КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УДАРНЫХ ПНЕВМОАГРЕГАТОВ СО ВСТРОЕННЫМ РЕЗЕРВУАРОМ

Атаманов Ю.Л., Крутиков Г.А., Стрижак М.Г.
Национальный технический университет
“Харьковский политехнический институт”,
г. Харьков

Ударные пневмоагрегаты (ПА) со встроенным резервуаром занимают промежуточную по энергетике нишу в ряду пневматических и гидравлических ударных механизмов (до 2000 Дж). Наиболее эффективная схема ударного ПА позволяет обеспечить импульсный удар, разгоняя рабочий орган до 10 м/с в пределах короткого хода этого органа (12-15 см). Ярко выраженный колебательный характер движения поршня накладывает жёсткие ограничения на конструктивные параметры и требует, прежде всего, решение двух задач: выбора конструктивных параметров, обеспечивающих в пределах заданных массогабаритных размеров максимальную эффективную реализацию работоспособности сжатого воздуха, и определения оптимальной координаты расположения заготовки, при которой реализуется максимальная скорость удара, а также определение самой этой скорости.

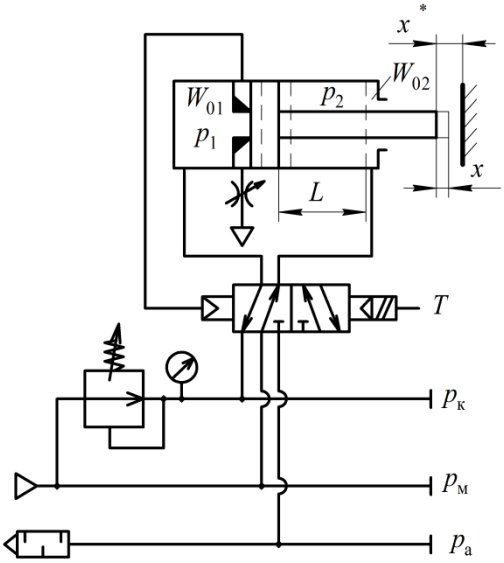

Рис. 1. Схема ударного пневмоагрегата с синхронным управлением контура питания

Для решения этих задач необходим переход к безразмерной форме записи математической модели, при которой достигается наиболее простая структура уравнений и число независимых параметров (критериев динамического подобия) сводится к минимуму.

Основными критериями динамического подобия применительно к данной схеме ПА являются $\lambda_{01} = W_{01}/F_п L$ – относительный объём аккумулятора; $\varphi = F_с/F_1$ – относительная площадь сопла; $\Omega = f_2^э/f_1^э$ – относительная площадь выхлопного тракта; $\chi = P/F_п\, p_м$ – относительная нагрузка; $\beta = mL/t_б^2 p_м F_1$ – безразмерная масса подвижных частей; $t_б = F_1 L/f_1^э\sqrt{kRT_м}$ – базовая единица времени; $\Pi_{21} = F_2/F_1$. В функции этих критериев были получены зависимости $\Omega = \ = f(\sigma_а, \chi, \varphi, \sigma_к, \Pi_{21})$ и $\varphi = f(\Omega, \sigma_а, \chi, \sigma_к, \Pi_{21})$, при которых достигается наиболее эффективная реализация работоспособности сжатого воздуха в аккумуляторе, а также безразмерная координата реализации максимальной скорости удара $\lambda^* = f(\lambda_{01}, \varphi, \sigma_а)$, а также безразмерное значение самой скорости удара при этой координате $\upsilon^* = f(\beta, \lambda_{01}, \varphi, \sigma_а, \lambda^*)$.