

УДК 623.4.002.8

Н.В. НЕЧИПОРУК, Е.А. ПОЛИЩУК, Н.В. КОБРИНА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНЕРЦИОННОГО ПРОЦЕССА ДЕМОНТАЖА ЭЛЕМЕНТОВ СНАРЯЖЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ БОЕПРИПАСОВ

Представлена экспериментальная установка и методика проведения экспериментов по исследованию параметров инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения авиационных боеприпасов. В ходе проведения эксперимента получены данные о характере изменения параметров данного процесса и эмпирические зависимости для них; а также установлены факторы, влияющие на процесс инерционного демонтажа.

утилизация, авиационные боеприпасы, демонтаж, унитарный патрон, извлекающее усилие, элементы снаряжения, динамический метод

Введение

Для разработки рациональной технологии утилизации унитарных мелкокалиберных авиационных боеприпасов ствольных систем вооружения летательных аппаратов необходимо провести всестороннее исследование физических процессов, протекающих при демонтаже их элементов снаряжения, которые характерны для существующих методов утилизации [1]. Необходимо учесть и установить факторы, оказывающие значительное влияние на процесс демонтажа элементов снаряжения боеприпасов.

Методы утилизации

Каждый из методов утилизации обладает рядом преимуществ и недостатков по сравнению с другими методами при решении определенных задач.

Для принятия окончательного решения о выборе метода демонтажа необходимо проанализировать особенности изучаемого процесса и учесть их при проведении экспериментальных исследований возникающих физических явлений [2, 3].

При этом выбранный метод исследования должен обеспечивать такие условия проведения экспериментов, которые в наибольшей степени соответ-

ствуют реальным условиям протекания процесса демонтажа изучаемого метода утилизации с целью получения о нем наиболее достоверной информации.

Проведенный ранее обзор и анализ методов утилизации унитарных патронов показывает, что наиболее рациональным методом является метод, основанный на создании инерционных перегрузок в узлах крепления элементов снаряжения [4].

Сущность этого метода состоит в создании во время удара контейнера с закрепленным в нем боевым припасом о препятствие силы инерции, величина которой превосходит значение извлекающего снаряд (пулю) усилия.

Благодаря этому создаются условия, при которых сами элементы снаряжения боевых припасов получают минимальные деформации, что делает их пригодными для повторного применения.

Для изучения протекающих во время этого процесса физических явлений наиболее приемлемой динамический метод.

Он позволяет воспроизвести реальные условия демонтажа объектов исследования в условиях скоростного соударения, является наиболее простым. Но в тоже время обеспечивает получение наиболее достоверной информации о происходящем процессе демонтажа.

Экспериментальная установка и методика проведения эксперимента

При проведении экспериментов по исследованию параметров инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения мелкокалиберных авиационных боевых припасов особое значение имеет воспроизведение условий, характерных для разрабатываемого технологического процесса утилизации.

Для него характерно линейное перемещение одного объекта (контейнера с жестко закрепленным в нем боевым припасом) и последующее его соударение с другим объектом (плитой).

При действии на контейнер линейного ускорения на все его элементы, в том числе и на снаряд (пулю), закрепленный в гильзе, будут действовать инерционные силы, направленные в сторону, обратную ускорению.

Величина такой силы, действующая на снаряд (пулю), будет равна

$$S = m \frac{dV}{dt}, \quad (1)$$

где V – линейная скорость контейнера, м/с;

m – масса снаряда (пули), кг.

Из уравнения (1) очевидно, что при фиксированном значении массы основного элемента снаряжения боевого припаса существенное значение для создания условия гарантированного демонтажа имеет ускорение [5].

При этом необходимо установить пороговое значение этого параметра и пороговое значение извлекающего усилия, которое будет эквивалентно величине силы инерции, что для каждого образца боеприпаса индивидуально.

Для проведения эксперимента по исследованию параметров инерционного процесса демонтажа была разработана специальная импульсная газодинамическая установка, представленная на рис. 1.

Ее основой является трубчатая направляющая для контейнера и пусковое устройство для импульсного газодинамического генератора.

В качестве рабочего тела в генераторе используются пороховые газы, образующиеся во время горения заряда, воспламенение которого происходит при инициировании специального пиротехнического состава под действием внешней динамической нагрузки со стороны соответствующих деталей механизма пускового устройства.

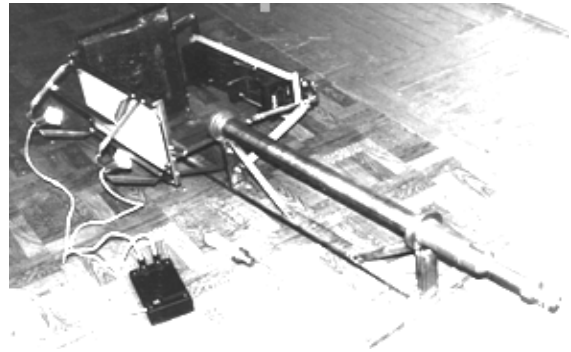


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

Под действием давления пороховых газов контейнер с жестко закрепленным в нем боевым припасом (патроном) (рис. 2) разгоняется по трубчатой направляющей и после вылета из нее ударяется о вертикально расположенную массивную металлическую плиту.

Скорость соударения контейнера с плитой фиксируется оптическим прибором для измерения скорости полета снарядов канадской фирмы «SHOOTING CHRONY» модели M1.

Благодаря варьированию массой порохового заряда, стало возможным добиться скоростей соударения в пределах 6...100 м/с.

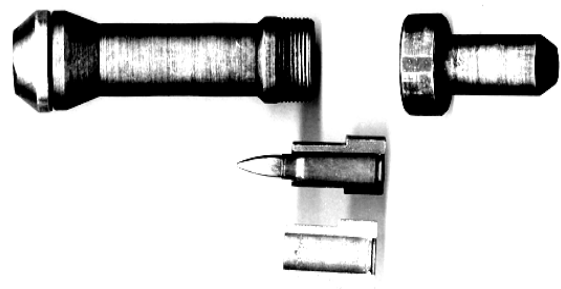


Рис. 2. Общий вид контейнера и элементов крепления экспериментального образца

В результате проведенных предварительных исследований с помощью ручного инерционного приспособления были получены данные, на основании которых можно предположить, что извлечение пули из гильзы происходит практически в момент соударения контейнера с плитой, когда силы реакции опоры (плиты) и действующая на контейнер внешняя сила, сообщившая ему ускорение, уравновешивают друг друга.

Во время торможения движения системы «контейнер – боеприпас» жестко закрепленная гильза останавливается вместе с контейнером, но под действием силы инерции пуля продолжает двигаться вперед, и ее движению препятствует только суммарная сила, являющаяся результатом действия сил трения между соприкасающимися поверхностями пули и дульца гильзы и силы обжатия дульца гильзы.

Данное допущение существенно упрощает схему расчета, так как при заранее известных геометрических данных установки и нулевом значении начальной скорости движения контейнера достаточно легко экспериментально определить по величине скорости в момент удара о плиту его ускорение и, соответственно, необходимое значение извлекающего усилия.

Исследования проводились на образцах pistolных патронов калибра 9×18ПМ, 9×19 «Parabellum» и промежуточного патрона калибра 7,62×39. Экспериментальные образцы показаны на рис. 3.



Рис. 3. Общий вид экспериментальных образцов боеприпасов

Параметры инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения патрона калибра 9×18ПМ. Для экспериментальных исследований применялись образцы pistolных патронов калибра 9×18ПМ, снаряженные пулей со свинцовым сердечником, средняя масса которой составляет 6,84 г.

В патроне крепление пули в гильзе и ее фиксация осуществляются за счет тугой посадки, с натягом.

С помощью прямого динамического метода исследования инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения патронов были получены данные о величине извлекающего пулю усилия и зависимости перемещения пули от скорости соударения. Перемещение пули в дульце гильзы до полного ее извлечения составляет 4,7 мм.

Полученные в ходе экспериментов данные были использованы для построения соответствующих графиков зависимости извлекающего пулю усилия $F_{изв.}$ и перемещения пули в гильзе ΔL от скорости соударения V_k , а также зависимости ΔL от $F_{изв.}$

Помимо этого, на основе аппроксимирования результатов исследований были получены эмпирические выражения для описания этих процессов.

Графики представлены на рис. 4 – 6.

Для описания зависимости величины выхода пули из гильзы (перемещения пули в гильзе) от скорости соударения используется функция, которая имеет вид

$$\Delta L = -0,001V_k^2 + 0,17V_k - 0,946. \quad (2)$$

Эмпирическое выражение для описания зависимости извлекающего усилия от скорости записывается как

$$F_{изв.} = 0,0042 \cdot V_k^{2,999}. \quad (3)$$

Непосредственная зависимость величины перемещения пули от значения извлекающего усилия имеет вид:

$$\Delta L = 0,776 \cdot \ln F_k - 0,325. \quad (4)$$

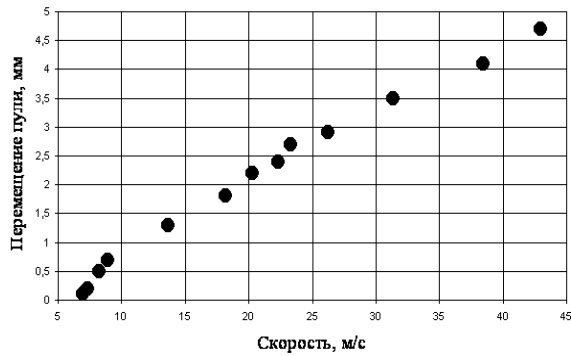


Рис. 4. Зависимость величины перемещения пули от скорости соударения

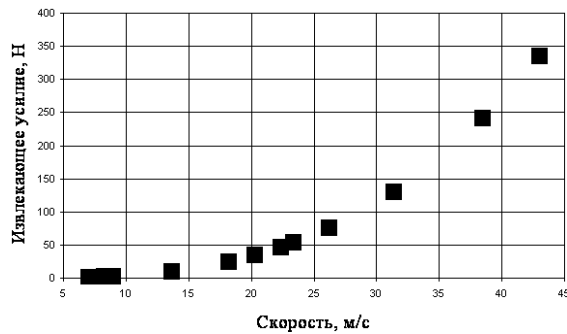


Рис. 5. Зависимость величины извлекающего пулю усилия от скорости соударения

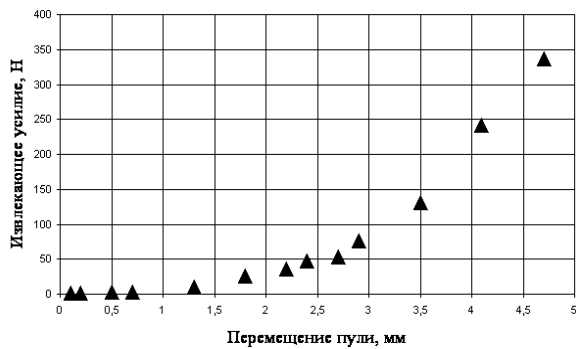


Рис. 6. Зависимость величины извлекающего пулю усилия от перемещения пули в гильзе

Параметры инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения патрона калибра 9×19 «Parabellum». Особенностью патрона является более тяжелая, по сравнению с патроном калибра 9 × 18ПМ, пуля, средняя масса которой составляет 7,89 г.

Последовательное изменение скорости соударения контейнера с контактной плитой позволило получить зависимость величины извлекающего пулю усилия и перемещения пули от скорости соударе-

ния. Перемещение пули в дульце гильзы до полного ее извлечения составляет 3,4 мм.

На основании полученных данных были построены графики зависимости извлекающего пулю усилия $F_{изв.}$ и перемещения пули в гильзе ΔL от скорости соударения V_k . Кроме того, особый интерес представляет непосредственная зависимость величины перемещения пули в гильзе от значения извлекающего усилия. Графики представлены на рис. 7 – 9.

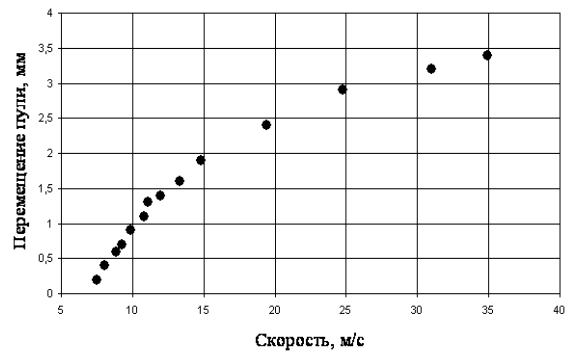


Рис. 7. Зависимость величины перемещения пули от скорости соударения

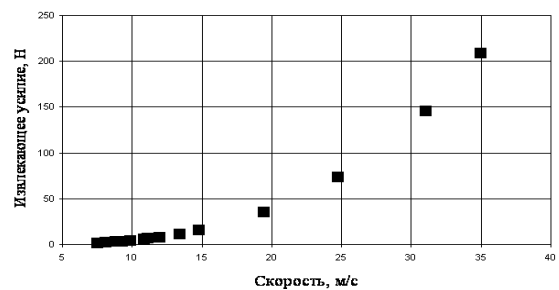


Рис. 8. Зависимость величины извлекающего пулю усилия от скорости соударения

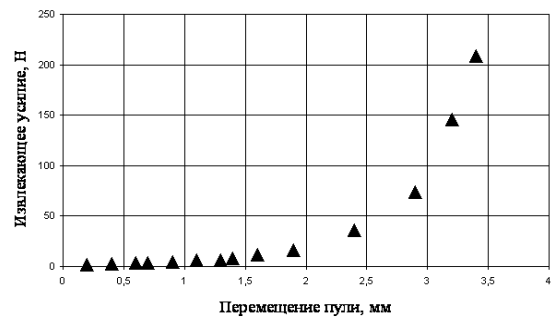


Рис. 9. Зависимость величины извлекающего пулю усилия от перемещения пули в гильзе

Аппроксимирование результатов исследований позволило получить эмпирические зависимости указанных параметров процесса от скорости соударения. Для перемещения пули аппроксимирующая функция имеет вид

$$\Delta L = 2,092 \cdot \ln V_k - 3,886. \quad (5)$$

Для извлекающего пулю усилия полученное выражение имеет вид

$$F_{изв.} = 0,0049 \cdot V_k^{2,999}. \quad (6)$$

Непосредственная зависимость величины перемещения пули от значения извлекающего усилия имеет вид полиномиальной функции

$$\Delta L = 0,697 \cdot \ln F_k - 0,176. \quad (7)$$

Заключение

В ходе проведения экспериментов было установлено следующее.

1. Полученная информация о характере изменения параметров инерционного процесса демонтажа элементов снаряжения боеприпасов позволила с помощью аппроксимирования получить для них эмпирические зависимости, которые имеют практическое применение для проектирования специального технологического оборудования.

2. Для патронов, у которых крепление пули в гильзе осуществляется с помощью тугой посадки, с натягом, (патроны калибров 9×18 ПМ, 9×19 «Parabellum») величина порогового значения скорости соударения составляет 6...7 м/с. При этом полное извлечение пули из гильзы происходит при скоростях соударения порядка 34...43 м/с, что для этих случаев связано с габаритно-массовыми характеристиками самих пуль.

3. Установлены факторы, оказывающие заметное влияние на процесс инерционного демонтажа элементов снаряжения боеприпасов. К ним относятся: масса снаряда (пули), величина площади контакта соприкасающихся участков на наружной поверхности пули и внутренней поверхности снаряда, харак-

тер фиксации пули в гильзе, скорость соударения и продолжительность процесса.

4. С помощью инерционного метода демонтажа возможна утилизация только унитарных патронов, снаряженных пулями со свинцовым или стальным сердечником (суррогатированных, бронебойных). Утилизация патронов специального назначения, в конструкциях пуль которых имеется пиротехнические компоненты (зажигательные составы) или они снаряжены ВВ, таким методом невозможна, так как может привести к катастрофическим последствиям в условиях широкомасштабной утилизации боеприпасов такого вида. Однако для трассирующих пуль этот метод может быть применен, так как воспламенение пиротехнического состава трассера происходит не под действием инерционных нагрузок.

Литература

1. Агокас Е.В. Основы вооружения самолетов. – М.: Оборонгиз, 1946. – 230 с.
2. Кобрин В.Н., Полищук Е.А. Исследование проблемы утилизации списанных боеприпасов // Открытые информационные и компьютерные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – Вып. 27. – С. 190-194.
3. Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов. Сб. докладов. – М.: ЦНИИТИКПК, 1997. – 167 с.
4. Нечипорук Н.В., Полищук Е.А. Состояние проблемы утилизации авиационных боеприпасов для систем вооружения летательных аппаратов // Открытые информационные и компьютерные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – Вып. 29. – С. 144-148.
5. Зализняк В.Г. Конструкция и эксплуатация боеприпасов. – Х.: ХВВУТ МВД ССР, 1985. – 38 с.

Поступила в редакцию 22.05.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Буланов, Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков.