



Analiza siły oddziaływania broni ramiennej na strzelca w czasie strzału

JANUSZ EWERTOWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Mechaniki i Konstrukcji,
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85

Streszczenie. W pracy omówiono doświadczalne badania siły odrzutu broni strzeleckiej na strzelca w czasie strzału. Badania przeprowadzono dla dwóch typowych pozycji strzeleckich — leżącej i stojącej. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że siła oddziaływania ma przebieg dwuetapowy, który składa się z krótkotrwałego oddziaływania impulsowego, a następnie oddziaływania wydłużonego. W oparciu o uzyskane wyniki opracowano charakterystyczne przebiegi siły oddziaływania dla obu wymienionych pozycji strzeleckich. Ponadto zaproponowano zastosowanie w analizie współoddziaływania broni i strzelca nowych, poszerzonych miar siły oddziaływania broni w czasie strzału.

Słowa kluczowe: uzbrojenie, broń lufowa, siła odrzutu

Symbol UKD: 623.44

1. Wstęp

Zagadnienie siły oddziaływania broni lufowej na strzelca w czasie strzału stanowi zawsze jeden z głównych problemów stojących przed konstruktorem nowego wzoru broni. Problem ten, może mniej znaczący w przypadku konstruowania broni o parametrach zbliżonych do już eksploatowanych rozwiązań, staje się jednak niezwykle istotny przy opracowywaniu nowych modeli odbiegających parametrami od dotychczas eksploatowanych. Przykładowo, następujący w ostatnim okresie rozwój wielkokalibrowych karabinów snajperskich, wymagał niewątpliwie rozwiązania między innymi problemu oddziaływania takiej broni na strzelca. Można nawet przypuszczać, że był to jeden z zasadniczych warunków praktycznej realizacji tej nowej koncepcji broni. Obserwując aktualną sytuację w podejściu do analizy siły oddziaływania broni na strzelca można zaryzykować stwierdzenie, że problem ten jest traktowany jako mało

znaczący w procesie projektowania nowych wzorów uzbrojenia. Jest to niewątpliwie sytuacja błędna, wymagająca zmian w podejściu do tego problemu.

Gdy rozpatruje się współcześnie znane metody analizujące oddziaływanie broni na strzelca, widoczne jest, że zapewniają one dość powierzchowne i ograniczone możliwości analizy omawianego zagadnienia. Najstarszą, lecz powszechnie stosowaną przez konstruktorów uzbrojenia jest metoda przedstawiona przez wybitnego polskiego konstruktora broni — Piotra Wilniewczyca [1]. Zaproponował on, aby oszacowania oddziaływania broni dokonywać na podstawie oceny parametrów odrzutu swobodnego, w tym głównie energii odrzutu swobodnego.

Wychodząc z równania zachowania pędu dla układu broń–pocisk

$$M_b V_b = m_p v_p$$

gdzie: m_b, m_p — masy broni i pocisku;

V_b, v_p — prędkość broni i pocisku

określone zostają: prędkość odrzutu broni V_{bl} w chwili wylotu pocisku z lufy z prędkością v_0

$$V_{bl} = \frac{(m_p + 0,5\omega)}{m_b} v_0$$

oraz maksymalna prędkość odrzutu swobodnego V_{bII}

$$V_{bII} = \frac{(m_p + \beta\omega)}{m_b} v_0,$$

z kolei: ω — masa ładunku miotającego;

β — współczynnik powylotowego działania gazów prochowych.

Gdy się dysponuje powyższymi wielkościami, w prosty sposób można określić odpowiednie energie odrzutu swobodnego. I tak:

$$E_{bl} = \frac{(m_p + 0,5\omega)^2}{2m_b} v_0^2$$

$$E_{bII} = \frac{(m_p + \beta\omega)^2}{2m_b} v_0^2.$$

Po ocenie energii odrzutu swobodnego broni możliwa jest ocena jej oddziaływania na strzelca. Zaproponowaną miarą dopuszczalnych wielkości oddziaływania na strzelca jest nieprzekraczanie odpowiednich poziomów energii odrzutu swobod-

nego. Jednocześnie proponowane jest przyjęcie jako dopuszczalnych następujących wielkości energii odrzutu:

- 20 J — dla karabinu powtarzalnego i samopowtarzalnego strzelającego ogniem pojedynczym,
- 10 J — dla karabinu i karabinka samoczynnego strzelającego ogniem seryjnym,
- 5 J — dla pistoletu.

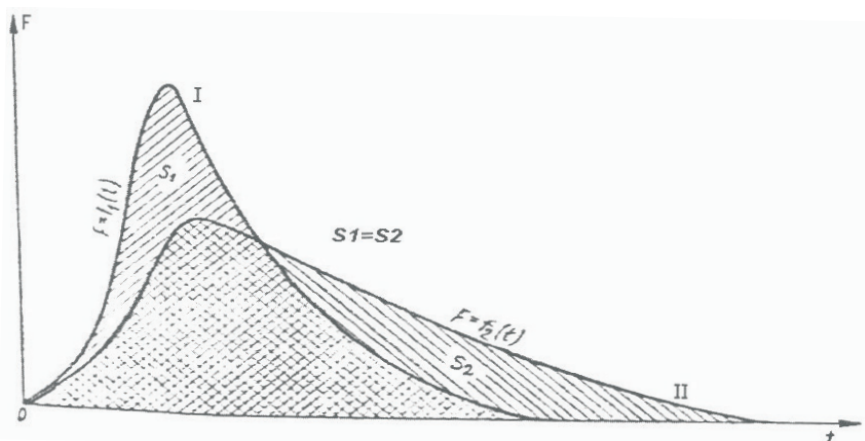
Dodatkowo stwierdzone jest, że precyzja strzału znacząco maleje, gdy energia odrzutu przekracza 35 J, przy czym jednocześnie w przypadku broni myśliwskiej wielkość energii odrzutu na poziomie 40 J jest wielkością uznawaną za znośną dla myśliwego. Dopiero na poziomie powyżej 50 J strzał staje się bolesny dla użytkownika. Oceniając przedstawione propozycje, można przyjąć, że gdy projektuje się nową broń, należy jako dopuszczalnie rozsądną granicę przyjmować energię odrzutu swobodnego na poziomie 30 J z ukierunkowaniem na zmniejszanie tej wielkości.

W zaproponowanej metodzie szacowania oddziaływania broni na strzelca zwrócona jest również uwaga — w sposób sygnalizacyjny — na zjawiska wpływające na odczucie przez strzelca oddziaływania na niego broni w czasie strzału.

Jako istotne zagadnienia podane zostają — wymieniając je w kolejności:

1. Rodzaj prochu, jaki zastosowany jest do miotania pocisku. Można bowiem uzyskać efekt tej samej ilości ruchu układu przy różnej postaci impulsu wymuszającego gazów prochowych. Ilustruje to rysunek 1.

Wymienione zagadnienie nie jest dokładniej analizowane, chociaż autor metody stwierdza, że odczucia fizjologiczne oddziaływania broni będą się znacznie różnić.

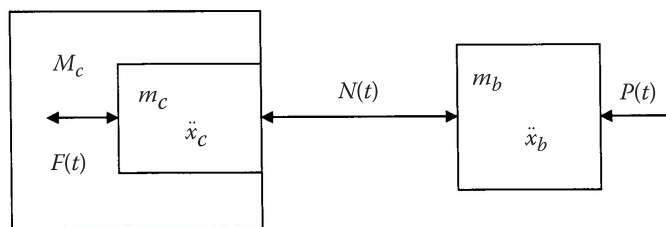


Rys. 1. Różne przebiegi siły napędzającej pocisk przy zachowaniu identycznej wartości impulsu gazów prochowych

2. Istotny wpływ na siłę oddziaływania ma również zastosowany kaliber lufy. Jest bowiem jasne, że im mniejszy jest kaliber, tym mniejsza będzie siła parcia gazów na wylocie lufy po wylocie pocisku, a więc i występujący nacisk na strzelca będzie łagodniejszy.
3. Podobnie istotna jest długość zastosowanej lufy. Im krótsza jest lufa, tym mniejszy jest stosunek ciśnienia maksymalnego do wylotowego. W tej sytuacji w okresie powylotowego oddziaływania gazów wpływających z lufy zwiększeniu będzie ulegać siła odrzucająca broń do tyłu.
4. Ważnym elementem jest również stan techniczny lufy. Przykładowo, zanieczyszczona lufa powoduje wzrost oporów przetłaczania pocisku, powodując tym samym wzrost ciśnienia spalania ładunku miotającego, co w odniesieniu do odrzutu objawia się tak jakby zmieniony został rodzaj zastosowanego prochu.

W pełnej ocenie odrzutu, jak wskazuje autor metody, żaden z wymienionych czynników nie powinien być pominięty. Przedstawiona metoda, jak na występujące współcześnie potrzeby, wydaje się wyjątkowo pobieżna i nie charakteryzująca w sposób dokładny przebiegu oddziaływania broni na strzelca. Pozwala ona jedynie na oceny globalne bez dokładniejszej analizy zjawiska.

Znacznie szerszą analizę oddziaływania broni zaproponował S. Kochański w pracy [2]. Sformułował on własny model układu broń-strzelec oraz przedstawił analityczne rozwiązanie równań opisujących ten model. Zaproponowany model w formie schematu przedstawiony jest na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat modelu fizycznego broń-strzelec dla małokalibrowej broni strzeleckiej zaproponowany przez S. Kochańskiego, gdzie: $P(t)$ — siła wymuszająca ruch broni; $N(t)$ — siła wzajemnego oddziaływania pomiędzy strzelcem i bronią; M_c — masa całkowita strzelca; m_o — masa zredukowana strzelca, współdziałająca z bronią; m_b — masa broni; \ddot{x}_b, \ddot{x}_c — przyspieszenia broni i masy zredukowanej strzelca

W odniesieniu do tak określonego modelu autor zaproponował rozpatrzenie trzech głównych przypadków, tj.:

- nieliniowego pchnięcia sprężysto-plastycznego,
- liniowego pchnięcia sprężysto-plastycznego,
- liniowego pchnięcia sprężysto-lepkiego.

Równaniami wyjściowymi dla podanych przypadków były:

$$m_b \ddot{x}_b = P(t) - N(t)$$

$$m_c \ddot{x}_c = N(t),$$

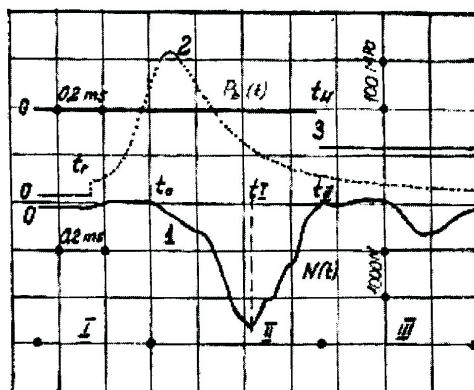
przy czym w przypadku pchnięcia sprężysto-lepkiego pomiędzy oddziaływujące masy wprowadzony został tłumik wiskotyczny (tzw. Ciało Voigta) odpowiednio modyfikujący układ równań ruchu.

Rozwiązując równania charakteryzujące poszczególne przypadki, autor przedstawił metodę wyznaczania masy zredukowanej strzelca oraz sztywności lokalnej ramienia w okresie, w którym siła pchnięcia osiąga maksimum. W efekcie końcowym zaproponował trzy miary oddziaływania broni, podając jednocześnie dopuszczalne wielkości maksymalne. Byłyby to:

- wielkość maksymalna siły pchnięcia $N_{\max} \leq N_{dop} = 3000 \text{ N}$.
- impuls siły pchnięcia $I_N \leq I_{Ndop} = 10 \text{ Ns}$
- szybkość narastania siły pchnięcia $V_N \leq V_{Ndop} = 7 \text{ kN/ms}$.

Istotą metody jest to, że do określenia poszczególnych wielkości konieczny jest doświadczalny pomiar siły oddziaływania analizowanego wzoru broni na strzelca. Jedynie bowiem gdy dysponuje się pomiarem doświadczalnym, możliwe jest określenie takich parametrów, jak: zredukowana masa strzelca, sztywność lokalna ramienia czy parametry tłumienia.

Przykładowy oscylogram uzyskany przez autora z przeprowadzanych badań przedstawia rysunek 3.



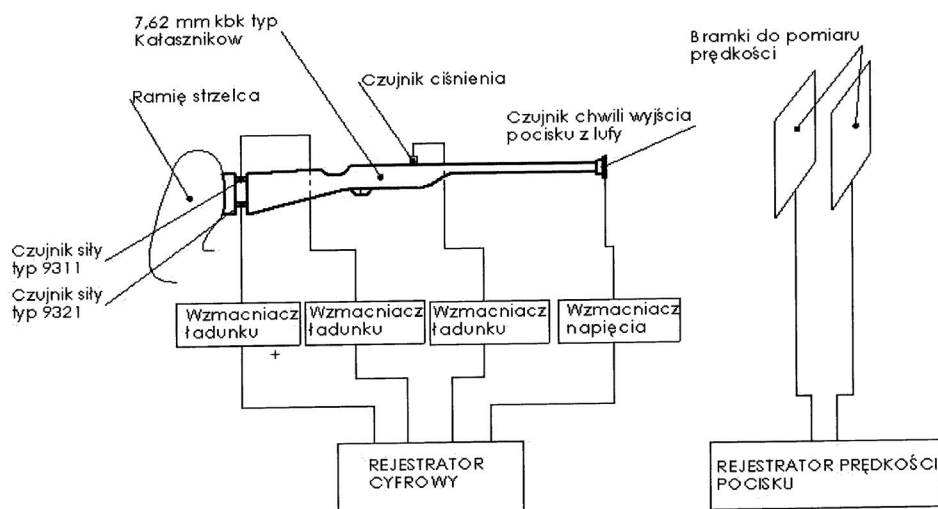
Rys. 3. Doświadczalnie zarejestrowane oscylogramy przebiegu sił: wymuszającej ruch broni i oddziaływującej na strzelca: 1 — przebieg siły oddziaływania broni na strzelca; 2 — zarejestrowany przebieg ciśnienia w lufie

Kiedy jednak dysponuje się oscylogramem, możliwe jest natychmiastowe określenie wartości zaproponowanych miar siły oddziaływania. Potrzeba pozyskania oscylogramu, z punktu widzenia konstruktora broni, czyni rozwiązywanie równań analizujących model fizyczny bezcelowym. Jednocześnie potrzeba wykonania badań doświadczalnych istniejącego już realnie wzoru broni staje się niejako działaniem po fakcie. Gotowy wzór broni wyklucza bowiem realną możliwość zmieniania parametrów konstrukcyjnych.

Przedstawiona charakterystyka znanych metod dotyczących oddziaływania broni na strzelca w czasie strzału wykazuje celowość prowadzenia dalszych prac pozwalających na dokładniejszą analizę całego zjawiska. Wychodząc z takiego założenia celem niniejszej pracy jest eksperymentalne zbadanie przebiegu w czasie, siły oddziaływania broni na strzelca, a następnie zaproponowanie metody analitycznej pozwalającej przewidywać przebieg i mogącej być użyteczną dla konstruktora już od wstępnej fazy projektowania nowego wzoru broni. Dążeniem jest sformułowanie metody pozwalającej z wyprzedzeniem określać przebieg siły oddziaływania i jej skutki, a więc mogącej być użytecznym narzędziem w procesach konstrukcyjnych już od wstępnej ich fazy.

2. Doświadczalne pomiary siły oddziaływania broni na strzelca

Przyjmując założenie sformułowania użytecznej metody określania siły oddziaływania broni, postanowiono w pierwszym etapie przeprowadzić pomiary doświadczalne całego zjawiska. W tym celu zestawiony został układ pomiarowy, którego schemat przedstawiony jest na rysunku 4.



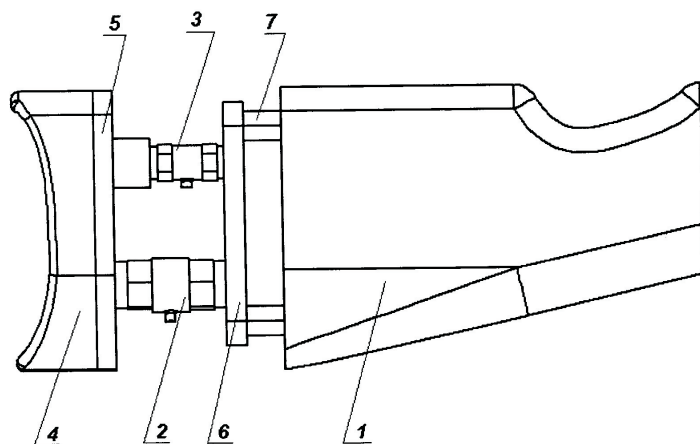
Rys. 4. Schemat zastosowanego stanowiska do pomiaru siły pchnięcia badanej broni

Do badań zastosowano zmodyfikowany karabinek Kałasznikowa 7,62 mm strzelający standardową amunicją 7,62 x 39 wz.43 z pociskiem zwykłym o masie 8 gramów.

Wymieniona modyfikacja polegała na przystosowaniu broni do zamocowania czujników pomiarowych, takich jak:

- piezoelektryczne czujniki siły,
- czujnik piezoelektryczny ciśnienia w komorze nabojeowej osadzony na lufie w miejscu odpowiadającym środkowej części łuski,
- czujnik rejestrujący chwilę wyjścia pocisku z lufy.

Największe zmiany w konstrukcji broni spowodowane zostały koniecznością zainstalowania czujników siły. W tym celu wykonana została specjalna kolba pomiarowa pozwalająca w swej tylnej części zamocować obok siebie dwa czujniki siły. Istotę rozwiązania wyjaśnia rysunek 5.



Rys. 5. Zamocowanie czujników siły w tylnej części kolby karabinka stosowanego w badaniach: 1 — kolba karabinu pomiarowego; 2 — dolny czujnik siły; 3 — górny czujnik siły; 4 — stopka oporowa; 5 i 6 — płytki mocowania czujników siły; 7 — zamocowania przyrządu pomiarowego do kolby

Do badań dobrano trzech strzelców różniących się wzajemnie typem budowy ciała. Ich parametry zestawione są w tabeli 1.

TABELA 1

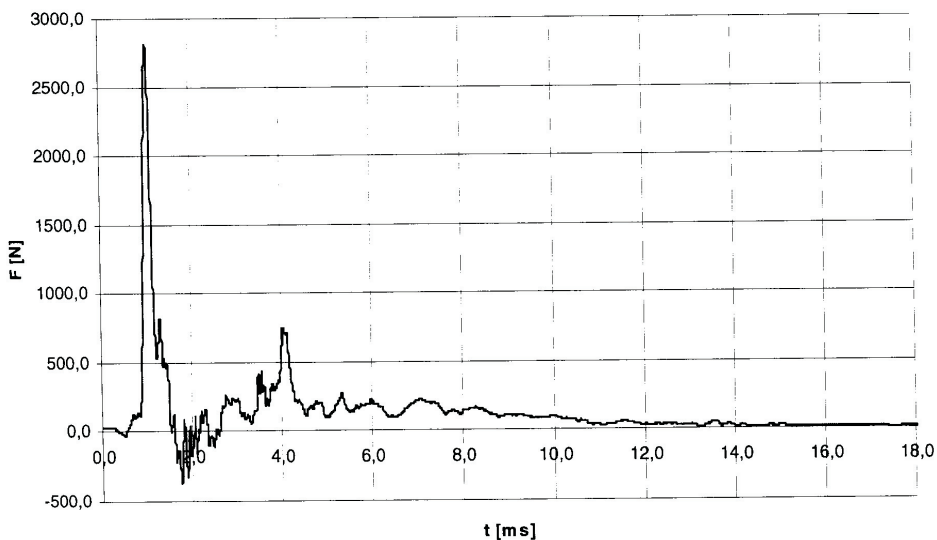
Charakterystyki strzelców biorących udział w badaniach

Strzelec	Masa ciała [kg]	Wzrost [cm]
A	60	165
B	88	184
C	90	190

Strzelania przeprowadzono dla dwóch typowych pozycji strzeleckich, tj. pozycji leżącej i stojącej.

Przyjęty system pomiaru siły przez dwa równoległe umieszczone czujniki dawał oczywiście różniące się co do wielkości rejestrowane przebiegi siły przez każdy z czujników. Taki sposób pomiaru pozwalał dodatkowo określić wielkość momentu obracającego broń w czasie strzału. Jest to jednak oddzielne zagadnienie i nie będzie analizowane w ramach niniejszej pracy.

W celu określenia całkowitej siły oddziaływania na strzelca rejestrowane pomiary z obu czujników sumowano. Przykładowy zarejestrowany przebieg wymienionej siły przedstawiony jest na rysunku 6.



Rys. 6. Zarejestrowany przebieg siły oddziaływania karabinka na ramię strzelca strzelającego z pozycji leżącej

Przebieg ten, jeśli chodzi o kształt rejestrowanych przebiegów, jest reprezentatywny dla ogółu uczestniczących w badaniach strzelców. Analizując uzyskane w badaniach wyniki, można natychmiast zauważyć, że całe zjawisko przebiega w dwóch następujących po sobie etapach. Etap pierwszy to krótkotrwałe oddziaływanie, podczas którego siła oddziaływania gwałtownie narasta, a następnie równie szybko opada do wartości zerowej. Cały ten proces trwa około 0,5 ms. Szczególnie interesujący jest fakt, że po pierwszym etapie rejestruje się praktyczne zerwanie kontaktu między bronią a strzelcem.

W drugim etapie pojawia się wielokrotnie dłuższe oddziaływanie trwające około 15 ms, a więc około 30-krotnie dłuższe. Poziomą siłę oddziaływania na strzelca jest średnio około 10-krotnie niższy w porównaniu z etapem pierwszym.

Zarejestrowanie dwufazowego oddziaływania broni na strzelca w czasie strzału jest stwierdzeniem nowym, nieopisywanym dotychczas w analizach omawianego zagadnienia. Z reguły etap drugi jest w ogóle pomijany — przykład praca [2]. Z tego względu interesujące jest sprawdzenie wielkości impulsów siły przekazywanych na strzelca w poszczególnych etapach. Konkretnie wartości obliczane na podstawie uzyskanych wyników doświadczalnych zestawione są w tabelce zbiorczej obejmującej poszczególnych strzelców i obie pozycje strzeleckie.

TABELA 2

Wielkości impulsów siły oddziaływania obliczone dla obu etapów opracowane na podstawie wyników doświadczeń

Strzelec	Pozycja leżąca		Pozycja stojąca	
	Etap I Średnia arytm. wartość impulsu siły [Nms]	Etap II Średnia arytm. wartość impulsu siły [Nms]	Etap I Średnia arytm. wartość impulsu siły [Nms]	Etap II Średnia arytm. wartość impulsu siły [Nms]
A	717	1642	654	1215
B	703	1843	650	1688
C	691	1787	655	1465

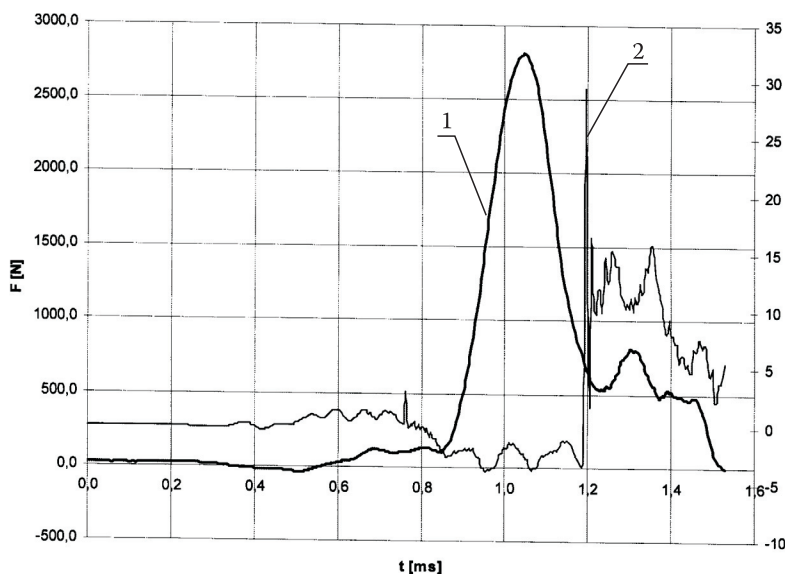
Nawet pierwsza, pobieżna analiza wyników podanych w tabelce wykazuje jednoznacznie, że pomijanie drugiego etapu oddziaływania siły na strzelca jest całkowicie błędne. Analizowanie siły oddziaływania poprzez wyznaczenie energii odrzutu swobodnego broni i przyjmowanie dalej przebiegu tej siły o kształcie odpowiadającym etapowi pierwszemu podobnie nie oddaje rzeczywistego przebiegu zjawiska. Jak obrazuje to tabela, w etapie drugim impuls siły przekazywany na strzelca jest średnio dwu i półkrotnie wyższy niż w etapie pierwszym.

Jest również oczywiste, że zupełnie inaczej będą odbierane przez strzelającego krótkotrwałe impulsy o dużej wartości maksymalnej siły oddziaływującej w porównaniu z impulsami o długim czasie działania, ale o znacznie mniejszej wartości siły oddziaływującej. Z odczuć strzelców przyjęło się uważać, że impuls krótkotrwały odczuwalny jest jako tzw. suche, nieprzyjemne uderzenie, natomiast długotrwały — jako pchnięcie znacznie mniej nieprzyjemne dla obsługującego broń.

Osobnym zagadnieniem wyłaniającym się z przeprowadzanych doświadczeń jest zagadnienie odbioru przez człowieka różnorodnych przebiegów impulsów obciążających. Uzyskanie odpowiedzi w tym zakresie wymagałoby jednak oddzielnych badań, w których należałoby zastosować różniące się konstrukcyjnie wzory strzeleckich broni lufowych zapewniających różne przebiegi oddziaływania

na strzelców. Ze względu jednak na możliwości, jakimi dysponował autor, było to niestety nieosiągalne.

W celu dokładniejszego przedstawienia siły oddziaływania broni na strzelca w czasie strzału warto przedstawić przebiegi tej siły występujące w obu etapach, jednakże rozciągnięte w czasie i podzielone na dwa charakterystyczne przebiegi. W rysunkach zamieszczonych dalej przedstawione zostaną wykresy dotyczące strzelca A, opisujące zarejestrowaną siłę oddziaływania dla dwóch pozycji strzeleckich.

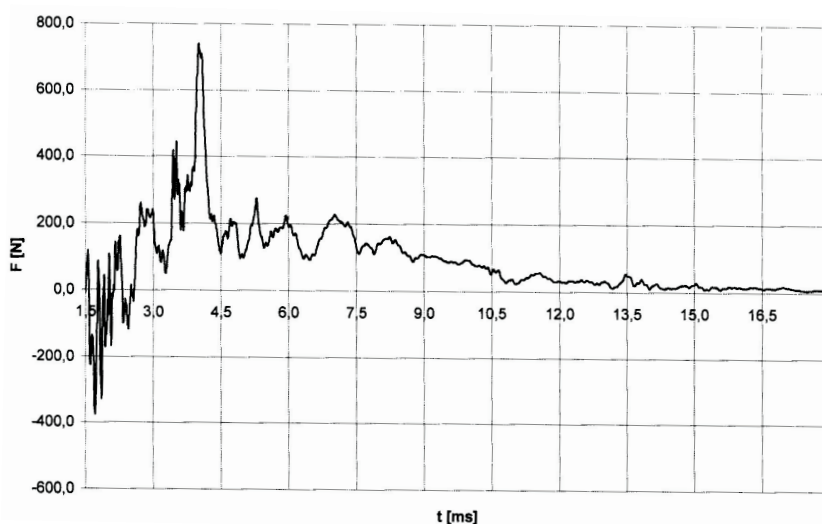


Rys. 7. Przebieg siły oddziaływania karabinka na strzelca w etapie pierwszym, w pozycji leżącej z rejestracją chwili wyjścia pocisku z lufy: 1 — przebieg rejestrowanej siły oddziaływania broni; 2 — rejestracja chwili wyjścia pocisku z lufy (czujnikiem ciśnienia)

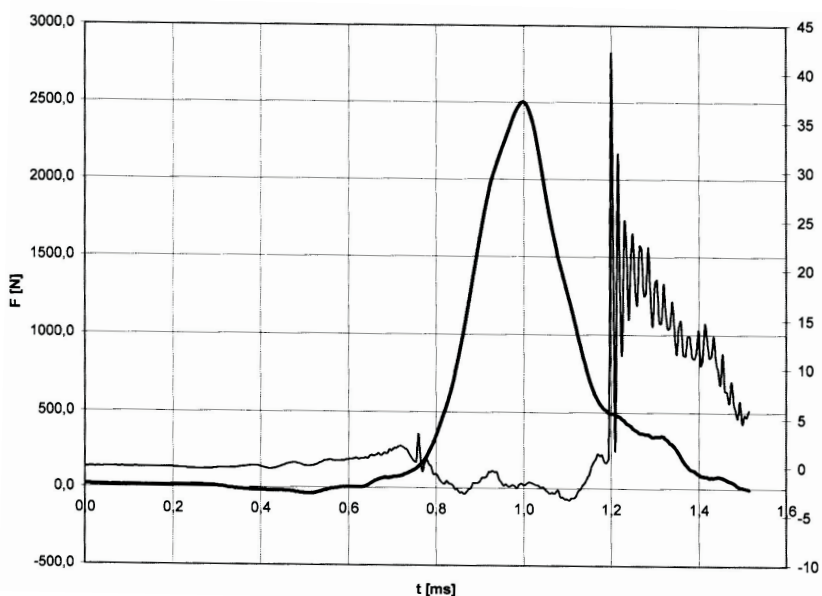
Na zamieszczonych przebiegach rejestrowana jest również chwila wyjścia pocisku z lufy. Dla pełnej informacji celowe jest przedstawienie przebiegu ciśnienia rejestrowanego w komorze nabojewej, a także występującej chwili wyjścia pocisku z lufy.

Jak można było się spodziewać, wartość siły oddziaływania jest uzależniona od pozycji strzeleckiej. Jednakże sam charakter przebiegu w obu przypadkach jest bardzo zbliżony. Po ocenie ilościowej okazuje się, że w pozycji stojącej siła oddziaływania ulega zmniejszeniu. I tak w etapie pierwszym jest ona średnio mniejsza o około 300 N, a w drugim — około 100 N.

Fakt ten jest łatwy do zinterpretowania, bowiem w pozycji stojącej strzelec jest niejako obiektem mniej sztywnym, a więc bardziej podatnym na pochłanianie impulsów obciążających.

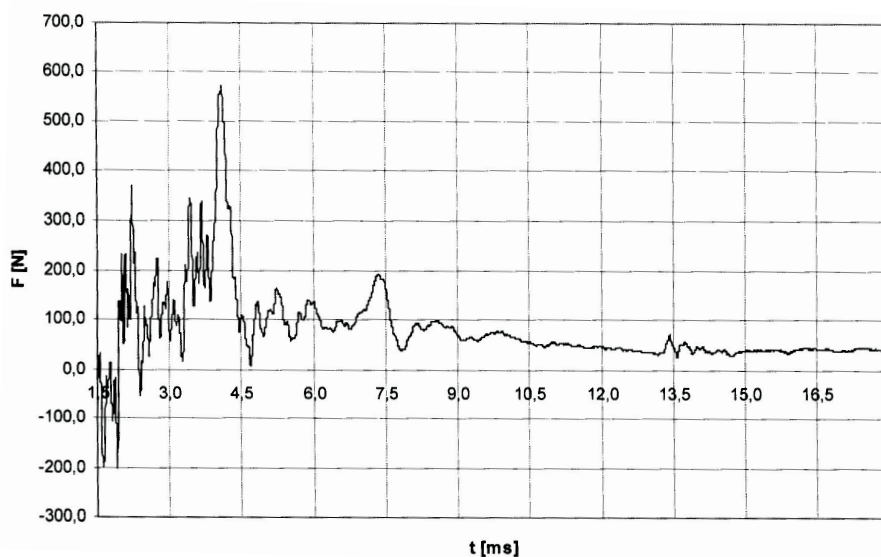


Rys. 8. Przebieg siły oddziaływania karabinka na strzelca w etapie drugim, w pozycji leżącej

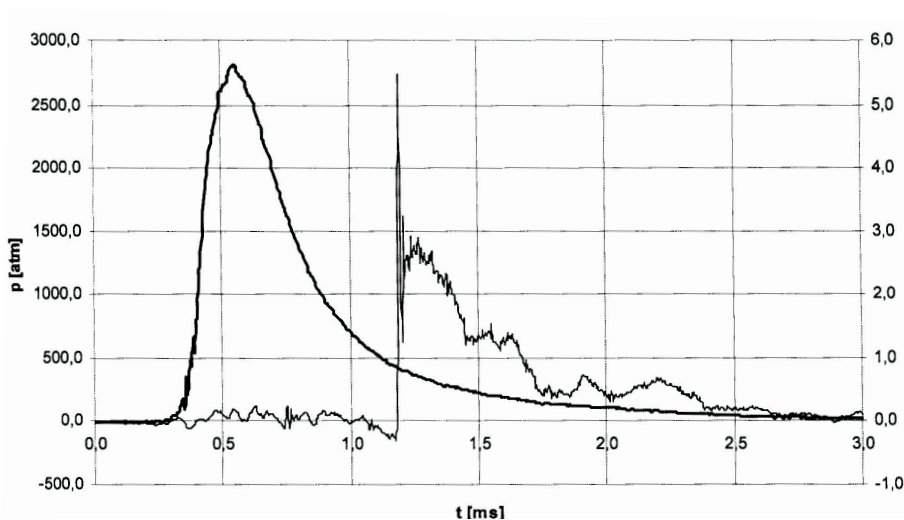


Rys. 9. Przebieg siły oddziaływania karabinka na strzelca w etapie pierwszym, w pozycji stojącej z rejestracją chwili wyjścia pocisku z lufy

Dysponując otrzymanymi wynikami z pomiarów doświadczalnych dla wszystkich strzelców i obu analizowanych pozycji strzeleckich można było określić typowe przebiegi siły oddziaływania. Opracowując takie wykresy, przyjęto założenie

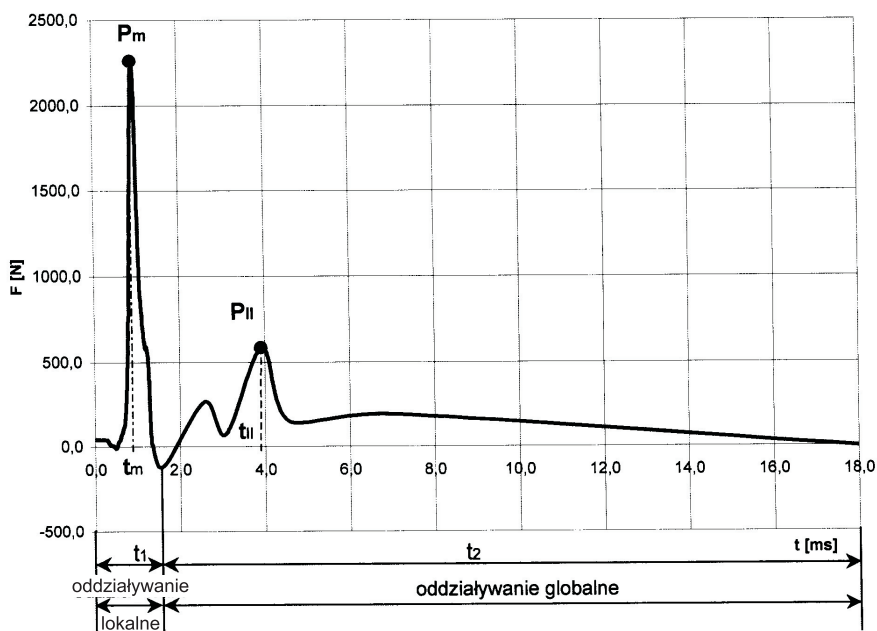


Rys. 10. Przebieg siły oddziaływania karabinka na strzelca w etapie drugim, w pozycji stojącej

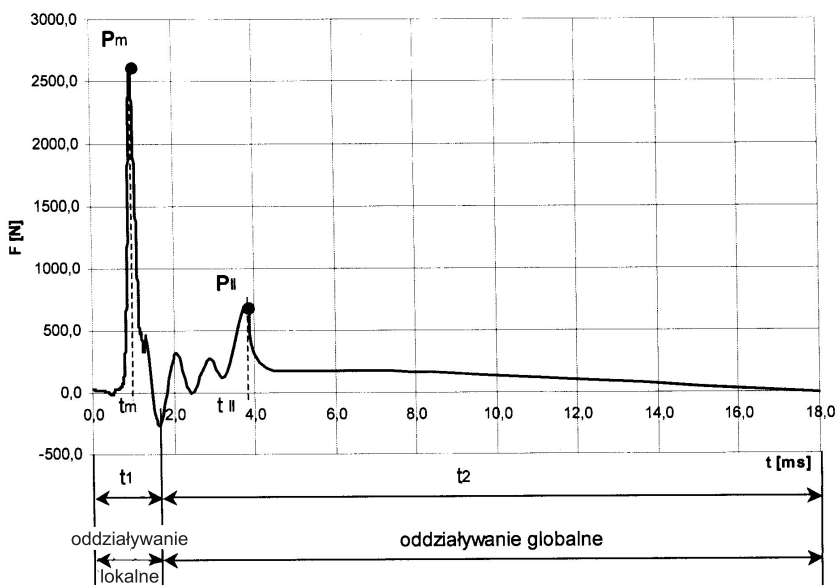


Rys. 11. Przykładowy przebieg ciśnienia w lufie z zaznaczoną chwilą wyjścia pocisku z lufy

o celowości wygładzania przebiegów silnie zmiennych, przyjmując jednak zasadę, aby całka przebiegu rzeczywistego była równa całce dla wyznaczonego wykresu typowego. Uzyskane wykresy dla poszczególnych pozycji strzeleckich przedstawiają rysunki 12 i 13.



Rys. 12. Typowy przebieg siły oddziaływania broni na strzelca dla pozycji leżącej



Rys. 13. Typowy przebieg siły oddziaływania broni na strzelca dla pozycji stojącej, gdzie poszczególne symbole oznaczają: P — maksymalna wartość siły oddziaływania w pierwszym okresie; P — maksymalna wartość siły oddziaływania w drugim okresie; t — czas wystąpienia siły P ; t — czas wystąpienia siły P ; t — czas trwania okresu pierwszego; t — czas trwania okresu drugiego

Podsumowując całość zrealizowanych pomiarów doświadczalnych, można sformułować wnioski końcowe:

1. W pierwszej kolejności należy stwierdzić, że siła oddziaływania broni na strzelca ma przebieg dwuetapowy. W każdym z etapów występuje odmienny przebieg tej siły. W pierwszym jest to krótkotrwałe obciążenie impulsowe o stosunkowo znacznych wartościach, w drugim natomiast — znacznie mniejsze co do wartości, lecz wielokrotnie dłuższe w czasie oddziaływanie. Sytuacja ta ma miejsce zarówno w pozycji leżącej, jak i stojącej. Podczas oceny oddziaływania broni konieczne jest więc uwzględnianie obu wymienionych okresów.
2. Kolejnym spostrzeżeniem jest stwierdzenie, że maksymalna wartość siły oddziaływania w etapie pierwszym występuje w czasie gdy wystrzeliany pocisk znajduje się jeszcze w lufie. W praktyce prowadzi to do ciekawego wniosku, a mianowicie, że zastosowanie urządzeń wylotowych (hamulca wylotowego) nie ma wpływu na wartość wymienionej siły ani na szybkość jej narastania.
3. Wydaje się, że wyjątkowo cenne byłoby podjęcie badań określających odczucia strzelca na różnie kształtujące się przebiegi siły oddziaływania, w każdym z dwóch stwierdzonych etapów. Inaczej mówiąc, należałoby poznać, jak strzelec odczuwa różne przebiegi impulsowych obciążeń krótkotrwałych i jak odczuwa różne co do wartości oddziaływania dłuższe. W tym celu należałoby jednak podobnymi badaniami objąć znacznie większą ilość broni strzeleckich, aby uzyskać większą gamę charakterystyk obciążenia.
4. Badania większej liczby wzorów broni pozwoliłyby na opracowanie atlasu przebiegów siły oddziaływania broni na strzelca zależnych od charakterystycznych parametrów konkretnego wzoru broni. Atlas taki stanowiłby cenną pomoc dla konstruktora broni w szacunkowej ocenie możliwej siły oddziaływania.
5. Bazując na całości przedstawionych wyników badań i prezentowanych wniosków, można zaproponować wprowadzenie nowych, rozszerzonych miar siły oddziaływania broni na strzelca. Byłyby to:
 - maksymalna wartość siły pchnięcia w etapie pierwszym P_I ,
 - wartość impulsu siły pchnięcia w etapie pierwszym I_I ,
 - maksymalna wartość siły pchnięcia w etapie drugim P_{II} ,
 - wartość impulsu siły pchnięcia w etapie drugim I_{II} ,
 - czas trwania etapu pierwszego t_I .

3. Podsumowanie i wnioski

W pracy omówione zostały badania doświadczalne siły oddziaływania broni strzeleckiej na strzelca. Badania wykonane zostały przy wykorzystaniu specjalnie przystosowanego do pomiarów egzemplarza broni bazującego na znanym karabinie Pm Akm wz 74 i stosowaniu amunicji pośredniej kalibru 7,62. W badaniach

uczestniczyli wybrani strzelcy różniący się wzajemnie budową, co pozwoliło na uzyskanie szerszego spektrum wyników pozwalających na zastosowanie uznanego za dopuszczalny, poziomu uogólnienia. Badaniami objęto dwie pozycje strzeleckie, tj. leżącą i stojącą.

W wyniku analizy otrzymanych pomiarów udało się stwierdzić zarówno występujący charakter przebiegu siły oddziaływania, jak i jej konkretne wartości w czasie. Ponadto stwierdzono, że rozpatrywana siła oddziałuje na strzelca w dwóch następujących po sobie charakterystycznych etapach. Pierwszy nazwano oddziaływaniem impulsowym, a drugi — wydłużonym. Stwierdzenie tego faktu pozwoliło w istotny sposób rozszerzyć dotychczas przyjęty sposób analizy siły oddziaływania broni na strzelca. Bazując na zarejestrowanych wynikach, opracowano typowe przebiegi siły oddziaływania dla obu omawianych pozycji strzeleckich. W tym przypadku zastosowano niezbędne wygładzenie wykresów w celu uzyskania ich większej wartości użytkowej. W rezultacie w części końcowej zaproponowano zastosowanie w przyszłości rozszerzonej miary siły oddziaływania broni na strzelca odzwierciedlającej w sposób znacznie dokładniejszy realnie występujący przebieg siły oddziaływania broni.

Artykuł wpłynął do redakcji 13.09.2006 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano w grudniu 2006 r.

LITERATURA

- [1] P. Wilniewicz, *Broń samoczynna*, Wyd. MON, 1958.
- [2] S. Kocharński, *Odrzut hamowany ramiennej broni strzeleckiej*, Prace naukowe PW, 1979.
- [3] S. Kocharński, *Badania broni strzeleckiej*, Wyd. PW, 1990.

J. EWERTOWSKI

The analysis of humeral weapons interaction strength on the shooter during the shot

Abstract. The research presents an experimental investigation of the shooting weapon's recoil strength on the shooter while shooting. The research was carried out for two typical shooting positions, lying and standing ones. On the basis of the perceived results, one can conclude that the interaction strength is a two-stage process, which consists of a transitory pulse interaction followed by an extended interaction. Based on the obtained results, characteristic progress of interaction power for both mentioned above shooting positions was proposed. Furthermore, application of new broadened measures of interaction strength of a weapon during the shot was suggested for the analysis of interaction between the weapon and the shooter.

Keywords: armament, barrel weapon, recoil

Universal Decimal Classification: 623.44

