

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАРТОВОГО УСТРОЙСТВА С ТОРООБРАЗНЫМ КАМЕРНЫМ РАЗГОННЫМ МЕХАНИЗМОМ И ПНЕВМАТИЧЕСКИМ СПУСКОВЫМ МЕХАНИЗМОМ

Сысоев С.Н., Жулин С.В., Енюхин Е.С.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир

Ключевые слова: разгонная оболочка, торообразная камера, камерный привод, стартовое устройство, пусковая установка, пневматический спусковой механизм.

Аннотация. Стартовые устройства с торообразными разгонными механизмами позволяют осуществлять запуск объектов различного назначения и типоразмеров. Параметрическими исследованиями, анализом работы пневматического спускового механизма стартового устройства установлено, что в процессе его работы в торцевой полости возникает давление разрежения воздуха, негативно влияющее на скоростные параметры устройства. Предложено устранить данный недостаток путем установки обратного клапана, соединяющего торцевую камеру с атмосферой на этапе разгона запускаемого объекта. Промышленная применимость и эффективность технического решения подтверждена натурными экспериментами.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A STARTING DEVICE WITH A TOROIDAL CHAMBER ACCELERATION MECHANISM AND A PNEUMATIC TRIGGER MECHANISM

Sysoev S.N., Zhulin S.V., Enyukhin E.S.

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Vladimir

Keywords: acceleration shell, torus chamber, chamber drive, launch device, launcher, pneumatic trigger mechanism.

Abstract. Starting devices with toroidal acceleration mechanisms allow launching objects of various purposes and sizes. The paper analyzes a starting device with a pneumatic trigger mechanism. A problem associated with the appearance of a vacuum in the starting cavity, which significantly affects the speed parameters of the device, is identified. It is proposed to install a check valve in the body of the starting cavity to reduce the negative impact of the vacuum on the acceleration process of the object. The effectiveness of the solution is confirmed experimentally.

Стартовые устройства с торообразным камерным разгонным механизмом способны развивать значительные тяговые усилия, а также имеют широкий спектр применения: использование в качестве модулей для создания силового воздействия, запуск беспилотных летательных аппаратов и использование в качестве катапульта [1]. Существуют стартовые устройства с механическими [2] и пневматическими спусковыми механизмами.

Целью работы является повышение скоростных характеристик пусковых устройств с торообразными разгонными механизмами и пневматическими спусковыми механизмами.

Объектом исследования является стартовое устройство [3] с торообразным камерным разгонным механизмом и пневматическим спусковым механизмом показано на рисунке 1.

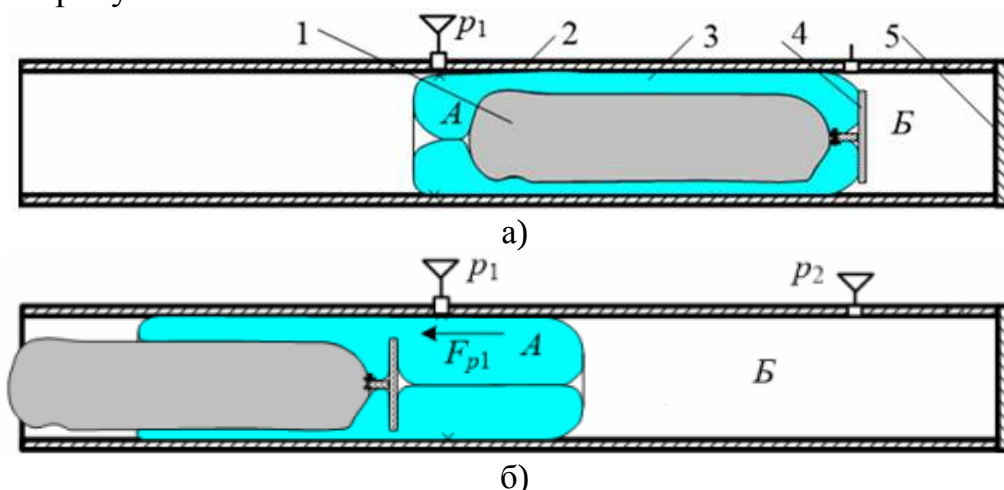


Рис. 1. Схема стартового устройства: а) исходное положение; б) этап разгона объекта

В исходном положении (рис. 1, а) объект 1 со всех сторон охватывается закрепленной в корпусе 2 торообразной оболочкой 3, образующей камеру А.

Разгон объекта 1 (рис. 2, б) происходит на этапе выхода из торца оболочки 3 под воздействием разгонная сила F_{p1} , зависящая от эффективной площади и давления p_1 . Пластина 4 служит в качестве фиксатора для реализации возможности достижения определенного давления p_2 в полости Б.

Для исследований работы данного стартового устройства был разработан лабораторный стенд с информационной системой о функционировании его элементов в процессе работы. Установлено, что начальная скорость запуска объекта отличается от теоретической в меньшую сторону. Выявлено, что причиной этого является присутствие силового воздействия на разгонную камеру, направленное против движения выворачивания, возникающего в результате резкого падения давления в камере Б.

Для устранения этого явления на процесс выворачивания торообразной камеры и, соответственно процесс разгона объекта стартовым устройством, предлагается установить в корпусе обратный клапан, выполненный с возможностью соединения полости Б с атмосферой.

При уменьшении давления ниже атмосферного в пусковой полости Б срабатывает обратный клапан, и среда из атмосферы поступает в пусковую полость, повышая скоростные характеристики стартового устройства.

На рисунке 2 изображены результаты измерения давления в пусковой полости в процессе работы лабораторного стенда стартового устройства при начальном избыточном давлении в камере 87,5 кПа для конструкции, не включающей и включающей обратный клапан.

Начальная скорость объекта массой 0,15 кг, диаметром 0,065 м и длиной 0,38 м составила 4,81 м/с при запуске объекта с лабораторной установки без обратного клапана и 6,23 м/с – с обратным клапаном, что составляет разницу 22,8% в пользу нового технического решения.

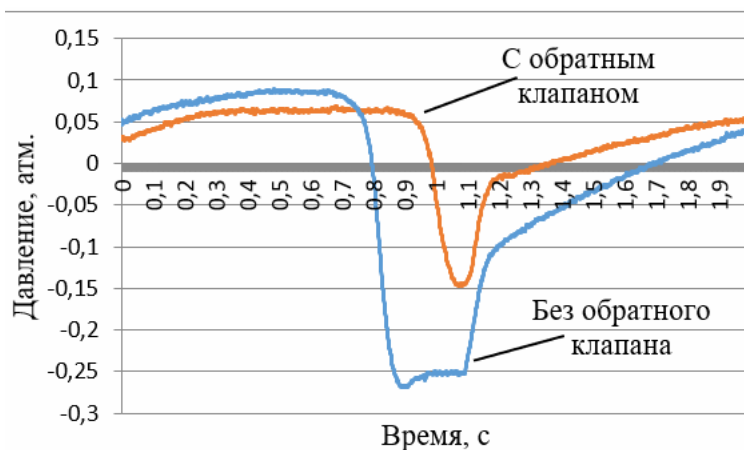


Рис. 2. Зависимость давления в пусковой полости от времени

Как видно из результатов эксперимента, давление разрежения достигает более низких значений и регистрируется в пусковой полости в течение более короткого отрезка времени при наличии обратного клапана, что объясняет разницу в начальной скорости объекта и указывает на эффективность новой конструкции спускового механизма стартового устройства.

Дальнейшее снижение влияния силового воздействия от вакуума в пусковой полости на разгонную оболочку достигается увеличением диаметра условного прохода обратного клапана.

Список литературы

1. Патент №2789905 РФ. Катапульта для взлета летательного аппарата / С.Н. Сысоев. – Заявка №2022125889 от 03.10.2022; опубл. 14.02.2023, Бюл. №5.
2. Патент №2801754 РФ. Стартовое устройство / С.Н. Сысоев, Ю.В. Черкасов, А.В. Федин, М.А. Федина. – Заявка №2021125159 от 24.08.2021; опубл. 29.04.2022, Бюл. №13.
3. Патент №2771300 РФ. Стартовое устройство / С.Н. Сысоев, Д.Н. Кириллин. – Заявка №2022134163 от 22.12.2022; опубл. 15.08.2023, Бюл. №23.

Сведения об авторах:

Сысоев Сергей Николаевич – д.т.н., профессор кафедры АМИР;

Жулин Сергей Васильевич – аспирант;

Енюхин Евгений Сергеевич – студент.