

УДК 621.317.2

## МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Юсупов Р.Ю., Попов А.П.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Магнитно-импульсные установки (МИУ) широко применяются для различных технологических процессов обработки материалов: штамповки, калибровки, сварки и других, в авиационной и ракетно-космической промышленности, в силу мелкосерийного и опытного характера производства. МИУ относятся к классу экологически чистого и энергосберегающего оборудования: не имеют механических движущихся частей или гидравлического привода, не создают в процессе работы вибрацию и шум, не содержат токсичных материалов.

В НИЛ-41 СГАУ разработаны и внедрены на предприятиях авиакосмического профиля МИУ нового поколения, отличающиеся конструктивным исполнением и широким диапазоном характеристик по запасаемой энергии, частоте разряда, производительности.

Установки большой энергоёмкости с запасаемой энергией 20...60 кДж созданы для обработки крупногабаритных деталей: формовки и калибровки оболочек баков и обтекателей летательных аппаратов; для калибровки камер сгорания ЖРД.

Установки средней энергоёмкости 3...10 кДж, применяются для обработки материалов из сплавов алюминия, меди в технологии штамповки, сборки и сварки трубчатых и плоских деталей толщиной 1...3 мм. Мобильное исполнение таких МИУ позволяет производить работу на стапеле с изделием, перемещая энергоблок в пределах производственного участка.

Установки малой энергоёмкости 0,5...1 кДж выполнены в настольном исполнении и применяются для сборки, сварки, калибровки малогабаритных деталей из тонкостенных материалов толщиной 0,1...0,5 мм.

МИУ с высокой частотой разрядного тока - 50...150 кГц, применяются для технологии импульсной сварки и обработке тонкостенных заготовок.

Низкочастотные МИУ, с собственной частотой разрядного тока 20...40 кГц, применяются для обработки толстостенных заготовок в технологии формовки, сборки.

В качестве примера применения в космической отрасли технологии магнитно-импульсной обработки следует отметить комбинированный способ штамповки, калибровки и сварки облегченных корпусов разъемов электросоединителей бортовой кабельной сети (БКС). Вес облегченных корпусов в 20-40 раз меньше традиционных корпусов, полученных механической обработкой. Облегченные корпуса разъемов применяются в БКС РН «АНГАРА», РН «ПРОТОН-М», РБ «БРИЗ-М» и др. На рисунке 1 показаны конструкции облегченных корпусов разъемов БКС, полученных с помощью малогабаритной МИУ-300.



Рисунок 1. Облегченные корпуса разъемов БКС изготовленные импульсным магнитным полем.

В таблице 1 показаны основные параметры МИУ нового поколения НИЛ-41 СГАУ.

Тип МИУ	$W_{\max}$ (kJ)	$U_0$ (kV)	$F_0$ (kHz)	$I_{\max}$ (kA)	Производительность (импульсов/час.)	Габариты (мм)	Масса (kg)
<b>МИУ-50</b>	50	1...20	30	600	240	1800 x 800 x 1700	900
<b>МИУ-30</b>	31	1...18	40	400	320	1600 x 500 x 1700	800
<b>МИУ-15</b>	18	1...20	50	400	320	1200 x 800 x 1500	500
<b>МИУ-10</b>	10	1...12	60	300	360	800 x 800 x 1200	350
<b>МИУ-3</b>	3,5	1...10	65	200	360	500 x 800 x 1100	200
<b>МИУ-1</b>	1	1...7	75	50	600	650 x 360 x 500	60
<b>МИУ-300</b>	0,5	0,5...5	100	30	720	500 x 300 x 500	50

Преимущества использования МИУ нового поколения НИЛ-41 СГАУ:

- В МИУ применяются импульсные конденсаторы с высокой удельной энергией и малым содержанием масляного диэлектрика, снижающие риск пожарной опасности, а также, экологически чистые разрядники с высоким ресурсом работы, не требующие настройки и периодического обслуживания.

- Для заряда накопителя энергии МИУ используется энергосберегающая система с режимом «мягкого пуска».

- Габариты и масса МИУ снижены в 3...5 раз по сравнению с аналогами.

- Ресурс работы МИУ в зависимости от режимов разряда более 500 000 импульсов.

Перспективным направлением применения малогабаритных МИУ на борту летательного аппарата в условиях космического полета является: использование импульсных технологий для сборочных и ремонтно-восстановительных работ, которые могут проводиться по команде оператора на борту или дистанционно, по команде с земли.