

Аспекти теоретичних досліджень металевих елементів спорядження авіаційних боєприпасів

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

Подано теоретичні дослідження енергосилових параметрів, пов'язаних з методом демонтажу, оснований на створенні інерційних перевантажень у вузлах кріплення елементів спорядження. Досліджено деформації при інерційному процесі демонтажу, зроблено висновок про можливість вторинного використання елементів спорядження патронів після етапу випресовування капсуля, хімічної обробки і незначного калібрування (гільз, куль).

Ключові слова: інерційні перевантаження, елементи спорядження, капсуль, енергосилові параметри, ступінь обтиснення

Перед розробленням технологічного процесу утилізації авіаційних дрібнокаліберних боєприпасів для систем озброєння літальних апаратів, необхідно провести декілька досліджень, пов'язаних з визначенням їх конструктивно-технологічних особливостей. Слід також провести теоретичне дослідження енергосилових параметрів за методом демонтажу, оснований на створенні інерційних перевантажень у вузлах кріплення елементів спорядження.

Для розроблення раціональної технології й нестандартного обладнання для утилізації патронів необхідно провести всебічне дослідження утилізованого об'єкта, тобто врахувати його особливості виробництва, розглянути фізичні процеси, що відбуваються при інерційному демонтажу, з метою отримання про нього найбільш достовірної інформації.

Сьогодні для озброєння стрілецької зброї літальних апаратів потребується астрономічна кількість патронів. Слід зазначити, що 50 літаків можуть витратити за хвилину до 300 000 патронів.

Для виробництва патронів характерні організація технологічного процесу за методом безперервного потоку із застосуванням механізованих транспортних пристроїв, автоматизація завантаження верстатів та ін. У виробництві патронів широко застосовуються спеціальні верстати, побудовані за принципом послідовної й паралельної концентрації операцій, що дає можливість значно скоротити штучний час. Поряд із спеціальними верстатами для оброблення, монтажу й спорядження патронів широко використовуються автоматичні верстати контролю. Випробування кожного готового виробу в патронному виробництві не є можливим, тому що під час стрільби цей виріб (патрон) знищується. Таким чином, про якість виробів, що постачаються замовнику або знаходяться у процесі виготовлення, доводиться робити висновок за результатами випробування інших виробів цього типу. Велике значення має і необоротність випробування, тобто неможливість відновити й вивчити патрон, який під час пострілу дав той чи інший дефект. Такий відносний і необоротний характер випробувань значно утрудняє спостереження за перебігом технологічного процесу й виявлення причин дефектів, що значною мірою ускладнює виробництво патронів.

Виробничий процес виготовлення патронів включає такі етапи:

1) отримання, зберігання й видача матеріалів, металів і напівфабрикатів;

2) підготовка засобів виробництва, тобто проектування й виготовлення робочого, міряльного, допоміжного інструменту, пристроїв для завантаження верстатів і пресів спеціальних верстатів, ремонт устаткування тощо;

3) виготовлення заготовок для металевих елементів патронів;

4) виготовлення металевих елементів патронів;

5) виготовлення піротехнічних сумішей для куль спеціальної дії;

6) виготовлення тари для патронів;

7) монтаж куль, спорядження патронів та їх закупорювання;

8) контроль матеріалів, напівфабрикатів, готових виробів і випробування бойових якостей патронів.

Технологічний процес, пов'язаний зі зміною матеріалу з моменту надходження на оброблення до отримання готової продукції, відбувається на третьому, четвертому, п'ятому, шостому й сьомому етапах виробничого процесу.

Третій і четвертий етапи є найбільш трудомісткими і потребують великих виробничих витрат. Таким чином, існує багато труднощів у виробничому процесі виготовлення патронів:

– підготовка засобів виробництва;

– безпосередньо технологічний процес;

– контроль матеріалів, напівфабрикатів, готових виробів.

Одним з можливих шляхів вирішення проблеми виробничого процесу виготовлення патронів є демонтаж списаних патронів і наступне їх вторинне використання.

Розглянутий раніше інерційний метод демонтажу дає можливість отримати гільзу й кулю з такими деформаціями, які усуваються після незначного калібрування. Після випресовування капсулів і видалення покриття з гільз елементи спорядження можна використовувати у виробничому процесі виготовлення патронів певного зразка.

Патрон складається зі снаряда (кулі), набою й пристрою, який запалює снаряд. Усі ці елементи збираються у гільзу (рис. 1). У заповнену порохом гільзу з капсулем вставляється куля й обтискається дулком гільзи. Ступінь обтиснення може бути різною. Таким чином гільза з'єднується зі снарядом (кулею) й механізмом запалення, що сприяє захисту заряду від вологи й прориву порохових газів через затвор. Заряд запалюється під дією капсуля.



Рис. 1. Загальний вигляд унітарних патронів і особливості конструкції їхніх елементів спорядження

У сучасній зброї застосовуються кулі, що складаються з оболонки й сердечника. Сердечник виготовляють зі свинцю – металу великої питомої ваги, що дає можливість отримати потрібне поперечне навантаження. У броньованих кулях сердечник виготовляють зі сталі або твердих сплавів.

Матеріал оболонки має бути досить твердим і водночас пластичним, для хорошого заповнення нарізів. Зазвичай її виготовляють з мельхіору (78 – 80 % міді й 22 – 20 % нікелю), м'якої сталі або плакованого заліза.

Правильний політ кулі й хороша купчастість бою залежать від форми, маси, положення центра ваги (співвідношення меридіонального й екваторіального моментів інерції, тобто від розподілу мас) і діаметра кулі.

Куля являє собою тіло обертання. Висота її середньої циліндричної частини дорівнює 1 ... 1,5 калібру. Радіус обрису головної частини становить від 7,5 ... 11 калібрів, її висота – 2,5 ... 3,5 калібру.

Хвостову частину довжиною 0,5 ... 1,0 калібру роблять конічною для зменшення завихрень. Повна довжина кулі має бути не більше п'яти калібрів. Діаметр кулі має бути трохи більшим від калібру, оскільки оболонка повинна виконувати функцію ведучого паска у снаряда (кулі). Для гвинтівок і кулеметів застосовуються різні патрони.

Будова кулі залежить від її призначення. Так, для стрільби по броньованих цілях застосовують броньовані кулі, для запалювання пального в баках – запалюванні, для стрільби по рухомих цілях – трасуючі. Важкі кулі застосовують для стрільби на далекі відстані.

Для всіх патронів різного призначення застосовують порох піроксиліновий марки ВЛ, трубчастий (з одним каналом) або кришений, пластинчастий.

Коефіцієнт маси снаряда (кулі) визначається:

$$C_q = \frac{q}{d^3}, \quad (1)$$

де q – маса снаряда (кулі), м;

d – калібр снаряда (кулі), см.

Броньовані кулі мають сталевий сердечник, запресований у м'яку оболонку з міді або свинцю, поверх якої одягається оболонка з мельхіору або плакованої сталі. Патрон з броньованою кулею має ті самі гільзу і набій, що й патрон з легкою кулею. Крім звичайних випробувань кулі досліджують на пробивну дію з дистанції 400 м по броні товщиною 7 мм. 95 % випущених куль повинні пробити щит.

У трасуючій кулі повільно палаючу трасуючу суміш запресовано в спеціальний стаканчик, який вставляється у внутрішню порожнину й прикривається загнутими краями оболонки або металевим кільцем. Іноді застосовують кулі подвійного призначення, які одночасно є і трасуючими, і броньованими.

Запалювальні кулі застосовують для стрільби по прив'язних аеростатах, літаках та ін. Запальною речовиною є переважно білий фосфор, під час горіння (на польоті кулі) виникає димний слід. Більшість зразків цих куль має пристрій, який видавлює фосфор із порожнини кулі під час її польоту. Форму гільзи вибирають з урахуванням найкращої дії автоматики. Гільзи роблять злегка канічними для полегшення їх виймання. Донна частина має закраїну, що є упором під час пострілу й місцем докладання зусиль при вийманні гільзи з патронника. Верхня частина гільзи має дулко, в якому закріплюється куля.

Відношення середнього внутрішнього діаметра гільзи до калібру називають коефіцієнтом пляшковості гільзи

$$\psi = \frac{d_{\text{ср}}}{d}, \quad (2)$$

де $d_{\text{ср}}$ – середній внутрішній діаметр гільзи, см;

d – калібр снаряда (кулі), см.

Залежно від обрису донної частини та її положення в патроннику гільзи можуть бути чотирьох видів (рис. 2).

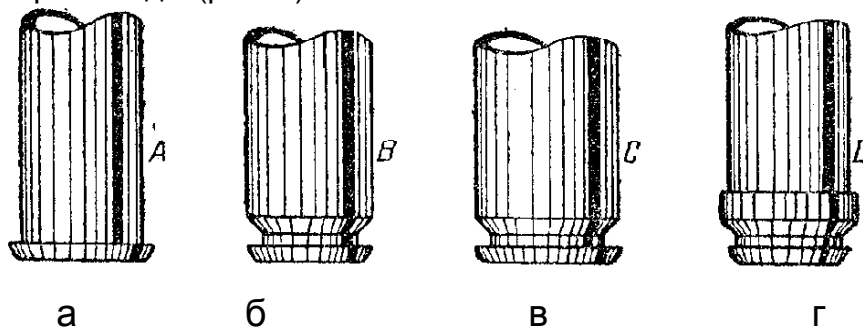


Рис. 2. Форми донної частини гільзи: а – з упором закраїною в обріз пенька ствола; б – з упором ската дулка гільзи в скат патронника; в – комбінація першого і другого видів: упор у двох місцях – закраїною і скатом дулка; г – з упором виступу гільзи в уступ патронника

Закраїна, що виступає має багато недоліків. Тому у всіх нових зразках використовують гільзу з закраїною, що не виступає.

Гільзи виготовляють із латуні (сплав 66,5 – 70 % міді і 30 – 33,5 % цинку).

У дно капсуля запресовують так звану капсульну суміш у вигляді тонкого коржика, який прикривають кружком з фольги. Посадка капсуля в гнізді повинна забезпечити досить щільне притиснення кружка з фольги до ковадла, інакше під час удару бойка ударника по капсулю буде осічка або затяжний постріл.

Капсульна суміш складається приблизно з 14 – 35 % гримучої ртуті, 25 – 40 % бертолетової солі, 25 – 40 % антимонію (сірчиста сурма), деякої кількості товченого скла і зв'язуючих речовин (шеллаку). Сильні бризантні властивості гримучої ртуті та її швидке горіння приборкуються домішками наведених вище суміші.

Числові дослідження динамічного процесу виймання кулі з гільзи.

Дослідження проводилися на зразках пістолетних патронів 9 × 18 ПМ, 9 × 19 «Parabellum» і проміжного патрона калібру 7,62 × 39, зображених на рис. 3, 4, 5.

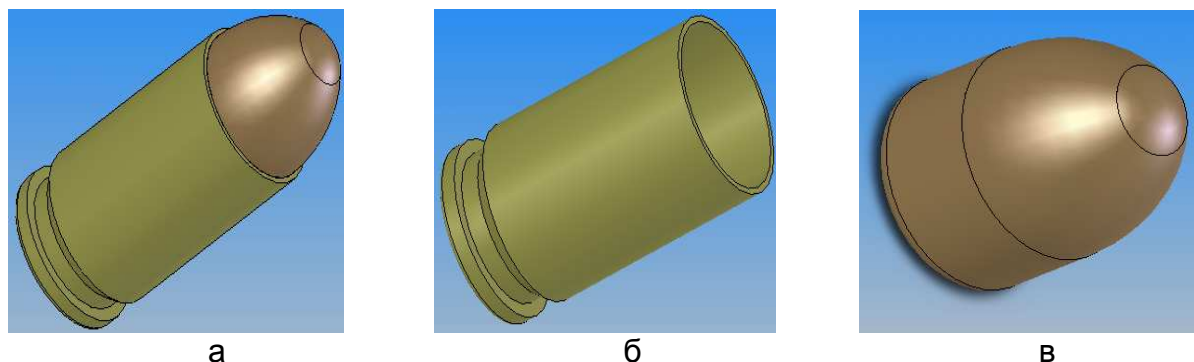


Рис. 3. Патрон калібру 9 × 18ПМ (ізометрія): а – загальний вигляд; б – гільза; в – куля

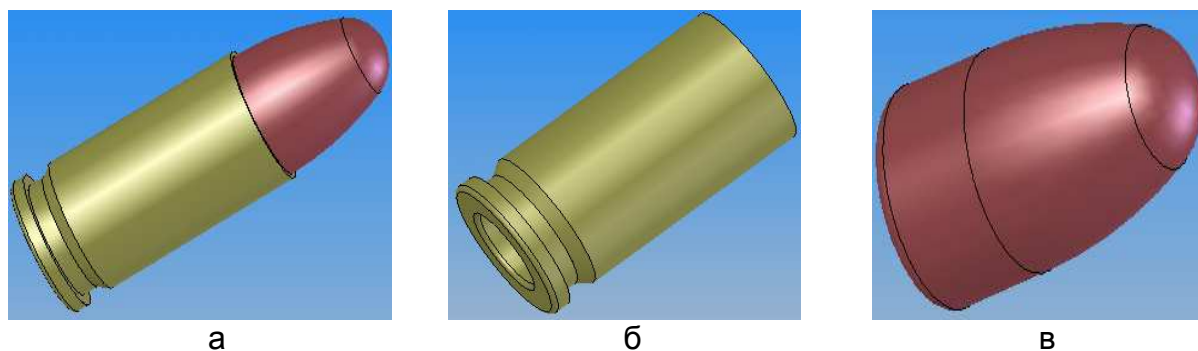


Рис. 4. Патрон калібру 9 × 19 «Parabellum» (ізометрія):

а – загальний вигляд; б – гільза; в – куля

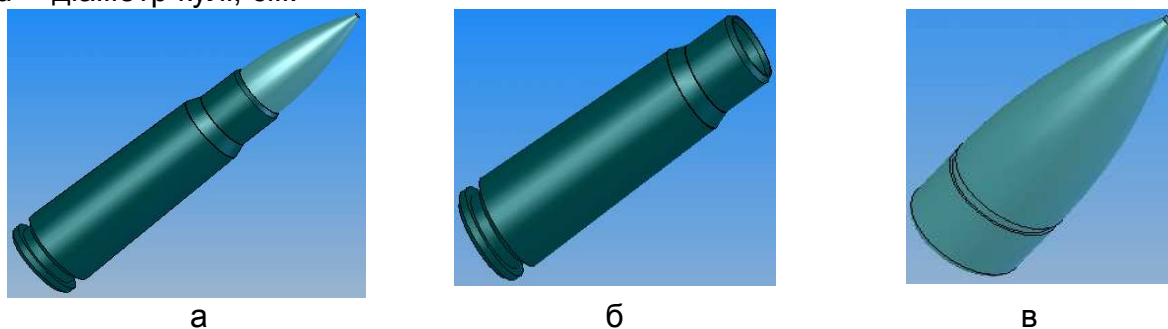
Принцип інерційного процесу демонтажу патронів, оснований на створенні інерційних перевантажень у вузлах кріплення елементів спорядження, зображено на рис. 6.

Під час виймання кулі з гільзи виникає сила тертя, яка визначається за формулою

$$S = m_{\text{п}} \cdot d, \quad (3)$$

де $m_{\text{п}}$ – маса кулі, м;

d – діаметр кулі, см.



а

б

в

Рис. 5. Патрон калібру 7,62 × 39 (ізометрія):

а – загальний вигляд; б – гільза; в – куля

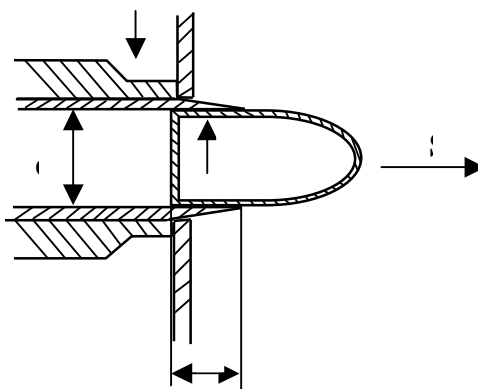


Рис. 6. Схема навантажень, що виникають під час удару контейнера із закріпленим у ньому боєприпасом об перешкоду (плиту)

На рис. 6 дано такі позначення:

S – сила тертя, що виникає під час виймання кулі з гільзи;

P – зовнішнє навантаження контейнера;

d – внутрішній діаметр гільзи;
 l – глибина посадки кулі в гільзі;
 T – внутрішня сила з боку кулі на гільзу.

Визначимо роботу, що здійснюється під час виймання кулі з гільзи, тобто роботу, необхідну для подолання тугої насадки з натягом:

$$A_t = W_K = \frac{m_{\Pi} \cdot V^2}{2}, \quad (4)$$

де W_K – кінетична енергія;

m_{Π} – маса кулі;

V – швидкість співударення.

Елементарна робота визначається, як

$$\partial A_t = T(l) \partial l, \quad (5)$$

де $T(l)$ – сила, що діє на кулю з тугою насадкою;

∂l – зміна довжини кулі (що знаходиться в гільзі до виймання).

$$T(l) = \pi d \cdot l \cdot P \cdot \mu, \quad (6)$$

де P – зовнішнє навантаження;

μ – коефіцієнт тертя.

Підставивши вираз (6) у формулу (5), отримаємо

$$\partial A_t = \pi d \cdot P \cdot \mu \cdot \partial l. \quad (7)$$

З інтегрування вираз (7) одержимо

$$A_t = \int_0^l \partial A_t. \quad (8)$$

Складові елементи патрона (кулю й гільзу) можна подати у вигляді двох циліндрів, які насаджено один на одній натягом (рис. 7). З метою зменшення напружень у небезпечних місцях штучно створюють попередні напруження, протилежні за знаком робочим.

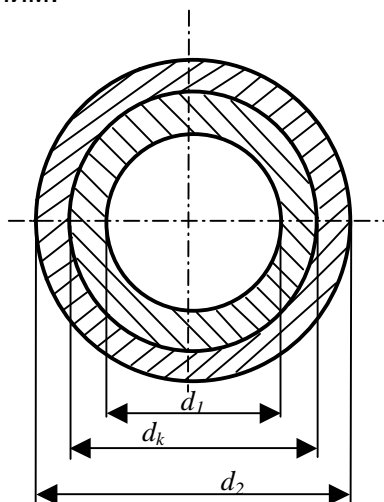


Рис. 7. Патрон у вигляді двох циліндрів (кулі й гільзи)

Тиск між внутрішнім і зовнішнім циліндрами визначається за такою формулою:

$$\rho_0 = \frac{\frac{\Delta}{d_k}}{\frac{1}{E_1} \left(\frac{1+k_1^2}{1-k_1^2} - \mu_1 \right) + \frac{1}{E_2} \left(\frac{1+k_2^2}{1-k_2^2} + \mu_2 \right)}, \quad (9)$$

де Δ – різниця між діаметрами посадкових поверхонь охоплюваного циліндра й того, що охоплює, яку називають натягом;

d_k – діаметр посадкової поверхні;

$k_1 = \frac{d_1}{d_k}$; $k_2 = \frac{d_k}{d_2}$ – коефіцієнти тонкостінності для внутрішнього й зовнішнього циліндрів;

E_1, μ_1 і E_2, μ_2 – модулі пружності й коефіцієнти Пуассона матеріалу внутрішнього й зовнішнього циліндрів відповідно.

Під час насадки порожнистого циліндра (гільзи) на суцільний стрижень (куля з сердечником) круглого перерізу ($k_1 = 0$) тиск ρ_0 становить

$$\rho_0 = \frac{E\Delta(1-k_2^2)}{2d_k}. \quad (10)$$

Моделювання деформацій для інерційного процесу демонтажу при різних значеннях витяжного зусилля

Для розроблення раціональної технології утилізації унітарних авіаційних боєприпасів ствольних систем озброєння літальних апаратів необхідно проаналізувати особливості досліджуваного процесу.

Одним із суттєвих чинників, що впливає на вибір того чи іншого методу демонтажу патронів, є деформація елементів спорядження (куль, гільз) під час демонтажу.

Для визначення деформацій використовувався пакет програмного забезпечення «Solid works». Отримані результати подано на рис. 8, 9, 10, 11.

У патронах калібру 9 × 18ПМ, 9 × 19 «Parabellum» кріплення кулі в гільзі і її фіксація здійснюються тугою посадкою з натягом. Отже, під час інерційного демонтажу незначні деформації будуть тільки на кулях.

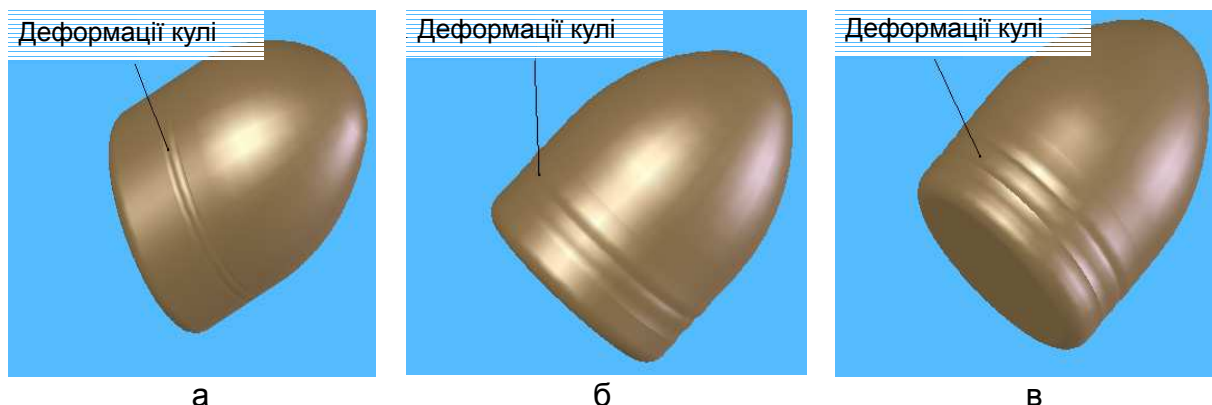


Рис. 8. Деформації кулі патрона 9 × 18ПМ при відповідному значенні витяжного зусилля: а – мінімальному; б – середньому; в – максимальному

У проміжному патроні калібру 7,62 × 39 кріплення кулі в гільзі і її фіксація здійснюються тугою посадкою з натягом, а також сегментним обтиском кромки дулка гільзи. Тому деформації будуть як на пулі, так і на гільзі.

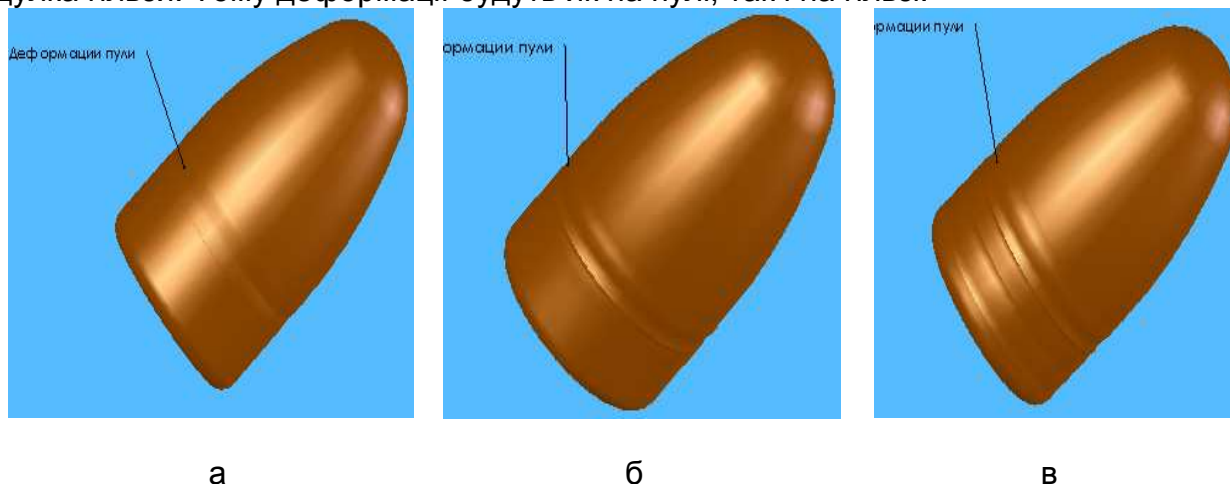


Рис. 9. Деформації кулі патрона 9×19 «Parabellum» при відповідному значенні витяжного зусилля: а – мінімальному; б – середньому; в – максимальному

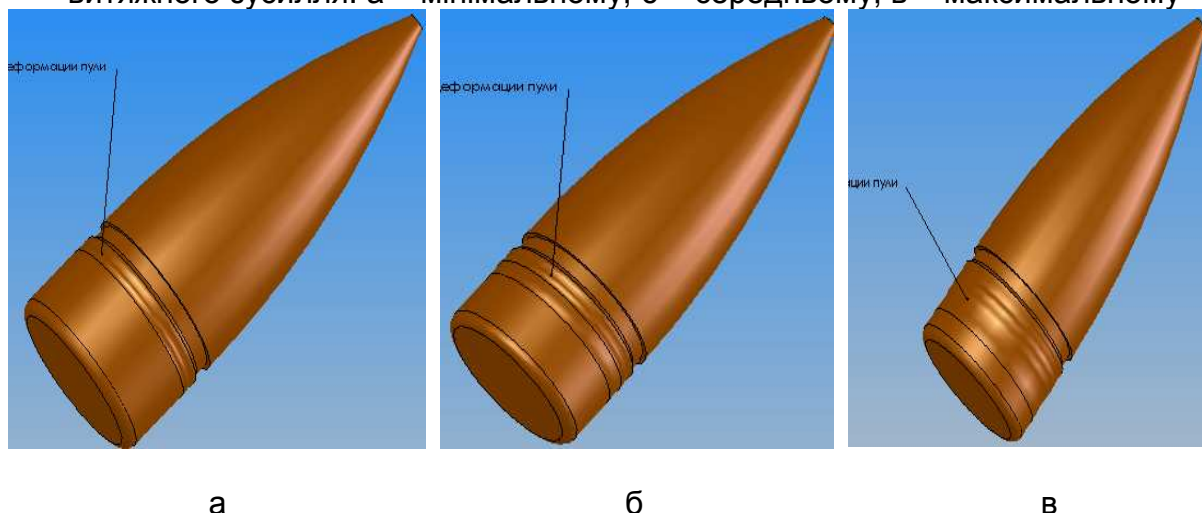


Рис. 10. Деформації кулі патрона 7,62×39 при відповідному значенні витяжного зусилля: а – мінімальному; б – середньому; в – максимальному

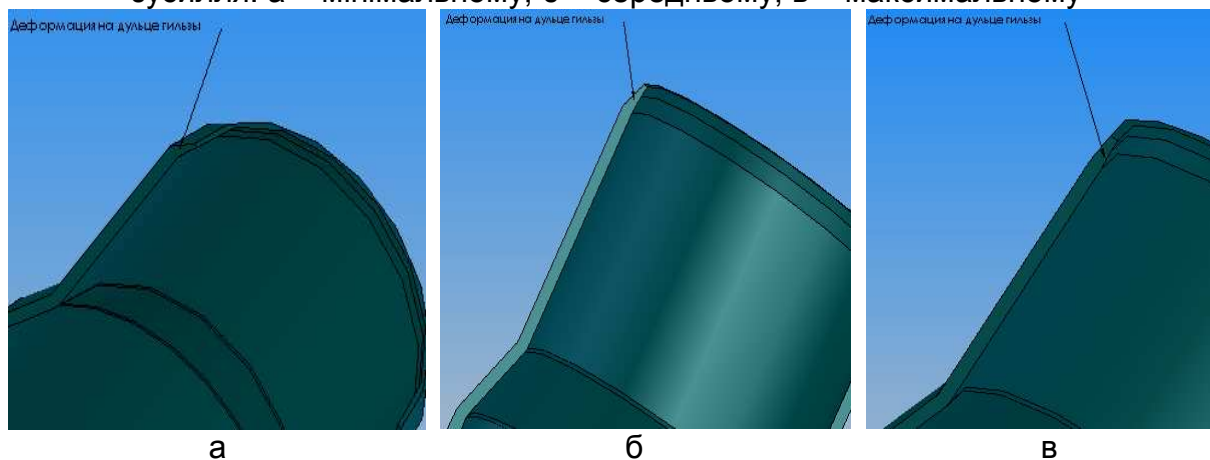


Рис. 11. Деформації дулка гільзи патрона 7,62 × 39 при відповідному значенні витяжного зусилля: а – мінімальному; б – середньому; в – максимальному

Висновки

1. Залежності енергосилових параметрів інерційного процесу демонтажу унітарних патронів, отримані шляхом теоретичних досліджень, дають можливість визначити необхідні навантаження для різних калібрів утилізованих виробів.

2. Дослідження деформацій при інерційному процесі демонтажу дають можливість зробити висновок про можливість вторинного використання елементів спорядження патронів після випресовування капсуля, хімічного оброблення й незначного калібрування (гільз, куль).

3. Проведені теоретичні дослідження показують необхідність у створенні раціональної технології утилізації унітарних патронів, розробленні експериментальної установки й технологічного обладнання для інерційного процесу демонтажу з урахуванням додаткових заходів безпеки.

Список літератури

1. Руденко, Ф.А. Зброя та боєприпаси / Ф.А. Руденко. – М.: Астрель, 2003. – 326 с.

2. Фесик, С.П. Довідник з опору матеріалів / С.П. Фесик. – К.: Будівельник, 1970. – 308 с.

3. Коломійцев, О.В. Патрони до стрілецької зброї / О.В. Коломійцев, І.С. Собакарь, В.Г. Нікітюк, В.В. Сомов. – Харків: ХНДІСЕ, 2003. – 336 с.

4. Нечипорук, М.В. Основні положення технології утилізації патронів до стрілецької зброї / М.В. Нечипорук, О.О. Поліщук, Н.В. Кобрина / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». сб. наук. пр. Темат. випуск «Нові рішення в сучасних технологіях». – Х.: НТУ «ХПІ», 2005. Вип. 43. – С. 9 – 13.

5. Нечипорук, М.В. Стан проблеми утилізації авіаційних боєприпасів для систем озброєння літальних апаратів / М.В. Нечипорук, О.О. Поліщук / Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: сб. наук. пр. Нац. аерокосм. ун. ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». – Х., 2005. – Вип. 29. – С. 144 – 148.

6. Нечипорук, М.В. Експериментальні дослідження параметрів інерційного процесу демонтажу елементів спорядження авіаційних боєприпасів / М.В. Нечипорук, О.О. Поліщук, Н.В. Кобрина // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Х.: Нац. аерокосм. ун. ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», – 2006. – Вип. № 3 (29). – С. 5 – 9.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., В.Н. Кобрин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

Поступила в редакцию 08.09.11.

Аспекты теоретических исследований металлических элементов снаряжения авиационных боеприпасов

Представлены теоретические исследования энергосиловых параметров, связанных с методом демонтажа, основанного на создании инерционных перегрузок в узлах крепления элементов снаряжения. Исследованы деформации при инерционном процессе демонтажа, сделан вывод о возможности вторичного использования элементов снаряжения патронов после этапа выпрессовывания капсуля, химической обработки и незначительной калибровки (гильз, пуль).

Ключевые слова: инерционные перегрузки, элементы снаряжения, капсюль, энергосиловые параметры, степень обжатия

Aspects of theoretical research of metallic elements of outfit aviation ammunitions

The theoretical study of energy-power parameters associated with the method of removal, based on the creation of inertial overloads at the nodes of fastening outfit are presented. Deformations associated with the method of removal is investigated, possibility of re-use items of outfit after the stage out-press of capsule, chemical processing and small gauged (shells, bullets) is concluded.

Keywords: inertial overloads, elements of outfit, capsule, energy-power parameters, the degree of compression