до СК и от СК до СБК со скоростью до 3 км/ч



- наезд на подъемно-установочный агрегат (ПУА)



- вертикализация изделия на СК
- опускание изделия на СК



7 этап –

транспортирование ракеты-носителя с космическим аппаратом на ТУА до СК со скоростью до 3 км/ч; наезд на ПУА



8 этап –

транспортирование ракеты-носителя с космическим аппаратом на ТУА от СК до СБК и от СБК до СК со скоростью до 3 км/ч



Программное обеспечение СИВ

Регистрация параметров виброизмерений проводилась с использованием ПО «Recorder», предназначенного для:

- управления режимами работы СИВ
- вычисления характеристик параметров виброизмерений
- отображения сигналов на мониторе компьютера
- записи зарегистрированных данных на жёсткий диск компьютера.

Обработка сигналов виброизмерений проводилась с помощью ПО «WinПОС Professional» путем визуального просмотра полученных реализаций в диапазоне частот до 50 Гц на пути следования изделия автомобильным, ж/д транспортом и до 320 Гц на пути следования изделия авиационным транспортом.

Таблица максимальных уровней нагружения для режима «взлёт-посадка»

Место установки датчика	Обозначение параметра	Направление оси					
		Ось X		Ось Y		Ось Z	
		Амплитуда виброускорения, g					
		Замер	Норма	Замер	Норма	Замер	Норма
Передняя опора	ТВ2 (X, Y, Z)	0,53		0,69		1,1	
Задняя опора	ТВ1 (X, Y, Z)	0,22	-	0,43	-	0,51	-
Верхний шпангоут бака «О»	3 (X, Y, Z)	0,24		-1±0,78		0,39	
Верхний шпангоут бака «Г»	4 (X, Y, Z)	0,23	±0,9	-1±0,56	-1±1	0,47	±0,55
Нижний шпангоут бака «Г»	5 (X, Y, Z)	0,25		-1±0,37		0,36	
Шпангоут хвостового отсека	6 (X, Y, Z)	0,26	-	-1±0,32	-	0,55	-

Результаты

- на всех этапах транспортирования изделия от завода-изготовителя до СК Космического центра Наро процессы вибронгружений изделия зарегистрированы в полном объёме, качественно без сбоев, оборудование СИВ функционировало штатно
- максимальные значения и значения спектральных плотностей виброускорений на всех этапах транспортирования не превысили нормативных уровней

