

Balistyka zewnętrzna śrutu

Kiedy mówimy o celności naszych pneumatyków, mamy na myśli dziurawienie kilkoma 5 lub 10 strzałowymi seriami układającymi się w malutkie grupki strzelając na dosyć duże odległości. Nie jest to dokładnie tym czym jest celność, ale jest tym na co właśnie ona pozwala. Najprościej rzecz ujmując celność to niezmienność....

... Ujmując to w możliwie najbardziej zwięzły sposób można powiedzieć, że celność to zdolność naszej broni do wystrzelenia pocisku z prędkością, powiedzmy 240 m/s tak aby przy uderzeniu w cel przemieszczał się z prędkością np. 180 m/s. Jeśli każdy strzał przez nas oddany spełnia te warunki i nie mają na niego wpływu warunki zewnętrzne (np. wiatr) – nasz śrut jest zdolny do przechodzenia przez tę samą dziurę w tarczy strzał po strzale. Większość strzelców uważa, że jeśli śrut opuszcza lufę z dokładnie taką samą prędkością za każdym razem, to każdy z nich uderzy w cel z dokładnie tą samą prędkością; ale niestety rzeczywistość jest inna.

Czasami uda nam się umieścić dwa śrutu w jednej dziurze z odległości 50 m, ale jak często to się zdarza? Otrzymujemy duże skupienie na dużych dystansach, ale co takiego faktycznie to powoduje? Co powoduje, że właściwie doskonały śrut okazuje się rozczarującym „odskokiem” w serii? Dlaczego wszystkie śrutu ładnie „zbierają się” wokół celu, ale jeden musi odskoczyć i wszystko zniszczyć? Słyszeliśmy już wszyscy tę historię, lub jej doświadczyliśmy. Mamy dwa karabinki wykonane przez tego samego producenta. Są to dokładnie te same modele, lecz jeden strzela doskonale ze śrutu X, podczas gdy drugi egzemplarz działa jak rozpylacz. By dokładnie zrozumieć czym jest właśnie celność musimy zrozumieć co faktycznie dzieje się z naszym śrutem w czasie pomiędzy umieszczeniem go w lufie a momentem gdy uderza w cel.

Wiemy, że potężne karabiny są celne na bardzo dużych odległościach – nie jest niczym trudnym dla najlepszych z nich osiągnięcie zadziwiająco małego rozrzutu na dystansach 300m lub o wiele więcej. Dlaczego więc celność naszych karabinków pneumatycznych spada do tak bliskich odległości? Celność karabinków przeznaczonych do strzelania 10-cio metrowego a karabinków do strzelania Field Target różnią się dosyć znacznie. Po pierwsze „10-cio metrowe karabinki” strzelają z raczej małymi prędkościami i robią to doskonale śrutami tarczowymi z płaskim czołem (wad cutter). Te karabinki są wspaniałe w tym do czego zostały stworzone – lecz gdy zwiększa się dystans – zwiększa się również zapotrzebowanie na „moc”.

Wspomniane „tarczowe” karabinki strzelają prawdopodobnie najdokładniej wykonanymi śrutami, lecz czy kiedykolwiek słyszeliście o kimś kto wygrał zawody Field Target używając tych śrutów? Powodem tego jest zagadnienie związane z balistyką: to współczynnik balistyczny. Najprościej rzecz ujmując współczynnik balistyczny to charakterystyka określająca pocisku do zachowania swojej prędkości podczas lotu pocisku. Efektem tego może być prosty wniosek: im większy jest współczynnik balistyczny pocisku, tym pomimo rosnącego dystansu będzie zachowywał swoją celność. Powodem dla którego potężne karabiny, zaliczane do broni palnej, mogą strzelać tak celnie na tak duże odległości leży częściowo w ich brutalnej sile, lecz jest jeszcze coś więcej. Jeśli spojrzeć na kształt pocisku miotanego przez mocny karabin i na śrut wystrzeliwany z karabinka pneumatycznego - zauważymy duże różnice.

Jeśli spojrzymy na pocisk karabinowy stwierdzimy, że jest bardzo aerodynamiczny, przyjrzyjmy się mu jednak dokładniej. Godnym uwagi jest fakt, iż tył pocisku jest dużo cięższy niż ostro zakończony przód pocisku. Jeśli próbowalibyście wystrzelić ten pocisk z lufy o gładkim przewodzie, no cóż, delikatnie ujmując: wyniki takiego eksperymentu byłyby dalekie od zadowalających.

Rzecz, która pozwala karabinowemu pociskowi być aerodynamicznym i bardzo celnym jest gwint lufy projektowanej do strzelania tego typu amunicją. Karabiny zwykle nadają bardzo dużą prędkość obrotową pociskowi. Bez stabilizacji obrotowej nasz pocisk najpewniej rozpocząłby koziółkować podczas lotu. Nadając ruch wirowy naszym śrutom poprzez gwintowane lufy pomagają je stabilizować zapobiegając ich koziółkowaniu podczas lotu. Pytaniem, które powinniśmy sobie teraz zadać jest: jak szybko śrut powinien wirować? Skoki gwintów luf pneumatyków wahają się pomiędzy 300 i 500 mm, tzn. jeden obrót jest wykonywany po pokonaniu tej drogi. Jak zdecydować który z nich jest najlepszy? I czy to ma jakiegokolwiek znaczenie? Bez wgłębiania się w wielkie teorie, spójrzmy na to jak to działa i dlaczego. Cele gwintowania lufy jest nadanie rotacji śrutowi a wielkością która nas faktycznie interesuje to prędkość obrotowa naszego śrutu.

$w = (1000/SG) \times V_0$, gdzie:
w - prędkość obrotowa [obr/s];
SG – skok gwintu [mm];
SG – skok gwintu [mm];
Vo – prędkość początkowa [m/s].

Przykładowo dla 150 grainowego pocisku karabinowego kalibru 30" prędkość obrotowa wynosi 174 000 obrotów na minutę, czyli 2900 obrotów na sekundę !

Nie trzeba się zbyt długo zastanawiać by dojść do wniosku, że wraz ze wzrostem prędkości początkowe śrutu, będzie rosła jego prędkość obrotowa.

Problem destabilizacji. Zdarza się, że gdy amunicja nie jest właściwie wykonana, pociski mogą „cierpieć” z powodu statycznego lub dynamicznego braku równowagi. Z reguły spowodowane jest to defektami budowy (np. zadrapania). Kiedy pocisk traci równowagę szybko traci również stabilność i o celności można zapomnieć. To zjawisko rzadko ma miejsce jeśli chodzi o nowoczesną amunicję. Producenci kładą duży nacisk na produkcję amunicji, gdyż doskonale zdają sobie sprawę z faktu, że patia źle wykonanej amunicji może ich wykluczyć z rynku na bardzo długo. Jeśli spojrzymy na fotografię i porównamy pocisk karabinowy i śrut, zobaczymy, że nasz śrut posiada dosyć sporą wolną przestrzeń która go otacza, a także znajduje się wewnątrz wydrążenia. To udziela się trudności w umiejscowieniu jego masy prostopadle, lub znajdującej się w centrum toru lotu. Efektem tego jest jakoby otwarcie drzwi dla wspomnianych: statycznego i dynamicznego braku równowagi.

Oglądając fotografię przedstawiającą przepływ strug powietrza, można zauważyć że strumień nie opływa „ogona”(skirtu). Opływ wokół czoła wygląda doskonale, lecz smutna prawda jest taka, że praktycznie nigdy się to nie zdarza! Na zdjęciu widzimy ładny opływ strug powietrza, ale przyglądając się dokładniej można dostrzec, że z jakiegoś dziwnego powodu śrut ten nie posiada znaków sugerujących o jego wcześniejszym przejściu przez przewód gwintowanej lufy. Wygląda na to, że znaleźliśmy problem – dmuchnia tunelowe są w porządku, ale nie mówią nam nic o efekcie śladów gwintu lub co powodują rowki na czole śrutu. Oprócz tego, duże modele wykorzystywane do badań nie posiadają śladów narzędzi, czy innych defektów.

Aerodynamiczny brak równowagi. Najprościej rzecz ujmując zjawisko to spowodowane jest przez rysy i inne defekty powierzchni lub/i deformacje przedniej części śrutu. Nie znajdziecie wiele mocnych pocisków karabinowych posiadających takie „skazy” – lecz jest to dosyć częste wśród śrutów do pneumatyków. Aerodynamiczny brak równowagi może być spowodowany gwintem w lufie. Może się zdarzyć, że „ostry” gwint będzie powodował wypychanie niewielkich kawałków ołowiu przed pocisk tworząc coś w rodzaju łopat wentylatora lub śmigła na czole śrutu. Nie trzeba chyba przypominać, że to źle wpływa na jego aerodynamikę. Ten efekt jest rzadkością jednak wszystkie lufy z takim gwintem będą miały tendencje do jego tworzenia w większym lub mniejszym stopniu. Jeśli jednak pozbedziemy się gwintu – pozbedziemy się też celności. Nasz śrut zawsze będzie „lekkoniezrównowagowy” powoduje zwiększenie oporu przez jego ogon. Jest to fakt, i według wszystkich moich doświadczeń, stwierdzam, że wszystko działa dokładnie tak jak powinno w mniej niż 0,5% przypadków. W bardzo dobrych karabinkach, strzelających najlepszymi śrutami, stabilizacja pojedynczego śrutu sięga jedynie 75 do 85%. Inaczej rzecz ujmując, nasz śrut traci 15 do 25% swojego potencjału. Wszystko to spowodowane jest zwiększeniem oporu przez ogon śrutu co jest efektem lekkiego chwieiania się podczas jego lotu.

Mogło to kilku z was przerazić, lecz nie ma się czym specjalnie przejmować – ma to mały wpływ na celność. Pamiętajmy: „stałość to celność” – więc tak długo jak chwianie śrutu się podczas lotu jest prawie identyczne przy każdym strzale, śrut uderzy w to samo miejsce.

Dlaczego o tym mowa? Otóż zjawisko to skraca zasięg i zmniejsza celność naszych karabinków. Najgorszym następstwem tego jest jednak to, że niesamowicie utrudnia przewidzenie jaki wpływ będzie miał wiatr. Kolejny strzał i może się okazać, że wiatr „zniósł” nasz śrut na dwa lub trzy razy większą odległość od punktu celowania niż wynikałoby z poprzedniego strzału nawet bez zmian siły czy kierunku wiatru! Zakładając idealne warunki wszystkie śruty trafią w prawie ten sam punkt, nawet pomimo zmieniającego się chwiania ze strzału na strzał. Ważnym jest fakt, że przy niewielkiej zmianie prędkości śrutu przy celu punkt uderzenia o cel pozostanie ten sam. Gdy dodamy jednak do tego wiatr, różnice w prędkości „końcowej” mają znaczenie, gdyż wolniejsze śruty wiatr zdoła odepchnąć dalej od punktu celowania niż śruty szybsze. Nie jest łatwo przyjąć, że śrut który opuszcza lufę z tą samą prędkością strzał w strzał, lecz prędkość przy celu może się różnić - i to sporo. Testowałem karabinki mające rozrzut prędkości wylotowej rządu 1,5m/s a przy celu odległym o 45m notowałem różnice w prędkości śruta ok. 20m/s. Chociaż rozrzut prędkości „końcowej” ma wpływ na rozrzut – powiększając go – i tak wszystkie śruty ułożą się w ładną grupę wokół celu, do momentu kiedy zacznie wiać wiatr.....

Jeszcze raz o prędkości obrotowej. Wiele lat temu broń bocznego zapłonu .22 strzelały tylko jednym rodzajem pocisku, był to ważyący 29 grain .22 Short. Później na rynek weszły długie pociski, lecz skok gwintu w lufie – 500 mm dla .22 Short – był zbyt duży („wolny”) dla nowego, dłuższego, 40 grainowego .22 Long. Po prostu nie strzelało się z nich zbyt celnie w porównaniu do ich krótszych „braci”. Stwierdzono wtedy, że skok gwintu powinien wynosić 400 mm. Zmiana ta pozwoliła na strzelanie tak długim jak i krótkim pociskiem równie celnie. Był to kompromis, lecz działający. Sprawdziłem tysiące śrutów w wielu różnych karabinkach i mogę stwierdzić, że skok 400 mm wydaje się być najlepszym kompromisem. Nie zauważyłem żadnych ubocznych efektów na najkrótszych śrutach, nawet przy bardzo wysokich prędkościach wylotowych (ponad 300 m/s), jednocześnie nawet dla najdłuższych śrutów wydawało się iż nadaje on wystarczająco dużą prędkość obrotową dla ich stabilizacji. Podczas gdy rzeczywista stabilizacja ciągle nam umyka, mając standardowy skok gwintu można łatwiej zdecydować o głębokości/wysokości pól i bruzd gwintu. To również będzie kompromis – lecz ciągle zbliżający nas do wymarzonej celności.

Myślę, że skok gwintu 460 mm jest wspaniały dla karabinków „10-cio metrowych”, lecz na większe odległości strzelania, skok powinien być nie większy niż 400 mm. Przy strzelaniu na większe odległości większe obroty pociągają za sobą większą stabilność lotu, a to powoduje większą niezmiennosc ze strzału na strzał, czyli celność. Wygląda na to, że niektórzy producenci luf myślą, że wszyscy strzelamy na 10 metrów i nie dalej... Jednak jeden z najbardziej popularnych wytwórców broni do strzelania tarczowego na odległość 10 metrów wykorzystuje w swoich lufach gwint o skoku 350 mm bez żadnych szkodliwych efektów. Sprawdźmy! Podoba mi się pomysł skoku 350 mm dla dłuższych jak 10.5gr Crosman Premier lub H&N Barracuda.

Dlaczego śrut X strzela tak dobrze z broni Janka, a z mojej nie?

Najpewniejszą przyczyną tego jest czok lufy. Niektóre lufy posiadają „ciasny” czok. Jest to dobre rozwiązanie, lecz czasami, no cóż: „co za dużo – to nie zdrowo”. Zanim zaczniemy obwiniać producenta luf zauważmy, że czok okazuje się być zbyt „ciasny” tylko dla śrutów do niego nie pasujących. Można więc zadać pytanie: „Czok jest zbyt ciasny, czy śrut za duży?”

Prawdopodobnie jest to najważniejszy czynnik jeśli chodzi o problem stabilizacji. Jeśli śrut nie będzie pasował do przewodu lufy – stabilność i celność ucierpi. Nie wszystkie lufy pneumatyków są czokowane w sposób jednolity, a niektóre modele w ogóle ich nie mają.

Jednym z najbardziej popularnych i chyba najgłupszych zabiegów przeprowadzanych przez „strzelców pneumatycznych” w USA jest odcięcie kilku cali lufy w ich nowo zakupionej broni.

Taka przeróbka powinna być wykonywana tylko przez naprawcę dobrego rusznikarza, ponieważ lufa może wymagać zaczkowania... Tylko, że broń nadal strzela nie można osądzić czy robota była zrobiona jak należy.

Dopasowanie śruta do lufy. Jeśli kiedykolwiek zdarzyła wam się sytuacja w której załadowywany śrut przelatuje przez całą lufę napiętego właśnie karabinka i upada przed waszymi stopami, możecie się domyślać dlaczego „celność absolutna” wydaje się nam ciągle umykać. Inną skrajną sytuacją, której tak łatwo nie można zaobserwować, zachodzi wtedy, gdy śrut jest minimalnie za duży dla naszej lufy. W takiej sytuacji główka śruta ulega zgnieceniu i zdeformowaniu co powoduje brak równowagi i kiepską aerodynamikę podczas lotu.

Jeśli z drugiej strony śrut jest zbyt mały, jego główka może „objąć” się w lufie i wychodzić z lufy pod różnymi kątami względem osi lufy, powodując różne często dziwne odskoki.

Odpowiednie dopasowanie rozmiarów śruta do lufy to najprościej ujmując najważniejszy czynnik wpływający na celność pneumatyków.

Wiele luf karabinków sprężynowych posiada odpowiednio ukształtowany wlot lufy, wiele z nich posiada także odpowiednio ukształtowaną koronę. W praktyce czok polepsza celność, zmieniając wymiar wszystkich śrutów do wymiaru lufy. Jest to jednak miejsce, gdzie będzie odkładał się ołów, a przeciągając czystą szmatkę od strony wlotu lufy ku jej wylotowi okaże się, że szmatka będzie czysta! Dzieje się tak dlatego, że wciągamy/wpychamy pozostałości ołowiu głębiej w czok. Przepychając tę samą szmatkę w przeciwnym kierunku powinno pomóc pozbyć się większości ołowiu. Mosiężny wycior działa zdecydowanie lepiej, a jest to niejednokrotnie jedyny sposób na pozbycie się ołowiu z lufy.

Chcąc sprawdzić czy wasza lufa posiada czok, lub jak jest „ciasny”, można po prostu przepchnąć preferowany śrut przy użyciu wyciora i szmatki. Jeśli wasza lufa jest wyposażona w czok – znajdziecie go. Głębokość/wysokość pól i bruzd gwintu jest czynnikiem wpływającym na dopasowanie. Jeden z problemów na jakie napotykamy to polega na tym, że wszystkie śruty nie są tego samego kalibru. Pola i bruzdy lufy kalibru 4.5 mm muszą być dużo mniejsze niż w lufie kalibru 5.5mm. Temat jest otwarty. Jedną z głównych przyczyn tego, że śruty kalibru 5.5 mm lepiej zachowują swoją prędkość od swoich mniejszych braci jest to, że ulegają one mniejszej deformacji, a fakt zaistnienia tych samych defektów na powierzchni ma mniejsze znaczenie i efekt na utrzymaniu równowagi i aerodynamicie cięższego śruta. A do tej pory wszyscy brali pod uwagę tylko większą masę – cóż rozważcie wszystko jeszcze raz!

Zwiększając kaliber zwiększamy również ilość przestrzeni otaczającą śrut. Przyjrzyjcie się ile przestrzeni otacza śrut Crosman Premier 7.9, a teraz popatrzcie na przestrzeń wokoło Diana Magnum kal 6.35mm. Małeńki Crosman zmieściłby się prawie cały w wydrążeniu Magnuma.

Dlaczego ma to znaczenie? Przypomnijcie sobie o statycznym i dynamicznym braku równowagi o którym wspominałem wcześniej.

Żaden z wytwórców nie może stworzyć śrutów które strzelałyby równie dobrze z każdej broni. Mogą jednak produkować śruty w kilku „rozmiarach”- różnicach średnicy o 0.01mm. To byłoby bardzo kosztowne i wątpliwe, czy większa ilość strzelców skusiłaby się na większy wydatek.

Zanim zaczniesz strzelać nowym śrutem, spróbuj przepchnąć kilka z nich przez lufę przy pomocy wyciora.

Czy pasują?

Czy prześlizgują się wewnątrz nie stawiając prawie żadnego oporu?

A może trafiłeś na miejsce gdzie przydałby ci się młotek, żeby kontynuować eksperyment?

Jak wyglądają ślady po gwincie lufy?

Czy ślady te są równomierne, a ich głębokość jest taka sama na całym obwodzie?

Czy główka została zniekształcona?

Podczas gdy w niektórych modelach jest to niewykonalne, w innych jest zupełnie proste. Jest to jedna z metod pozwalająca powiedzieć dosyć dużo jak nowy śrut będzie się sprawdzał, zwłaszcza porównując go do śruta aktualnie używanego.

Najważniejsze czynniki wpływające na celność.

Współczynnik balistyczny. Śrut tarczowy z płaską główką (wad cutter) opuszcza lufę z prędkością 320 m/s, ale po przebyciu 45 m porusza się z prędkością 150 m/s; podczas gdy mały Crosman Premier 7.9 mając 240 m/s „na wylocie” na tej samej odległości posiada prędkość równą 180 m/s.

Stabilizacja. Stabilizacja wpływa na celność, ponieważ bez niej stracimy co najmniej 75 lub 85% na celności. Im większe wahania podczas lotu tym większe znoszenie nawet w warunkach – wydawałoby się – bezwietrznych.

Stabilność i niezmienność ze strzału na strzał. Brak tego czynnika nawet niewielki wiatr, spowoduje duże różnice w jego wpływie na lot. Innymi słowy, jeśli stabilizacja spadnie z – powiedzmy – 95% do 75% ze strzału na strzał, wpływ wiatru może się podwoić lub nawet potroić. To uniemożliwia dokonania odpowiednich poprawek! Jeśli kiedykolwiek zastanawialiście się dlaczego nie możecie osiągnąć dobrego skupienia strzelając przy wietrze, nawet jeśli ten wydawał się być stały – no cóż teraz wiecie już dlaczego.

Większa prędkość obrotowa. Według książki Rinkera „Matematyka może dowieść, że statyczny jak i dynamiczny brak równowagi może być poprawiony przez powolny ruch wirowy. Z drugiej strony stabilizacja może zostać poprawiona poprzez większe prędkości obrotowe”. Autor ma na myśli, że powolny obrót zmniejsza brak równowagi, a szybki zwiększa stabilizację. Każde zwiększenie czynnika stabilizacji zwiększa stałość (niezmienność), będącą celnością. Czyli: dopóki nie „przesadzimy” z prędkością obrotową - będziemy poprawiać celność przez zwiększanie ruchu wirowego. Osiągnąć to można poprzez zwiększanie prędkości początkowej, jednak w UK (i Polsce) może się to wiązać z łamaniem prawa.

Pała i bruzdy. Dlaczego mamy się przejmować głębokością gwintu? Dlatego, że jeśli będzie zbyt głęboki zniekształci nasz śrut. Jeśli będzie zbyt płytki – nie „złapie” pocisku, a wszyscy wiemy jak „rozlatują” się śruty podkalibrowe. Co jednak jest zbyt brutalne dla kalibru 4.5mm może się okazać adekwatne dla kalibru 5.5mm.

Stabilizacja, stabilizacja, stabilizacja i jeszcze raz stabilizacja... Stabilizacja jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na celność i kropka. Wszystkie czynniki które rozważaliśmy nic nie znaczą bez stabilizacji w locie.

Wszystkie kombinacje śruta i broni jaką przetestowałem na miernikach prędkości miały jedną rzecz wspólną. Jeśli strzelały celnie – w wysokim stopniu lot śruta był dobrze stabilizowany, z kolei te, które strzelały kiepsko – w niewielkim stopniu stabilizowały śruty w locie. Zdarzały się przypadki, że mierzą prędkość śruta po przebyciu 9 metrów, rozrzut prędkości wynosił ok. 32 m/s, chociaż prędkość wylotowa była stała.

Stołość stabilizacji w locie jest kontrolowana poprzez dopasowanie śrut - lufa. Można powiedzieć, że główka śruta musi być odpowiednio duża, aby „wejść” w gwint, ale na tyle mała by nie spowodować zniekształceń. Ogon również musi być odpowiednio duży i elastyczny, by umożliwić odpowiednie uszczelnienie bez zniekształceń. Smary takie jak FP-10, Lube 1 i wiele innych mogą pomóc w zapobieganiu deformacji, zwiększyć stabilność strzału i zwiększyć współczynnik balistyczny wystrzelonego pocisku. To zwiększa jego prędkość na większych odległościach, i co ważniejsze zwiększa celność. A przecież o to nam wszystkim chodzi.