

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

**№ 1(3)
квітень 2017**

**Миколаїв
МНУ імені В. О. Сухомлинського
2017**

Рекомендовано до друку рішенням наукової ради
Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського
(протокол № 6 від 27 квітня 2017 року)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Валерій БУДАК доктор технічних наук, професор, академік НАПН України; голова редакційної колегії;
Сергій УСТЕНКО доктор технічних наук, доцент, головний редактор;
Віктор МЕЛЬНИК кандидат технічних наук, доцент, відповідальний секретар.

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Валерій БОРИСЕНКО доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського;
Володимир ГНАТУШЕНКО доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизованих систем обробки інформації Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара;
Ігор КОВАЛЕНКО доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
Володимир КОРЧИНСЬКИЙ доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів телекомунікацій Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара;
Костянтин КОШКІН доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
Леонід КУЦЕНКО доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України;
Максим МУСІЄНКО доктор технічних наук, професор, декан факультету комп'ютерних наук Чорноморського національного університету імені Петра Могили;
Валерій ПОЗДЄЄВ доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського;
Сергій ПРИХОДЬКО доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
Микола ФІСУН доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення Чорноморського національного університету імені Петра Могили;
Анатолій ХОМЧЕНКО доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної та вищої математики Чорноморського національного університету імені Петра Могили;
Ольга ШОМАН доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геометричного моделювання та комп'ютерної графіки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Олександр НІЦІН доктор технічних наук, професор, професор кафедри геометричного моделювання та комп'ютерної графіки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;
Олександр ЧЕРНІКОВ доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Геометричне моделювання та інформаційні технології: науковий журнал / за ред. Сергія Устенка. — № 1 (3), квітень 2017. — Миколаїв : МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2017. — 156 с.

ISSN 2520-2820 (online)

ISSN 2524-0978 (print)

У науковому журналі висвітлено актуальні питання геометричного моделювання, комп'ютерних систем, інформаційних технологій тощо. Авторами виразно актуалізуються поняття «комп'ютерне моделювання», «геометричне моделювання», «об'ємне моделювання», «програмування», «прикладна геометрія» та інші.

Видання адресовано науковцям, викладачам, студентам технічних спеціальностей.

УДК 514.8+519.87+004
ББК 32.81+30в6

ISSN 2520-2820 (online)
ISSN 2524-0978 (print)

© Миколаївський національний університет
імені В.О. Сухомлинського, 2017

ЗМІСТ

<i>Екатерина АНТИПОВА, Игорь КОВАЛЕНКО, Сергей УСТЕНКО</i> Информационная технология выбора оптимальных линейно-функциональных организационных структур	7
<i>Олена БІДНІЧЕНКО</i> Підвідний пристрій відцентрового компресора як об'єкт геометричного моделювання	14
<i>Олена БОЙЧУК, Максим БОРИСЕНКО, Олександр ПРИГОДА</i> Чисельне моделювання та розрахунок напружено-деформованого стану структурованої оболонки	20
<i>Валерій БОНДАРЕНКО, Владислав ПОТУРНАК, Богдан ГУНЬКО</i> Автоматизована система віртуальних механічних випробувань радіо-електронних засобів за їхніми геометричними комп'ютерними моделями	24
<i>Валерій БОРИСЕНКО, Євгеній ДРУЗЬ</i> Моделювання s-подібних скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів дугами кіл	30
<i>Валерій БОРИСЕНКО, Сергій СЛОБОДЯН, Андрій УСТЕНКО</i> Моделювання корабельних кривих з квадратичним законом розподілу кривини	34
<i>Сергій ВІРЧЕНКО</i> До питання динамічного комп'ютерного геометричного моделювання технологічних процесів обробки тиском	39
<i>Andriy GLYBOVETS, Mohammad ALHAWAWSHA</i> E-Government versus Smart government: The United States Versus Jordan	42
<i>Ярослав ЖУК, Віктор СІЧКО, Лариса ВАСІЛЬСЬКА, Ігор УМРИХІН</i> Чисельне вивчення вимушених коливань тривалого демпфера з фізично нелінійних матеріалів при гармонічному навантаженні з урахуванням внутрішніх втрат.....	48
<i>Андрій ЗЕРКО, Олександр ОКСІЮК</i> Аналіз питань захисту інформації в операційних системах на прикладах захищених операційних систем	53
<i>Ігор КОВАЛЕНКО, Альона ШВЕД</i> Дослідження динаміки рівня невизначеності в умовах різної структури експертних свідочств.....	56
<i>Викторія КОНДРАТЬЕВА, Дмитрій ЧАЙКА</i> Кодирование для защиты от искажений при пересылке с применением считательной и перестановочной систем кодирования	63
<i>Викторія КОНДРАТЬЕВА, Дмитрій ЧАЙКА</i> Метод программного хранения информации с помощью отображения ее на опорной гамме вырабатываемой генератором псевдослучайных чисел	68
<i>Дмитро КОТЛЯР, Дмитро ВОЛІК</i> Моделювання явища редукції порохових газів у дульному зрізі	74
<i>Олена КРЕМЕНЧЕНКО, Єлизавета ЗАВАЛКО, Анатолій ХОМЧЕНКО</i> Когнітивно-графічний аналіз модельного ряду серендипових елементів: паритет об'ємів	79
<i>Катерина КУЗЬМА, Василь ЗІВЕНКО</i> Аналіз методів фільтрації електронної пошти від спаму	84
<i>Леонід КУЦЕНКО, Олена СУХАРЬКОВА</i> Геометричне моделювання руху маятникових аналогів інерціода В. М. Толчина.....	90
<i>Олександр МЕЛЬНИК, Віктор МЕЛЬНИК</i> Інформаційно-вимірювальна система для реєстрації динамічних характеристик суднових упорних підшипників.....	96

<i>Володимир ТІГАРСЬВ, Евеліна МАХІЯНОВА, Анастасія МІТКОВА</i>	
Аналіз геометричних форм при створенні орнаментів та методи їх формування з використанням сучасних САПР	101
<i>Михайло ПЕТРИШИН, Віктор РОВІНСЬКИЙ</i>	
Моделювання процесів перетворення форми інформації із унітарним та розрядно-позиційним кодуванням	107
<i>Ганна ПОГРОМСЬКА, Наталія ПЕТУХОВА</i>	
Актуальні тенденції розвитку технологій в галузі веб-програмування: аналітичний огляд	114
<i>Володимир ТІГАРСЬВ, Аліна МАТКОВСЬКА</i>	
Створення узагальнених алгоритмів і підсистеми автоматизованого моделювання геометричних орнаментів на основі САПР AutoCAD	120
<i>Serhiy USTENKO, Serhiy LUKYANCHIKOV, Ivan LUKYANCHIKOV</i>	
A software for data compression using double differential transformation of sound signal	128
<i>Сергій УСТЕНКО, Олександр СИНЯВІН</i>	
Геометричне моделювання плоских кривих із заданим параболічним розподілом кривини на обмеженій площині	133
<i>Юрій ХОЛКОВСЬКИЙ</i>	
Визначення локальної області забруднення екологічного середовища дискретно-інтерполяційним методом	141
<i>Анатолий ХОМЧЕНКО, Наталья КОВАЛЬ</i>	
Правило параболических трапеций и кубатурные формулы	145
<i>Віталій ЧЕРНЯК</i>	
Побудова поверхонь рівня дискретних неупорядкованих скалярних полів	149
ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ	153

CONTENTS

<i>Kateryna ANTIPOVA, Igor KOVALENKO, Sergiy USTENKO</i>	
Information technology of optimal linear-functional organizational structures selection	7
<i>Helen BIDNICHENKO</i>	
Inlet centrifugal compressor device as object of geometrical modeling.....	14
<i>Olena BOYCHUK, Maxim BORISENKO, Oleksandr PRIGODA</i>	
Numerical simulation and calculation of structured shell stress-strain state	20
<i>Valerii BONDARENKO, Vladyslav POTURNAK, Bohdan GUNJKO</i>	
Automated system of virtual mechanical tests of radio-electronic means according to their geometric computer models.....	24
<i>Valerii BORYSENKO, Yevhenii DRUZ</i>	
Modelling of S-similar skeletal lines profiles for axial compressors by circular arcs.....	30
<i>Valerii BORYSENKO, Oleh SLOBODIAN, Andrii USTENKO</i>	
Modeling of ship curves with a quadratic law of curvature distribution	34
<i>Serhii VIRCHENKO</i>	
To the question of dynamic computer geometric modeling of pressure technological processes	39
<i>Andriy GLYBOVETS, Mohammad ALHAWAWSHA</i>	
E-Government versus Smart government: The United States Versus Jordan	42
<i>Yaroslav ZHUK, Viktor SICHKO, Larysa VASILIEVA, Ihor UMRYSKHIN</i>	
Numerical research of dissipation on thermomechanical behavior of threelayred physically nonlinear damper under monoharmonic static deformation.....	48
<i>Andrii ZERKO, Oleksandr OKSIHUK</i>	
Analysis of data secure in operating systems on examples of protecting operating systems	53
<i>Igor KOVALENKO, Alyona SHVED</i>	
A study of the dynamics of the level of uncertainty under different structures of expert evidences.....	56
<i>Victoria KONDRATIIVA, Chaika DMITRY</i>	
Encoding to protect against corruption during shipment with the use of societatile and permutation coding systems	63
<i>Victoria KONDRATIIVA, Chaika DMITRY</i>	
Method of software store information through reflection of her on the reference tones generated by the generator of pseudo-random numbers	68
<i>Dmitry KOTLYAR, Dmitry VOLIK</i>	
Modeling of the powder gas reduction process in the gun muzzle	74
<i>Elena KREMENCHENKO, Elizaveta ZAVALKO, Anatoly KHOMCHENKO</i>	
Cognitive-graphic analysis of serendipityelements: parity of volumes.....	79
<i>Kateryna KUZMA, Vasyl ZIVENKO</i>	
Analysis of methods of email filtering from spam	84
<i>Leonid KUTSENKO, Elena SUKCHARKOVA</i>	
Geometrical modeling of motion pendulum analogues tolchin's inertcioid.....	90
<i>Alexander MELNIK, Victor MELNIK</i>	
Information-measuring system for registration of dynamic characteristics of shipboarding bearings	96
<i>Volodymyr TIGARIEV, Evelina MAKHILANOVA, Anastasiia MITKOVA</i>	
Analysis of geometric shapes in creating ornaments and methods of their formation using modern CAD	101
<i>Mykhailo PETRYSHYN, Viktor ROVINSKYI</i>	
Modelling of information form transformation processes with unary and bit-positional coding.....	107

<i>Hanna POHROMSKA, Natalia PETUKHOVA</i>	
Actual technological trends in the web-programming: analytical review	114
<i>Volodymyr TIGARIEV, Alina MATKOVSKA</i>	
Creation of generalized algorithms and subsystem of automated modeling of geometric ornaments based on AutoCAD.....	120
<i>Serhiy USTENKO, Serhiy LUKYANCHIKOV, Ivan LUKYANCHIKOV</i>	
A software for data compression using double differential transformation of sound signal	128
<i>Serhiy USTENKO, Oleksandr SYNIAVIN</i>	
Geometrical modeling of flat curves with a parabolic distribution of curvature on a limited plane	133
<i>Yuriy KHOLKOVSKY</i>	
Determination of the local polluted area of ecological environment by discrete interpolation method	141
<i>Anatoliy KHOMCHENKO, Natalia KOVAL</i>	
The trapezoidal parabolic rule and cubature formulas	145
<i>Vitalii CHERNIAK</i>	
The construction of surface on the level of discrete disordered scalar fields	149
INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	153

МОДЕЛЮВАННЯ ЯВИЩА РЕДУКЦІЇ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ У ДУЛЬНОМУ ЗРІЗІ

Пропонується математичну структуру для визначення редукції дульних характеристик потоку за часом, що надає можливість реалізації "безкульового" моделювання процесу витоку порохових газів з дульного отвору під час пострілу, з метою проведення експериментальних досліджень газодинамічної ефективності профілювання внутрішньої порожнини глушника шуму пострілу для стрілецької зброї.

Ключові слова: характеристики потоку, дульний зріз, редукція тиску, швидкоплинні явища.

Постановка проблеми. Більшість досліджень швидкоплинних явищ та процесів відбувається із застосуванням пакетів FEM аналізу, не є винятком і дослідження балістичних процесів пострілу. Балістичні процеси умовно поділяють на внутрішні та зовнішні. Перші відбуваються до вильоту кулі зі ствола та характеризуються перетворенням енергії горіння пороху в потенціальну енергію потоку з подальшим перетворенням її у кінетичну енергію кулі. Зовнішня балістика розглядає політ кулі та вплив на неї навколишніх факторів взаємодії від дульного зрізу і до потрапляння її у мішень включаючи процеси, якими характеризується її повне зупинення.

У балістиці, найбільш проблемними є дослідження явищ на дульному зрізі ствола зброї, де відбувається перехід від внутрішньої балістики до зовнішньої. Дослідження явищ та процесів, що їх характеризують, мають особливе значення у вирішенні прикладних задач розробки новітніх пристроїв безшумної стрільби. Моделювання швидкоплинних у часі процесів внутрішньої балістики є складною ресурсномісткою задачею, що характеризується високими значеннями температурних полів (2500–3000 K) та повного тиску, що може сягати 3200–4500 атм, для стрілової зброї [2, 3]. Моделювання всіх явищ внутрішньої балістики при кожному корельованому дослідженні пострілу з типової зброї є неефективним використанням часового та машинного ресурсу, а тому потребує спрощення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують графіки спаду тиску після вильоту кулі, але вони узагальнюючі для ряду стрілецької зброї, а тому відповідають лише критерію якості, тобто характеру процесу без кількісних величин. Для визначення тиску порохових газів на дульному зрізі у заданий момент часу поширено використовується формула Бравина (1), що визначає характер тенденції спаду та потребує подальшого уточнення коефіцієнтів для кожного окремо калібру з заданим патроном [1, 3]:

$$P_d^* = P_0^* e^{-bt}, \quad (1)$$

де P_0^* – дульний тиск у момент вильоту кулі зі ствола, атм; b – емпіричний коефіцієнт; t – момент часу, с.

У джерелах [4, 5] подається формула розрахунку емпіричного коефіцієнту b , як його прямо пропорційна залежність від площі дульного отвору і дульного тиску у момент вильоту кулі, та обернено пропорційна – від коефіцієнту інерції порохових газів і швидкості потоку газів за кулею у момент її вильоту зі ствола. Відповідний математичний запис залежності виглядає наступним чином:

$$b = \frac{SP_{d0}}{(\beta - 0,5)\omega v_d}, \quad (2)$$

де S – площа прохідного перерізу ствола, мм²; p_{d0} – дульний тиск у момент вильоту снаряда зі ствола, Па;

$\beta \approx \frac{1300}{v_d}$ – коефіцієнт дії інерції порохових газів; v_d – швидкість порохових газів у дульному

зрізі у момент вильоту снаряда зі ствола; ω_d – масова швидкість потоку.

У [4] пропонується ряд допущень, які спрощують використання наведеної вище формули, наприклад, що швидкість потоку v_d дорівнює швидкості кулі у момент вильоту її з дула. В свою чергу, в результаті проведення ряду газодинамічних досліджень було виявлено, що на протязі основного часу витоку порохових газів спад швидкості потоку у дульному зрізі сягає 15–20 % від швидкості кулі у дульному зрізі в залежності від її калібру.

Ряд проведених досліджень з моделювання пострілу та витоку порохових газів зі стволів калібрів .338, .300 та .223 з подальшим апроксимуванням їх графіків падіння характеристик у дульному зрізі виявив, що запропонована залежність (2) недостатньо точно корелює графікам дослідно отриманих характеристик (див. рис. 1). У часовому співвідношенні, графіки на рис.1 показують, що редукція потоку за формулою (2) проходить у 3-4 рази швидше ніж під час проведення дослідного розрахунку.

У зв'язку з цим, з метою проведення більш коректного моделювання процесу «без кульового» витікання потоку порохових газів з дульного отвору, що надає можливості реалізувати дослідження ефективності глушника, формула Бравіна потребує уточнень емпіричного коефіцієнта b та перегляду його математичної структури.

Метою роботи є розробка універсальної математичної структури для визначення емпіричного коефіцієнта для розрахунку редукції дульних характеристик потоку за часом.

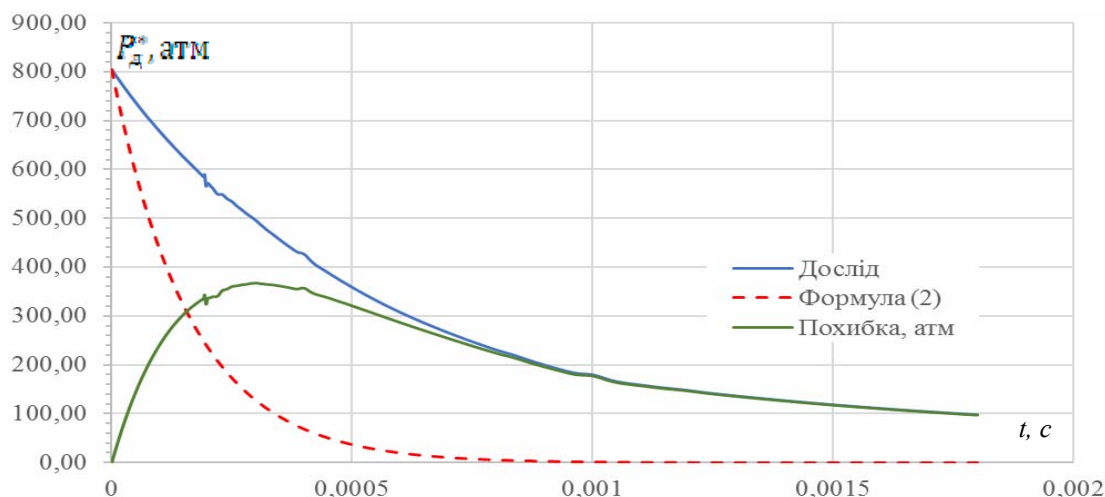


Рис. 1. Порівняння характеристик спаду повного тиску за часом у дульному зрізі

Основна частина. Газодинамічний розрахунок потоку реалізується з використанням часових залежностей редукції трьох дульних характеристик потоку: повного та статичного тисків, а також статичної температури. В свою чергу запропонована залежність (2) дозволяє дещо уточнити зміну повного тиску, але не має можливості встановити інші дві характеристики, тому є необхідність пошуку універсальної математичної структури опису означених вище часових залежностей зміни дульних характеристик.

Авторами пропонується залежність (3), що реалізувала достатню точність обумовлення процесу редукції параметрів потоку порохових газів.

$$b = \frac{\alpha \theta_0}{\beta + \gamma t}, \quad (3)$$

де θ_0 – дульний параметр потоку (P_0^* , P_0^{st} , T_0^{st}) у момент вильоту кулі зі ствола, атм, К; α – емпіричний коефіцієнт, що корегує швидкість редукції; β – інтегруючий коефіцієнт, що корегує пологість процесу; γ – фактор впливу часу на зміну характеристик; t – момент часу, с.

Як видно з наведеної формули (3) залежність було уніфіковано для визначення редукції параметрів повного і статичного тиску та параметру статичної температури у часі, що є необхідними для "безкульового" моделювання пострілу при дослідженнях зовнішньої балістики.

Дослідження потоку порохових газів проводилося із застосуванням пакетів FEM аналізу. Вирішувалася двовимірна задача моделювання пострілу з карабіну Savage 110 BA з довжиною ствола 24"

та патроном. 338 Lapua Magnum. У ході розрахунку використовувалася динамічна сітка з 300 тис. розрахунковими елементами, де мінімальний розмір елемента склав 0.4 мм. Початкові умови: повний тиск 3900 атм, температура 2700 К, корельована маса кулі 10.5 гр. Число Куранта 1.5, та часовий шаг $5e-07$ с. Розрахунковий час процесу протяжністю у 2.2 мкс склав приблизно 4 доби машинного часу.

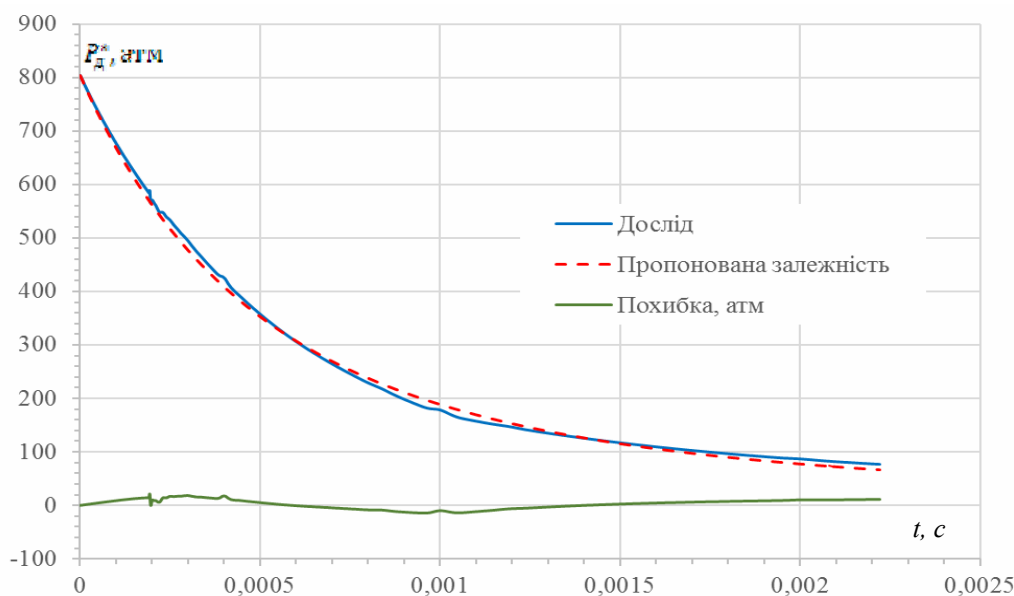


Рис. 2. Порівняння характеристик спаду повного тиску за часом у дульному зрізі

Провівши дослідження балістики для калібру .338 та проаналізувавши зняті графіки редукції цільових характеристик було отримано шукані коефіцієнти (3) з наступними значеннями:

- для повного тиску: $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,38$, $\gamma = 120$;
- для статичного тиску: $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,28$, $\gamma = 25$;
- для статичної температури: $\alpha = 0,5$; $\beta = 2,4$; $\gamma = 500$;

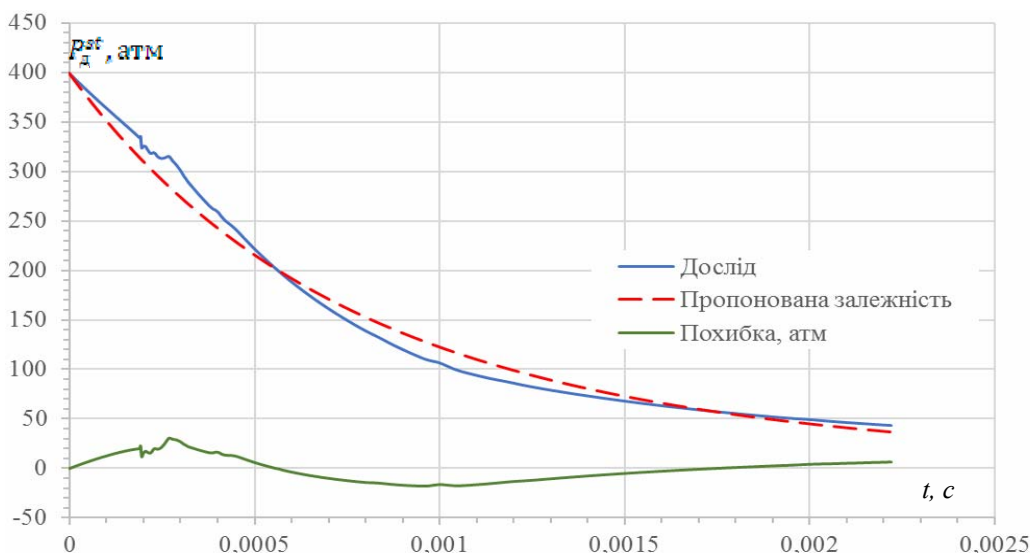


Рис. 3. Порівняння характеристик спаду статичного тиску за часом у дульному зрізі

На рис. 2–4 зображено порівняння редукції дульних характеристик повного і статичного тисків та статичної температури, значення яких були визначені за запропонованою залежністю (3), зі знятими значеннями з дослідного розрахунку.

Абсолютна похибка при визначенні редукції повного тиску для калібру. 338 патрон Lapua Magnum коливається у діапазоні 20 атм на досліджуваному інтервалі 0,0022 с (див. рис. 2), де за точку відліку

часу прийнято момент проходження дна кулі через дульний зріз. Середня похибка склала 2,5 атм, що у відносному значенні $\epsilon_{\text{ср}}$ становить 0,5 %.

На рис. 3 відображено максимальну абсолютну похибку визначення статичного тиску, яка сягає 36 атм, що пов'язано з коливаннями характеристик потоку у дульному зрізі від впливу на нього кулі. Вплив кулі провокує появу ділянки графіку з лінійною залежністю редукції потоку та потребує складної структури опису характеристики. Тому з метою спрощення залежності вплив кулі пропонується нівелювати, оскільки наявність кулі спотворює процес, а самі пульсації мають незначний характер. Середнє значення похибки для визначення статичного тиску на дульному зрізі у заданий момент часу складає $-0,6$ атм, що у відносному значенні $\epsilon_{\text{ср}}$ становить $-0,3$ %.

Подібний вплив кулі на зміну характеристик потоку спостерігається і на графіку редукції статичної температури (див. рис. 4). Середнє значення похибки для визначення статичної температури складає 7,9 атм, що у відносному значенні $\epsilon_{\text{ср}}$ становить 0,72 %.

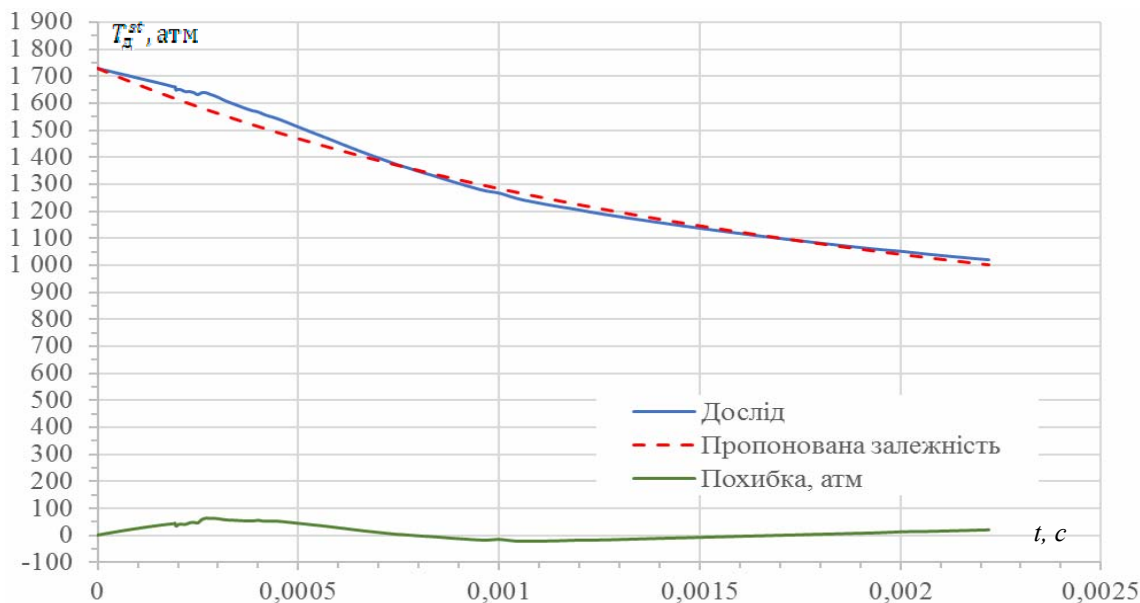


Рис. 4. Порівняння характеристик спаду статичної температури за часом у дульному зрізі

Проведений порівняльний аналіз побудованих графіків дозволяє стверджувати про достатньо високу адекватність отриманих розрахунковим способом характеристик потоку на дульному зрізі з використанням запропонованої авторами залежності (3). Запропоновану математичну структуру можливо використовувати при встановленні подібних характеристик потоку і для інших калібрів. Так наприклад, для калібру 300 з патроном 7,62x39 були встановлені наступні коефіцієнти зі зазначенням середньої відносної похибки:

- для повного тиску: $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,21$, $\gamma = 53$, $\epsilon_{\text{ср}} = 0,6$ %;
- для статичного тиску: $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,084$, $\gamma = 30$, $\epsilon_{\text{ср}} = 2,1$ %;
- для статичної температури: $\alpha = 0,9$, $\beta = 1,0$, $\gamma = 300$, $\epsilon_{\text{ср}} = 0,5$ %.

Висновки та перспективи. В результаті проведених досліджень було винайдено математичну структуру, що уточнює значення емпіричного коефіцієнту b для формули Бравіна. Структуру було уніфіковано з метою застосування формули Бравіна для визначення інших часових залежностей редукції цільових характеристик потоку, що надало можливість реалізувати "безкульове" моделювання процесів витікання порохових газів з дульного отвору під час пострілу. Надалі планується уточнити значення коефіцієнтів α, β, γ для інших калібрів.

Список використаних джерел

1. Левинсон Я. И. Аэродинамика больших скоростей (газовая динамика) / под ред. Б. Я. Шумяцкого. — М. : Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. — 352 с.
2. Оружие пехоты: Энциклопедия стрелкового оружия / Пер. с англ. Шант К. — М. : Омега, 2007. — 256 с.
3. Проектирование ракетных и ствольных систем / Под ред. Б. В. Орлова. — М. : Машиностроение, 1974. — 828 с.
4. Ручное огнестрельное оружие бесшумного боя / Н. А. Коновалов. — Днепропетровск : НАН Украины и НКА Украины, Институт технической механики, 2008. — 303 с.

5. Шмидт Э. М., Горднер Р. Э., Фанслер К. С. Поле течения при вылете снаряда из ствола, «Аэрокосмическая техника» // Материалы из журналов Американского института аэронавтики и астронавтики, тематический выпуск. Аэродинамика летательных аппаратов и их элементов. Т. 3, № 4, апрель. — 1985. — С. 126—128.

Dmitry KOTLYAR, Dmitry VOLIK

Mykolaiv

MODELING OF THE POWDER GAS REDUCTION PROCESS IN THE GUN MUZZLE

In the article is represented mathematic model for definition of gas flow parameters reduction near gun's muzzle which gives possibility to calculate gunpowder gases flow out of barrel without bullet motion modeling. That is done in order to perform experimental research of efficiency of profiling inner shape of sound suppressor for gun.

Key words: flow characteristics, muzzle cut, pressure reduction, short-term process.

Дмитрий КОТЛЯР, Дмитрий ВОЛИК

г. Николаев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ РЕДУКЦИИ ПОРОХОВЫХ ГАЗОВ В ДУЛЬНОМ СРЕЗЕ

Предлагается математическая структура для определения редукции дульных характеристик потока по времени, что предоставляет возможность реализации "беспулевого" моделирования процесса истечения пороховых газов из дульного отверстия во время выстрела, с целью проведения экспериментальных исследований газодинамической эффективности профилирования внутренней полости глушителя шума выстрела стрелкового оружия.

Ключевые слова: характеристики потока, дульный срез, редукция давления, быстротечные явления.

Стаття надійшла до редколегії 01.04.2017