

эксплуатацией на рынках перевозок, связи и телекоммуникаций. Такая постановка означает качественное изменение траектории хозяйственного оборота. Экспорт, основанный на новых знаниях и технологиях, способен обеспечить гораздо более высокие темпы и устойчивость опережающего экономического роста, чем использование традиционных

промышленных технологий и экспорта топливных ресурсов.

Для успешной конкуренции на глобальных рынках необходимо осуществить максимальную интеграцию российских аэрокосмических разрабатывающих и производственных мощностей в рамках единой системы менеджмента.

УДК 621.044.7.001.24

## РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ СТУПЕНЧАТОГО РАЗГОНА ТВЕРДЫХ ТЕЛ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО СОУДАРЕНИЯ

Барвинок<sup>1</sup> В.А., Кирилин<sup>2</sup> А.Н., Самохвалов<sup>1</sup> В.П., Тюлевин<sup>2</sup> С.В., Вершигоров<sup>2</sup> В.М.

<sup>1</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет  
<sup>2</sup> ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

Явление высокоскоростного удара используется для исследования характера взаимодействия неподвижных преград с движущимся твердым телом при скоростях более 1 км/с. Следует отметить, что скорость, при которой наблюдаются характерные особенности высокоскоростного удара, может изменяться в широких пределах, зависящих от свойств, как снаряда, так и преграды. Минимальную скорость, необходимую для обеспечения условий высокоскоростного удара, иногда определяют как величину, при которой скорость движения поверхности между снарядом и преградой сразу после соударения превышает скорость продольной упругой волны в материале преграды. Для одинаковых материалов соударяемых тел скорость удара должна превышать удвоенную скорость звука. Область высокоскоростного удара остается еще сравнительно новой и исчерпывающее описание методики и эффекта высокоскоростного соударения пока еще не сформулировано окончательно. Условия удара в различных экспериментах не одинаковы, каждая методика связана с определенной используемой аппаратурой и оборудованием. Однако, в последнее время в связи с проблемой защиты летательных аппаратов от микро- и макрочастиц, движущихся с высокими скоростями, а также за-

щиты элементов конструкций военной и гражданской техники от осколков взрывных устройств, интерес к этому явлению значительно вырос. Целью выполненных исследований является создание установок индукционного многоступенчатого разгона твердых тел, обеспечивающих высокую скорость соударения при средних массовых характеристиках метаемого тела.

Для применения систем задержки запуска разрядников в случае многоступенчатого разгона твердых тел и применены временные интервалы, имеющие общее начало. С целью уменьшения разрешающего времени в системах применены интерполяторы с использованием аналогово-цифрового преобразователя параллельного типа, что удовлетворяет требованию малого времени между соседними импульсами.

На основе работ, проведенных на начальных этапах исследований, разработано техническое требование на блок задержки импульсов. В состав преобразователя входят следующие функциональные узлы: схема запуска, схема кодировки с интерполятором, счетчик импульсов поджига разрядников, схема выработки сигнала, схема общего сброса. В связи с широким диапазоном задержек и малым шагом задержки, обеспечен требуемый режим с одним каналом.

При разработке генератора задержки импульсов исследованы необходимые временные интервалы включения блоков накопителей энергии отдельных модулей установки.

Модельная установка индукционного ускорителя выполнена на базе установок МИУ-30, МИУ-20, МИУ-10. Каждой из установок через систему коммутации были подключены индукторы к общей системе ускорения, схема которой приведена на рис. 1.

Датчики включения установок представляют собой контактные системы, которые срабатывают при прохождении метаемога тела через них. Ствол канала ускорения позволяет устанавливать контактные датчики на различном расстоянии друг от друга и варьировать временем запуска установок.

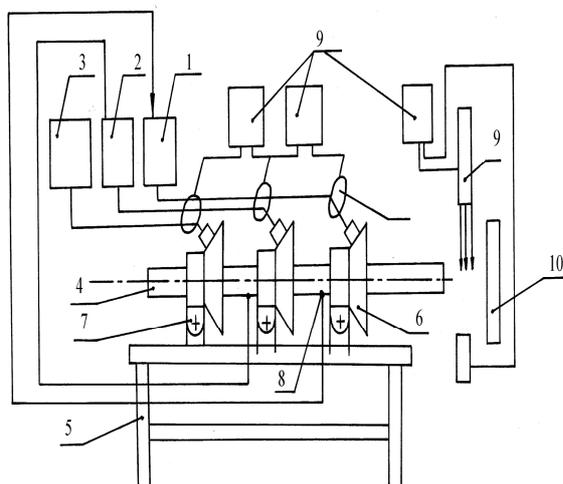


Рис. 1. Модельная установка индукционного ускорения: 1- установка МИУ-10, 2- МИУ-20, 3- МИУ-30, 4- канал ускорения, 5- штатив, 6- индукторы, 7 – кронштейны для крепления индукторов, 8 – датчики включения установок, 10 – защитный экран

В процессе обработки модели ускорителя рассматривались различные варианты последовательности включения установок при различных энергиях разряда.

На рис.2 приведены результаты ускорения проводников при отработке системы синхронизации запуска многоступенчатого разгона.

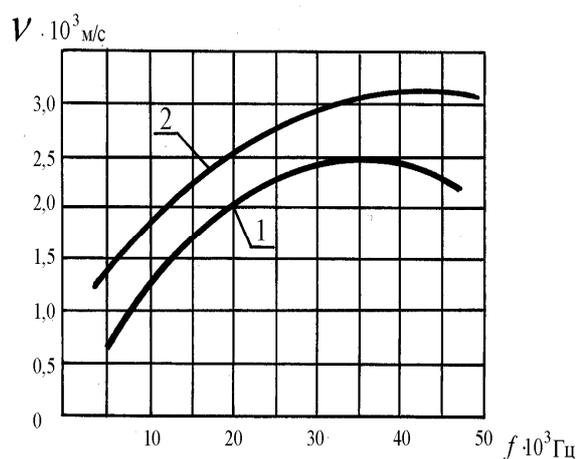


Рис. 2. Влияние частоты разрядного контура на скорость метаемога тела: 1- от разряда блока I; 2- от разряда блока I и II

Проведенные исследования синхронизации запуска блоков ускорителей индукционного ускорения проводников показывают, что для повышения эффективности процесса имеются оптимальные его параметры: напряжение, емкость батареи конденсаторов, масса, индуктивность системы и геометрические размеры метаемога тела. Для увеличения КПД преобразования энергии источника в кинетическую энергию в реальных устройствах желательно уменьшение зазора между индуктором и проводником и внутренней индуктивности установки.

Оптимальные условия ускорения обеспечиваются при синхронизированном последовательном запуске блоков ускорителей и для обеспечения высоких КПД путь, проходящий телом между последовательными блоками должен превышать  $0,25 \dots 0,3 D_{cp}$  индуктора. В качестве материалов ускоряемого тела необходимо использовать проводники с большой проводимостью. Как показали наши исследования, максимальные скорости системы синхронизации последовательного запуска блоков с достаточно высокой точностью их включения. Полученные результаты показывают, что на средних режимах энергии при синхронизированном включении последующего блока, увеличение скорости метаемога тела составляет 25 ... 30 %.