



ROZWIĄZANIE KONSTRUKCYJNE MECHANIZMU WYRZUCANIA ŁUSEK W MODUŁOWYM SYSTEMIE BRONI STRZELECKIEJ PROJEKTU „RAWAT”

DESIGN SOLUTION OF CASE EJECTION MECHANISM FOR SMALL ARMS MODULAR SYSTEM OF “RAWAT” PROJECT

Łukasz SZMIT, Ryszard WOŹNIAK, Mirosław ZAHOR

Instytut Techniki Uzbrojenia, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa, Wojskowa Akademia Techniczna

*Institute of Armament Technology of the Faculty of Mechatronics and Aviation at the Military
University of Technology*

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań stanu techniki w zakresie mechanizmów wyrzucania łusek broni indywidualnej, zwłaszcza karabinków, pod kątem możliwości zmiany kierunku wyrzucania łusek. Badania prowadzono w celu opracowania mechanizmu wyrzucania łusek do rozwijanego przez Instytut Techniki Uzbrojenia Wydziału Mechatroniki i Lotnictwa WAT i Fabrykę Broni „Łucznik”- Radom Sp. z o.o., w ramach projektu rozwojowego nr O ROB 0034 03 001 pn. RAWAT, Modułowego Systemu Broni Strzeleckiej kalibru 5,56 mm (MSBS-5,56). Konstrukcja nowoczesnego systemu broni powinna charakteryzować się nie tylko wysoką niezawodnością działania, ale także dostosowaniem broni dla strzelców lewo- i praworęcznych, w tym zmianą kierunku wyrzucania łusek. Opisano również rozwiązania konstrukcyjne karabinka podstawowego MSBS-5,56, zapewniające taką funkcjonalność.

Słowa kluczowe: karabinek, system broni, technologia, system modułowy, broń strzelecka

1. Analiza mechanizmów wyrzucania łusek współczesnych karabinów i karabinków

1.1. Mechanizmy wyrzucania łusek broni w klasycznym układzie konstrukcyjnym

Współczesna broń indywidualna, zwłaszcza karabinki i karabiny automatyczne, jest konstruowana w dwóch układach konstrukcyjnych:

Abstract: The paper presents some results of studies on the state of the art technology for case ejection mechanisms of individual arm – especially carbines – regarding possibilities for changing the direction of case ejection. The studies were carried out in order to develop a case ejection mechanism for the Small Arms Modular System calibre 5.56 mm (MSBS-5.56) that is prepared by the Institute of Armament Technology of the Faculty of Mechatronics and Aviation at the Military University of Technology and the Arms Works „Łucznik”-Radom Sp. z o.o. in the frame of the development project No O ROB 0034 03 001 named RAWAT. The design of a modern arm system has to be characterised not only by the high reliability but by the adaptability for left and right hand shooters as well including changing direction of case ejection. The design of basic carbine MSBS-5.56 solution providing this functionality is described.

Keywords: carbine, weapon system, technology, modular system, small arms

1. Analysis of mechanisms of case ejection in contemporary rifles and carbines

1.1. Mechanisms of case ejection in classical designs

Contemporary personal guns, especially carbines and automatic rifles, are designed in two designing systems: classical (with the

cyjnych: klasycznym (kolbowym) oraz bezkolbowym (bull-pup).

W układzie klasycznym broń jest wyposażona w magazynek umieszczony przed chwytem pistoletowym i kolbę stałą lub składaną, stanowiącą przedłużenie komory zamkowej. W tego typu konstrukcjach, przystosowanych do dogodnego użycia przez strzelców praworęcznych, łuski są zwykle wyrzucane na prawą stronę broni. Nie ma więc konieczności zmiany kierunku wyrzucania łusek. Czasami tylko bywa stosowany odbijacz, zmieniający kierunek lotu wyrzucanej łuski, aby uniknąć jej uderzenia w głowę strzelca, prowadzącego ogień z lewego ramienia. Rozwiązania takie stosowano już w okresie II wojny światowej (np. w karabinie FG-42). Najbardziej znane, klasyczne już dziś rozwiązanie opisane w [1] (rys. 1) zastosowano w karabinku M16A2, wprowadzonym do produkcji w latach 80. XX wieku. Odbijacz łusek ma postać wydatnego występu, umieszczonego za tylną krawędzią okna wyrzutowego łusek. Występ ten jest integralną częścią komory zamkowej broni, frezowanej z odkuwki ze stopu aluminium.

1.2. Mechanizmy wyrzucania łusek broni w bezkolbowym układzie konstrukcyjnym

Niektóre karabinki bezkolbowe (np. brytyjskie EM2 i SA-80, czy singapurski SAR-21) zaprojektowano wyłącznie dla strzelców praworęcznych. Mają one typowy dla konstrukcji kolbowych prawostronny kierunek wyrzucania łusek. SAR-21 ma również odbijacz łusek w postaci występu komory zamkowej.

Potrzebę dostosowania karabinka bezkolbowego również dla strzelców leworęcznych dostrzegli twórcy francuskiego karabinka FA MAS [2]. Broń ma dwuczęściowy zamek, z nieobracającą się przednią częścią, zwaną tłokiem zaporowym. Wyrzucanie łusek odbywa się przez jedno z dwóch okien wyrzutowych łusek, ukośnie do góry na prawą lub lewą stronę. Z przodu tłoka zaporowego umieszczono kształtowe wybranie mieszczące demontowaną w warunkach warsztatowych wkładkę w kształcie walca. W osi wkładki znajduje się otwór na iglicę, zaś pod nim gniazdo suwliwego wyrzutnika łusek. Wkładka zamka dodatkowo utrzymuje wyciąg

butt) and without a butt (bull-pup).

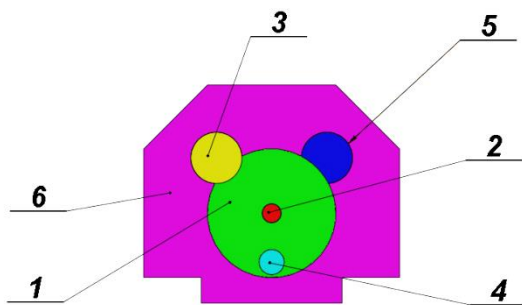
In the classical arrangement the weapon is equipped with a magazine, placed under the pistol type grip, and the permanent or folded butt that is an extension of the bolt chamber. The designs of this type are adapted to be convenient for the right handed riflemen and the cases are usually ejected on the right side of the gun. Then there is no reason for changing the direction of case ejection. Only sometimes a deflector is used to change the direction of ejected case flight and eliminate a possibility of its hitting into the head of the shooter firing from the left hand. Such solution has been already used in times of WW II (e.g. in the rifle FG-42). The widely known solution that is now regarded as a classical one has been described in [1] (Figure 1) and was applied for M16A2 carbine that went into production in the eighties of XX century. The deflector of cases has a form of an immense ledge (protrusion) placed behind the rear edge of case ejection window. The ledge is an integral part of gun bolt chamber that is machined from the forged aluminium alloy.

1.2. Mechanisms of case ejection in butt-less designs

Some butt-less carbines (e.g. British EM2 and SA-80 or Singaporean SAR-21) are designed exclusively for right hand shooters. They have the right direction case ejecting system that is typical for butt designs. SAR-21 also has the deflector of cases in the form of the bolt chamber protrusion.

Designers of French carbine FA MAS [2] have also noticed the need for adopting the butt-less carbine to left hand shooters. The weapon has the bolt consisting of two parts with not rotating front part called as barring piston. The ejection of cases takes place through one of two ejection windows towards the upper slant directions on the right or on the left. In the front of the barring piston there is a shaped cavity with a cylindrical inset that is disassembled in the conditions of the workshop. In the axis of the inset is a hole of the striking pin and below it there is a seat of sliding ejector of cases. The inset of the bolt additionally holds the extractor of cases with the spring and a plug which are

łusek wraz ze sprężyną oraz zaślepkę, umieszczone zamiennie w górnych bocznych kieszeniach wybrania zamka. Rozmieszczenie części tłoka zaporowego karabinka FA MAS przedstawiono schematycznie na rys. 1. Do wyrzucania łusek na prawą stronę wyciąg należy umieścić w prawym górnym otworze kształtowego wybrania przedniej części zamka, zaś lewy otwór zamka wypełnia zaśleпка. Zmiana kierunku wyrzucania łusek odbywa się przez demontaż wkładki zamka wraz z pozostałymi drobnymi częściami i przełożenie na przeciwną stronę wyciągu i zaślepki oraz przełożenie pokrywki okna wyrzutowego łusek. Są to skomplikowane czynności wymagające udziału specjalisty.



Austriacki bezkolbowy karabinek AUG również przystosowano dla leworęcznych użytkowników, ale ma on zamek obracający się przy ryglowaniu. W [3] przedstawiono zamek z rozmieszczonymi w jego przedniej części, co 120° , ryglami. Dodatkowo w jednym z nich umieszczono wyciąg, zaś naprzeciwko niego znajduje się suwliwy wyrzutnik łusek. Zamek jest umieszczony obrotowo w suwadle we wzdluznym otworze, znajdującym się w jego górnej części. Ruchem zamka steruje trzpień umieszczony w poprzecznym, poziomym gnieździe suwadła. Trzpień ten współpracuje z jednym z dwóch wycięć sterujących, znajdujących się na walcowej części zamka. Wycięcia są rozmieszczone również co 120° w sektorach, w których nie ma wyrzutnika. Prawostronny kierunek wyrzucania łusek uzyskuje się wkładając zamek rygłem z wyciągiem na prawą stronę broni. Łuski są wyrzucane pod kątem 30° do góry, co wynika z rozmieszczenia rygli. Dolny rygiel zawsze pełni rolę dosyłacza, dosyłając naboje z ma-

placed interchangeably in the top side pockets of the bolt cavity. The arrangement of parts of the barring piston in the carbine FA MAS is outlined in the figure 1. In order to eject the cases on the right side the ejector has to be fixed in the right top hole of the shaped cavity of the front part of the bolt whereas the left hole of the bolt is filled with the plug. The change of case ejection direction is made through the disassembling of the bolt inset together with other tiny parts and mutual replacing of the ejector and the plug, and changing the position of the covering of the case ejection window. These actions have a complex character and have to be performed by a specialist.

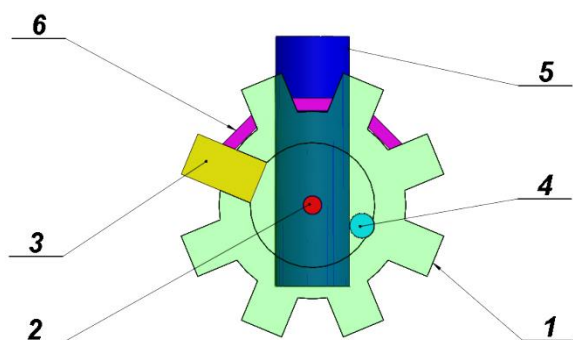
Rys. 1. Tłok zaporowy karabinka FA MAS w konfiguracji do wyrzucania łusek na prawą stronę (widok z przodu): 1 – wkładka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – zaśleпка, 6 – kadłub tłoka zaporowego

Figure 1. Barring piston of FA MAS carbine in the configuration for ejecting cases on the right side (view from the front): 1 – inset, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – plug, 6 – block of the barring piston

The Austrian butt-less carbine AUG has been also adopted to the left hand users but it has the bolt that turns at the locking. In [3] is presented the bolt that has in its frontal part three locks shifted by 120° . Additionally in one of them the extractor is placed and opposite to it is a sliding ejector of cases. The bolt swivels in the slide inside the axial hole placed in its upper part. The move of the bolt is controlled by a locating pin that is placed in the crosswise horizontal seat of the slide. The pin works together with one of two controlling grooves made in the cylindrical part of the bolt. The grooves are also shifted by 120° and placed in the sectors without the ejector. The cases are ejected on the right side when the bolt is assembled in such a way that the lock with the extractor is on the right side of the carbine. The cases are thrown under the angle of 30° to the upper direction, what results from positions of the locks. The bottom lock always works as the feeder sending the

gazynka do komory nabojoyej.

Rozwiązanie to nie znalazło zastosowania w broni produkowanej seryjnie, w której przyjęto zamek z typowym dla karabinka AR-15 (M16) zamkiem z siedmioma ryglami rozmieszczonymi co 45° i pionowo usytuowanym trzpieniem sterującym (przedstawionym w [4]) i zapadką ustalającą położenie kątowe zamka (przedstawioną w [5]). W miejscu na ósmy rygiel umieszczono wyciąg, zaś naprzeciwko niego – suwliwy wyrzutnik (wyrzucanie łuski odbywa się pod kątem $22,5^\circ$ do góry). Dwa dolne rygle zamka pełnią rolę dosyłaczy, dosyłając naboje z magazynka. Rozmieszczenie części zamka karabinka AUG przedstawiono na rys. 2.



Zamek karabinka AUG umieszczono obrotowo w suwadle, a jego ruchem steruje trzpień, usytuowany w pionowym, poprzecznym otworze zamka, który współpracuje z wycięciem sterującym, znajdującym się w górnej części suwadła. Wyrzucanie łusek na lewą stronę wymaga użycia drugiego zamka z odwrotnie umieszczonym wyciągiem i wyrzutnikiem. Dostosowanie broni do wyrzucania łusek na lewą stronę wymaga więc demontażu zamka z suwadła, montażu jego „lustrzanego” odpowiednika i przełożenia pokrywki okna wyrzutowego łusek. Są to dość skomplikowane czynności wymagające udziału specjalisty.

Kontynuacją rozwiązania z [3] jest konstrukcja zastosowana w karabinku TAR-21 (Tavor), którą opisano w [6] i [7]. TAR-21 jest bronią przeznaczoną dla strzelców praworęcznych, którą można dostosować dla strzelców leworęcznych poprzez wymianę zamka oraz przełożenie: rękojeści przeładowania, dźwigni przełącznika rodzaju ognia bezpiecznika nastawnego, pokrywki okna wyrzuto-

cartridges from the magazine to the cartridge chamber.

This solution has never been used in the weapons of serial production where the typical bolt of carbine AR-15 (M16), with seven locks shifted by 45° , and vertical controlling pin (presented in [4]), and the pawl setting the angular position of the bolt (presented in [5]), was accepted. In the place of the eight lock there is the extractor and opposite to it is the sliding ejector (the case is ejected under the angle of 22.5° upwards). Two bottom locks of the bolt work as feeders sending the cartridges from the magazine. The arrangement of parts of the bolt in carbine AUG is presented in figure 2.

Rys. 2. Zamek karabinka AUG; wyrzucanie łusek na prawą stronę (widok z przodu):
1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – trzpień sterujący, 6 – zapadka

Figure 2. The bolt of AUG carbine – ejection of cases on the right side (frontal view):
1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – controlling pin, 6 – pawl

The bolt of AUG carbine swivels in the slide and its motion is controlled by the pin placed in the vertical hole of the bolt that works together with the controlling groove in the upper part of the slide. The ejection of cases on the left side requires the use of another bolt that has the extractor and ejector assembled in inverse positions. Then the adaptation of the weapon for the ejection of the cases on the left side requires the disassembling of the bolt from the slide and fixing its “mirror” counterpart and finally shifting the covering of the case ejection window. These actions are rather complex and require a specialist.

The design of carbine TAR-21 (Tavor) described in [6] and [7] is a continuation of the solution from [3]. TAR-21 is the weapon designated for the right hand shooters that may be adapted for the left hand shooters by the replacing the bolt and putting in reverse position the reloading grip, lever of the fire type switch, adjusted safety catch, the cover of the case ejection win-

wego łusek i odbijacza łusek. Są to skomplikowane czynności wymagające udziału specjalisty.

Podstawowy zamek karabinka TAR-21 zapewnia wyrzucanie łusek na prawą stronę broni. Ma cztery niesymetryczne rygle, z których dwa dolne spełniają funkcję dosyłaczy naboju. Pod prawym górnym rygłem umieszczono wyciąg, naprzeciwko zaś – suwliwy wyrzutnik łusek (łuski są wyrzucane w bok, lekko do góry). Ruchem zamka steruje – analogicznie jak w [3] – trzpień sterujący, umieszczony w poprzecznym otworze suwadła. Współpracuje on z pojedynczym wycięciem sterującym zamka. Położenie kątowe zamka względem suwadła „kontroluje” pręt zamocowany w stopce urządzenia powrotnego. Rozmieszczenie części zamka karabinka TAR-21 zaprezentowano na rys. 3. Zamek lewostronny jest „lustrzanym” odpowiednikiem prawostronnego.

W [8] przedstawiono broń automatyczną ze zmiennym kierunkiem wyrzucania łusek (na prawą lub lewą stronę) oraz zamkiem obracającym się przy ryglowaniu. Zamek jest wyposażony w wiele symetrycznie rozmieszczonych rygli oraz poprzeczny, poziomy otwór do trzpienia sterującego. Trzpień ten współpracuje z dwoma, umieszczonymi przeciwnie z boków suwadła, wycięciami sterującymi zamka. Zmiana kierunku wyrzucania łusek wymaga jedynie obrócenia zamka w otworze suwadła o 180° .

Z kolei w [9] opisano rozwiązanie zastosowane w strzelbie automatycznej HK CAWS, która ma bezkolbowy układ konstrukcyjny i działa na zasadzie odrzutu lufy, wspomaganego odprowadzeniem gazów prochowych przez boczny otwór w lufie. Broń zaprojektowano wyłącznie dla strzelców praworęcznych, a wyrzucanie łusek odbywa się na prawą stronę. W wieloryglowym zamku umieszczono poziomo, naprzeciwko siebie, z prawej strony – wyciąg, a z lewej strony – suwliwy wyrzutnik. W odróżnieniu do rozwiązania według patentu [8], zamek ma otwór do trzpienia sterującego umieszczony pionowo, a trzpień współpracuje z pojedynczym wycięciem sterującym suwadła, usytuowanym w jego dolnej, łatwo dostępnej części. Ustalenie położenia kąтового zamka odbywa się za

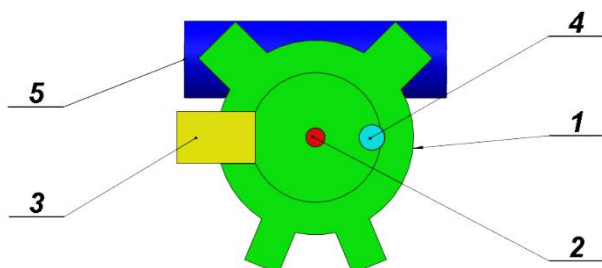
dow and the case deflector. There are complex actions which require the presence of a specialist.

The basic bolt of TAR-21 carbine provides the ejection of cases on the right side. It has four unsymmetrical locks where two bottom ones play a role of cartridge feeders. Under the right top lock the extractor is placed and in the opposite position there is the sliding ejector of cases (the cases are ejected on the side slightly upwards). The movement of the bolt is controlled – like in [3] – by the controlling pin placed in the crosswise hole of the slide. It works together with a singular controlling groove of the bolt. The angular position of the bolt against the slide is “controlled” by a bar fixed in the foot of recuperator. The arrangement of parts of the bolt in TAR-21 carbine is presented in figure 3. The left side bolt is the reverse counterpart of the right side bolt.

In [8] is presented an automatic gun with the changeable direction of ejecting the cases (on the left or on the right side) equipped with the bolt that rotates at locking. The bolt is equipped with many symmetrical locks and the crosswise horizontal hole for controlling pin. The pin works together with two grooves placed in opposite sides of the slide which control the bolt. The change of case ejection direction requires only the bolt has to be turned in the hole of the slide by 180° .

Then in [9] is described a solution used in automatic rifle HK CAWS that has a butt-less design architecture and operates on the base of the barrel recoil assisted by the venting of powder gases through the barrel side hole. The weapon has been designed exclusively for the right hand shooters and the cases are ejected on the right side. In the multi-lock bolt, opposite to each other, are placed the extractor on the right side and the sliding ejector on the left side. Contrary to the solution in patent [8] the bolt has the hole for controlling pin situated vertically and the pin works together with a singular controlling groove of the slide made in its bottom part that is easy accessible. The setting of the angular posi-

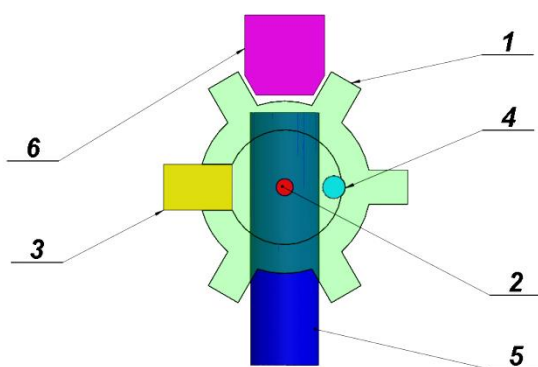
pomocą specjalnego zatrzasku. Rozmieszczenie części zamka strzelby HK CAWS zilustrowano na rys. 4.



tion of the bolt is secured by a special latch. The arrangement of parts in HK CAWS rifle is illustrated in figure 4.

Rys. 3. Zamek karabinka TAR-21 (Tavor); wyrzucanie łusek na prawą stronę (widok z przodu): 1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – trzpień sterujący

Figure 3. The bolt of carbine TAR-21 (Tavor); ejection of cases on the right side (frontal view): 1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – controlling pin



Rys. 4. Zamek strzelby HK CAWS; wyrzucanie łusek tylko na prawą stronę (widok z przodu): 1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – trzpień sterujący, 6 – zapadka

Figure 4. The bolt of HK CAWS rifle; ejection of cases only on the right side (frontal view): 1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – controlling pin, 6 – pawl

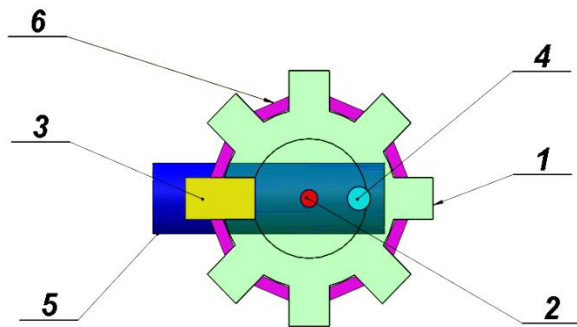
W patencie [10] przedstawiono rozwiązanie broni automatycznej, będące „rozwiązaniem” idei patentu [8], zastosowane w bezkolbowym granatniku XM25 (rys. 5). Broń ta ma wieloryglowy zamek z poprzecznym, poziomym otworem do trzpienia sterującego, który współpracuje z jednym z dwóch wycięć sterujących suwadła. Ustalanie położenia kąтового zamka odbywa się za pomocą sprężystej zapadki. Zmiana kierunku wyrzucania łusek wymaga obrócenia zamka o 180° w otworze suwadła oraz umieszczenia trzpienia sterującego w przeciwnym wycięciu sterującym suwadła.

Niewiele jest konstrukcji broni w klasycznym, kolbowym układzie konstrukcyjnym, umożliwiającej zmianę kierunku wyrzucania łusek. Starsze rozwiązania, znane z [11], oprócz zmiany kierunku zawierają możliwość przełożenia rękojeści przeładowania, niezbędną w broni nieautomatycznej. Konstrukcja pistoletów Cx4 i Mx4 [12], działających na zasadzie odrzutu zamka swobodnego, umożliwia zmianę kierunku wyrzucania łusek z prawostronnego na lewostronny. W suwliwym

In patent [10] is presented the solution of automatic weapon that is a continuation of an idea presented in [8] and is implemented in butt-less grenade rifle XM25 (Figure 5). This weapon has the multi-lock bolt with the crosswise horizontal hole for controlling pin that works together with one of two controlling grooves in the slide. The setting of the angular position of the bolt is performed by the spring pawl. In order to change the direction of case ejection the bolt has to be turned by 180° in the hole of the slide and the controlling pin has to be placed in the opposite controlling groove of the slide.

There is a small number of classical gun designs with the butt that provides a possibility for changing the direction of case ejection. Some older solutions, known from [11], apart the change of the direction also give the possibility for changing the position of reloading grip needed for no automatic weapon. The design of pistols Cx4 and Mx4 [12] operating on the base of free bolt recoil enables the change of case ejection direction between the right and left sides. The ejection

zamku i w komorze zamkowej umieszczono okna wyrzutowe łusek parami. W tylnej części zamka, z obu jego stron wykonano identyczne wycięcia, mieszczące z jednej strony wyciąg, a z drugiej – suwliwy wyrzutnik ze sprężyną. Ich zamiana miejscami (po zdjęciu sprężyste-go ustalacza) skutkuje odwróceniem kierunku wyrzucania łusek. Czynności te może to wykonać użytkownik broni.



windows are placed in pairs in the sliding bolt and in the bolt chamber. In the rear part of the bolt and on each its side the identical grooves are made to seat the extractor on one side and the sliding ejector with the spring on the other side. The replacing of their places (after removing a setting spring) results in the change of case ejection direction. It can be made by the user of the weapon.

Rys. 5. Zamek granatnika XM25; konfiguracja do wyrzucania łusek na prawą stronę (widok z przodu): 1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – trzpień sterujący, 6 – zapadka

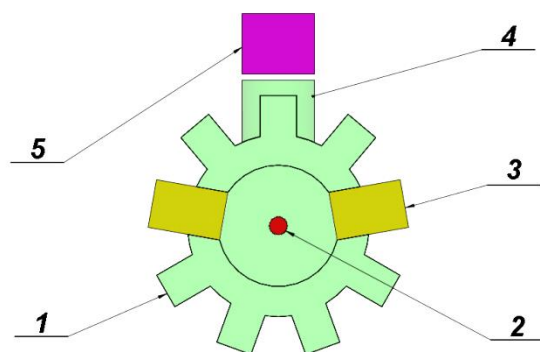
Figure 5. The bolt of grenade firing rifle XM25; configuration for ejecting the cases on the right side (frontal view): 1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – controlling pin, 6 – pawl

W [13] opisano rozwiązanie mechanizmu wyrzucania łusek karabinka Beretta ARX-160, którego mechanizm ryglowy zaprezentowano w [14]. Ma on obracający się przy ryglowaniu zamek oraz dwa okna wyrzutowe łusek wraz z odbijaczami, umieszczone z obu stron komory zamkowej. W broni zastosowano obrotowy zamek z czołem zamka podzielonym na 9 sektorów, w których co 40° umieszczono 7 rygli (4 – z dołu, 3 – z góry), zaś w brakujących sektorach umieszczono wycięcia na suwliwe wyciągi-wyrzutniki. W górnej części zamka wykonano występ sterujący współpracujący z wycięciem sterującym suwadła. W odróżnieniu od poprzednich rozwiązań, otwór suwadła prowadzący zamek jest otwarty od dołu, a wycięcie sterujące zamkiem, umieszczone nad otworem zamka jest nieprzelotowe. Zamek w trakcie ruchu suwadła jest blokowany zatrząskiem, mającym postać sprężyny płaskiej, zwalnianym w trakcie ryglowania zamka.

In [13] is described a mechanism for ejecting the cases in carbine Beretta ARX-160 and its locking mechanism is described in [14]. It has the bolt rotating at locking and two windows for ejection the cases and also two deflectors on each side of the bolt chamber. The weapon has the swivelled bolt with its head divided on 9 sectors and in 7 of them are placed the locks shifted by 40° (4 – on the bottom, 3 – on the top) and in missing sectors are the grooves for sliding extractors-ejectors. In the upper part of the bolt is a locating lobe that works together with the controlling groove of the slide. Contrary to the former solutions the hole in the slide that locates the bolt is opened in the bottom and the recessed track (groove) controlling the bolt, placed above the bolt's hole, is not open. During the movement of the slide the bolt is blocked by the latch, having the form of a flat spring, that is released at locking the bolt.

Wyciąg-wyrzutnik składa się z prętowego prowadnika przechodzącego w typowy wyciąg (w postaci uginającej się belki) oraz sprężyny powrotnej wyrzutnika. Schemat zamka karabinka Beretta ARX-160 przedstawiono na rys. 6.

The extractor-ejector consists of the locating bar that is transformed into a typical extractor (in the form of deflecting bar) and the ejector returning spring. The bolt of carbine Beretta ARX-160 is outlined in figure 6.



Rys. 6. Zamek karabinka Beretta ARX-160 (widok z przodu): 1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg-wyrzutnik, 4 – występ sterujący, 5 – zapadka

Figure 6. The bolt of carbine Beretta ARX-160 (frontal view): 1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor-ejector, 4 – locating lobe, 5 – latch

W położeniu wyjściowym oba wyciągi-wyrzutniki są przesunięte do tyłu zamka sprężynami powrotnymi. Przy dosyłaniu naboju ich pazury zaskakują za kryzę łuski, po czym w trakcie odrzutu oba wyciągają łuskę. Dochodząc do tylnego położenia jeden z nich uderza o zderzak wyrzutnika i przesuwają się do przodu wyrzucając łuskę i ściskając sprężynę wyrzutnika. Następnie w trakcie powrotu wysunięty uprzednio wyciąg-wyrzutnik wraca na swoje miejsce. Usytuowany w tylnej części komory zamkowej zderzak wyrzutnika jest przepychany przez otwór w ścianie komory zamkowej na odpowiednią stronę, zapewniając prawo- lub lewostronne wyrzucanie łusek. Zastosowanie wymienionych rozwiązań konstrukcyjnych umożliwia szybką i dość prostą zmianę kierunku wyrzucania łusek, bez rozkładania broni, ale z użyciem narzędzia, np. wybijaka. Rozwiązanie takie nie jest niezbędne w broni kolbowej, gdyż znacząco komplikuje jej konstrukcję i może również pogorszyć jej niezawodność.

Oprócz zmiany kierunku wyrzucania łusek możliwe jest jeszcze rozwiązanie, w którym łuski są wyrzucane w innym dogodnym kierunku, niezależnie od tego, czy strzelec jest prawo-, czy leworęczny. Rozwiązania takie, typowe dla broni maszynowej, rzadko są stosowane w broni indywidualnej. Nielicznymi wyjątkami są np.: pistolet maszynowy FN P90 (w którym łuski są wyrzucane w dół), karabinek FN F2000 (w którym łuski są wyrzucane do przodu przez mechanizm wyrzucania, przedstawiony w [15]) oraz karabin Kel-Tec RFB, w którym łuski są wyrzucane do przodu zgodnie z [16]. Powyższe rozwiązania poważnie komplikują konstrukcję broni oraz utrudniają czynności obsługowe, np. poprzez ograniczenie dostępu do komory naboju.

In the initial position two extractor-ejectors are in the rear part of the bolt pressed by return springs. When the cartridge is sent on their claws clamp over the collar of the case and in the moment of recoil they both pull out the case. Approaching the rear position one of them hits the buffer of the ejector and moves forward ejecting the case and pressing the spring of the ejector. Next in the return way the earlier protruded extractor-ejector returns to its position. The buffer of the ejector is situated in the rear part of the bolt chamber and it may be shifted through the hole existing in the bolt chamber wall on the relevant side to get the right or left side ejection of cases. The application of the above mentioned designing solutions is a quick and relatively simple way of changing the direction of case ejection without disassembling the gun but requires only a tool e.g. a pin punch. Such solution is not recommended for the butt weapon as it significantly complicates its design and may decrease its dependability.

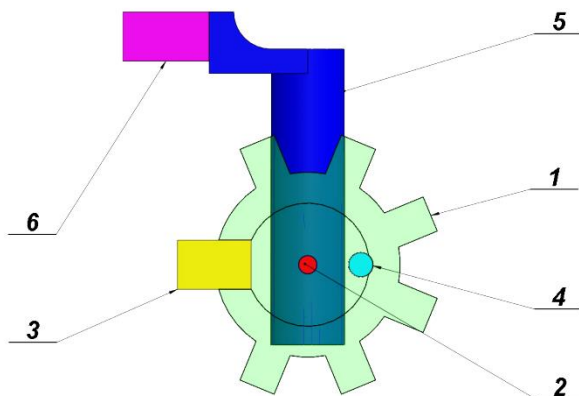
There is also possible another solution, where the cases are thrown in any suitable direction, independently of the preferred hand the shooter uses. These solutions are typical for machine guns and are rarely used for the personal arm. There are only a few exceptions like the machine gun FN P90 (where the cases are ejected downwards), the carbine FN F2000 (where the cases are thrown forward by an ejector presented in [15]) and the rifle Kel-Tec RFB where the cases are ejected forward according to [16]. The above mentioned solutions complicate significantly the design of weapons and hinder the servicing e.g. by limiting the access to the bolt chamber.

2. Mechanizm wyrzucania łusek broni projektu RAWAT

Analiza stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych w dziedzinie mechanizmów wyrzucania łusek umożliwiła przyjęcie następujących, głównych założeń konstrukcyjnych dla tego typu mechanizmu, dedykowanego broni projektu RAWAT:

- zmiana kierunku wyrzucania łusek powinna odbywać się przez przełożenie części; niepożądana jest wymiana zamka na „lewostronny” oraz zastosowanie dwóch wycięć sterujących suwadła,
- zamek powinien mieć konstrukcję symetryczną względem poziomej płaszczyzny symetrii; wyciąg powinien być umieszczony naprzeciwko wyrzutnika; wyrzucanie łusek powinno odbywać się na prawą stronę; trzpień sterujący powinien być umieszczony w pionowym otworze zamka,
- ustalenie położenia kąтового zamka względem suwadła powinno odbywać się w wyniku współpracy trzpienia sterującego zamka z prowadnicą suwadła; niepożądane jest zastosowanie zatrzasku,
- konstrukcja zespołu ruchomego powinna zapewnić miejsce na jednosprężynowe urządzenie powrotne.

Rozwiązanie mechanizmu wyrzucania łusek do broni projektu RAWAT wymagało opracowania odpowiedniej konstrukcji suwadła z zamkiem (rys. 7) oraz komory zamkowej (w zakresie płaszcza i prowadnic suwadła). Konstrukcja zespołu ruchomego broni jest chroniona zgłoszeniem patentowym [17].



2. Mechanism of case ejection in the gun of RAWAT project

The analysis of used designing solutions of case ejection mechanisms has led to acceptance of following general designing assumptions for this type of mechanism that is dedicated to the gun in RAWAT project:

- The change of case ejection direction has to be performed by changing the position of a part as the replacement of the bolt on the “left side” and the use of two locating recessed tracks of the slide is not recommended
- The bolt has to have the symmetrical design against the horizontal plane of the symmetry; the extractor has to be placed in front of the ejector; the ejection of cases has to be made on the right side; the locating (controlling) pin has to be fixed in the vertical hole of the bolt
- The angular position of the bolt against the slide has to be set in the result of cooperation between the bolt locating pin with the slide recessed track; the use of the latch is not advisable
- The design of the moving unit has to secure a room for a single spring returning device (recuperator).

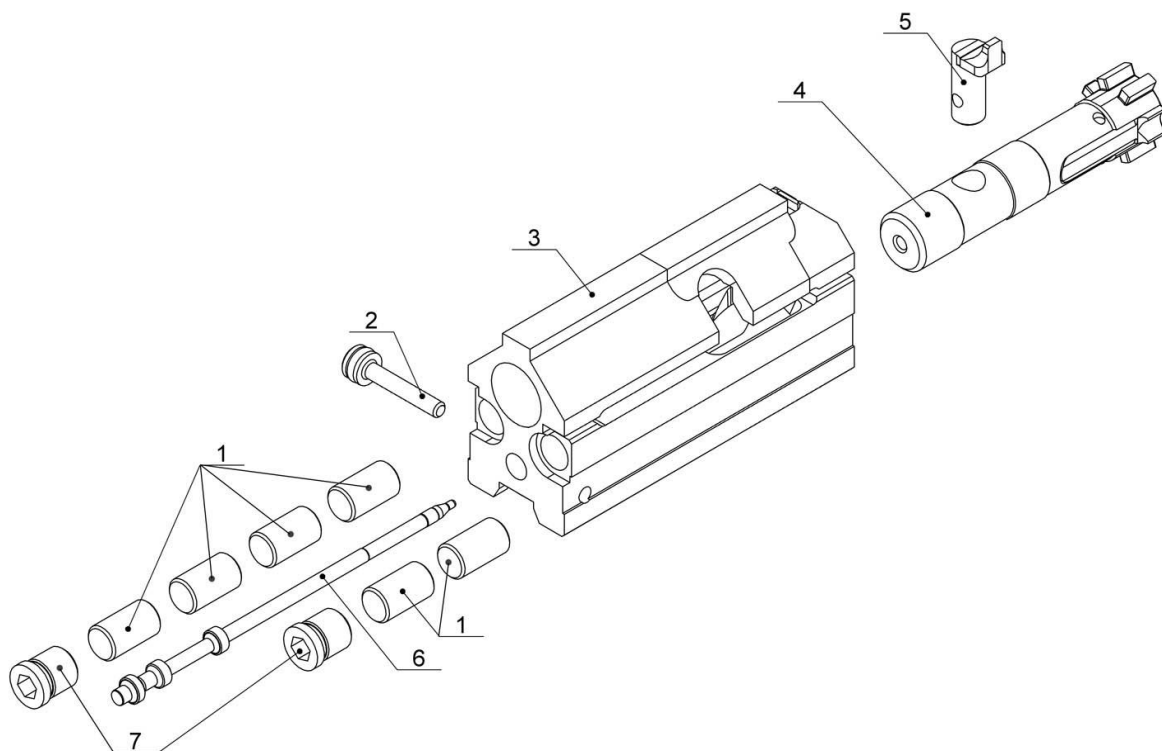
Solution of case ejection mechanism for the gun in RAWAT project has required the development of relevant design of the slide with the bolt (Figure 7) and the bolt chamber (the coating and recessed tracks for the slide). The design of gun’s moving unit is protected by patent [17].

Rys. 7. Schemat zamka karabinka systemu MSBS-5,56; konfiguracja do wyrzucania łusek na prawą stronę (widok z przodu):
1 – kadłub zamka, 2 – iglica, 3 – wyciąg, 4 – wyrzutnik, 5 – trzpień sterujący, 6 – prawa prowadnica suwadła

Figure 7. Outline of the bolt for MSBS-5.56 carbine system; configuration for ejection of cases on the right side (frontal view):
1 – block of the bolt, 2 – striking pin, 3 – extractor, 4 – ejector, 5 – locating (controlling) pin, 6 – right locating track of the slide

Zespół suwadła z zamkiem składa się z: suwadła, zamka, trzpienia sterującego, iglicy i kołka iglicy. Suwadło (rys. 8) ma postać prostopadłościanu ściętego obustronnie w górnej części i składa się z korpusu suwadła oraz wkładki suwadła połączonych spawaniem. W korpusie suwadła znajduje się umieszczony wzdłużnie otwór zamka i iglicy, a nad nim - otwór urządzenia powrotnego i poprzeczny otwór kołka iglicy.

The slide and bolt unit consists of: slide, bolt, locating pin, striking pin and the fixing pin of striking pin. The slide (Figure 8) has a shape of a cuboid that is cut on two sides in its top part and consists of the slide block and slide insert joined by the welding. The block of the slide has the axially positioned holes of the bolt and the striking pin and above it there is the hole of the recuperator and the crosswise hole for the setting pin of striking pin.



Rys. 8. Suwadło z zamkiem karabinka systemu MSBS-5,56: 1 – bezwładniki urządzenia przeciwo-dskokowego, 2 – kołek iglicy, 3 – suwadło, 4 – zamek, 5 – trzpień sterujący, 6 – iglica, 7 – śruby zabezpieczające urządzenia przeciwo-dskokowego

Figure 8. The slide with the bolt for the carbine system MSBS-5.56: 1 – inertial masses of anti-recoil device, 2 – fixing pin of striking pin, 3 – slide, 4 – bolt, 5 – locating pin, 6 – striking pin, 7 – securing screws of anti-recoil device

Po obu stronach korpusu suwadła znajdują się: prawe i lewe wycięcia prowadzące, współpracujące odpowiednio z prawą i lewą prowadnicą suwadła w komorze zamkowej. Prawe wycięcie prowadzące jest głębsze od lewego, mieszcząc odpowiednio wydłużone ramię prawej prowadnicy suwadła komory zamkowej. Asymetria ta uniemożliwia włożenie suwadła do komory zamkowej w sposób niewłaściwy.

Nad otworem zamka umieszczono (z obu stron suwadła) gniazda urządzenia przeciwo-

On two sides of the slide block there are: the right and the left locating recessed tracks that work together with the respective right and left slide locating ledges of the bolt chamber. The right locating recessed track is deeper than the left one to give the place for the respectively longer arm of the bolt chamber slide right locating ledge. This asymmetry prevents against any wrong assembling of the slide into the bolt chamber.

Over the bolt's hole there are the seats

skokowego suwadła. W przedniej części korpusu suwadła, nad otworem zamka i iglicy, wykonano kształtowe wybranie sięgające prawego wycięcia prowadzącego suwadła. W jego dnie wykonano krzywkę suwadła dla trzpienia sterującego, zapewniające ryglowanie i odryglowanie zamka. Górne wybranie korpusu suwadła jest – w procesie produkcji – zasłaniane wkładką suwadła (przyspawaną do korpusu), pozostawiając wycięcie z prawej strony (umożliwiające montaż i demontaż trzpienia sterującego) oraz wzdłużną szczelinę, zapewniającą współpracę główki trzpienia sterującego z ramieniem prawej prowadnicy suwadła.

Zamek (rys. 9) składa się z następujących elementów: trzonu zamkowego, wyciągu ze sprężyną, wyrzutnika ze sprężyną oraz osi wyciągu i kołka wyrzutnika. Cechą charakterystyczną zamka jest jego całkowita symetria względem płaszczyzny pionowej. Trzon zamkowy ma sześć rygli rozmieszczonych co 45° (przy zachowaniu typowego podziału na 8), a w obszarze pozbawionym pozostałych dwóch rygli znajduje się gniazdo wyciągu. Dwa dolne rygle pełnią rolę występów dosyłających naboje z magazynka do komory nabojowej.

Wyrzutnik ma konstrukcję typową dla broni tej klasy, natomiast wyciąg ma w części przedniej, od zewnątrz zagłębienie do przepuszczenia odpowiedniej opory ryglowej tulei ryglowej lufy.

Trzpień sterujący współpracuje z krzywką suwadła i służy do obracania zamka podczas ryglowania (w prawo) i odryglowania (w lewo). Składa się on z części walcowej z otworem (do przepuszczenia iglicy) oraz kształtowej główki z bocznym ramieniem, współpracującym z krawędzią prawej prowadnicy suwadła.

Płaszcz komory zamkowej ma z obu stron okna wyrzutowe łusek. Do wewnętrznych ścian płaszcza komory zamkowej przymocowano prowadnice suwadła, mające postać listwy o przekroju odwróconej litery „L”. Krótsze, poziome ramiona prowadnic są asymetryczne (prawe ramie jest dłuższe) i współpracują z wycięciami prowadzącymi suwadła. Dodatkowo prawa prowadnica suwadła współpracuje z główką trzpienia sterującego zamka, ustalając jego położenie kąto-

(on two sides of the slide) for slide anti-recoil device. In the frontal part of the slide block, above the hole for the bolt and the firing pin, it has been made a shaped cavity reaching to the right locating recessed track of the slide. In its bottom a cam of the slide was made for locating pin to lock and unlock the bolt. The upper part of the slide block cavity is covered by the slide insert in the process of manufacture (welded to the block) in order to leave a recessed space on the right side (to integrate and remove the locating pin) and an axial slot providing the co-operation of the locating pin head with the arm of the slide right locating ledge.

The bolt (Figure 9) consists of following components: block of the bolt, extractor with the spring, ejector with the spring, extractor axis and ejector pin. The characteristic feature of the bolt is its complete symmetry against the vertical plane. The block of the bolt has six locks shifted by 45° (by maintaining typical division by 8) and in the space of two missing locks is the seat of the extractor. Two remaining bottom locks play the role of protruding keys sending the cartridges from the magazine to the cartridge chamber.

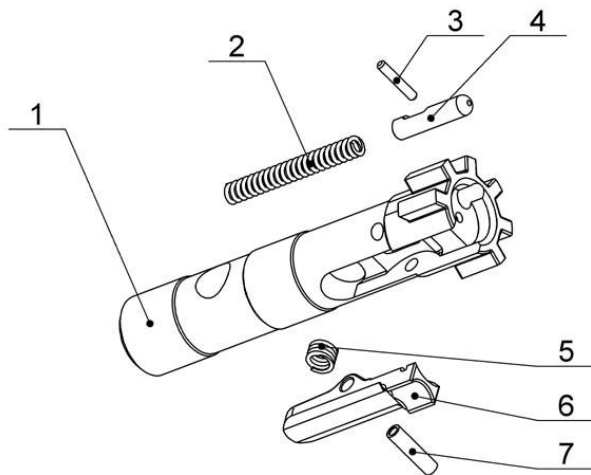
The ejector has a typical design for weapon of this category whereas the extractor has an outside groove in the frontal part to give the space for the relevant locking sleeve rests of the barrel.

The locating pin works together with the cam of the slide and is used for turning the bolt at locking (on the right) and unlocking (on the left). It consists of a cylindrical part with the hole (for striking pin) and a shaped head with a side arm working together with the surface of the right slide locating ledge.

On each side of the cover of the bolt chamber are ejection windows for cases. To the internal walls of bolt chamber cover two slide locating ledges, having the cross section of reversed letter “L”, are fixed. The horizontal arms of the locating ledges are shorter (the right arm is longer) and work together with locating recessed tracks of the slide. Additionally the right locating ledge of the slide works together with the head of bolt locating pin to set angular position of

we. W jej przedniej części wykonano poprzeczne wycięcie przepuszczające główkę trzpienia sterującego przy ryglowaniu i odryglowaniu zamka.

the bolt. In its frontal part a crosswise canelure is made to provide the space for the locating pin head at locking and unlocking the bolt.

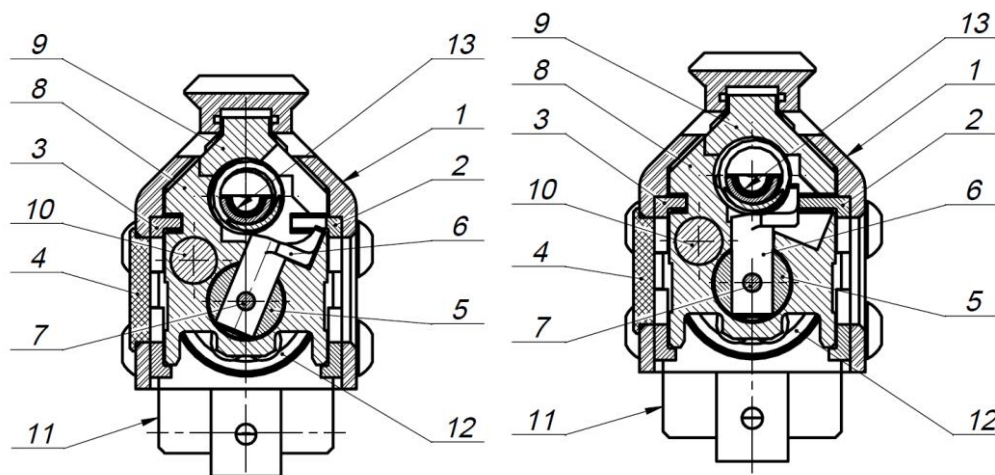


Rys. 9. Zamek karabinka systemu MSBS-5,56: 1 – trzon zamkowy, 2 – sprężyna wyrzutnika, 3 – kołek wyrzutnika, 4 – wyrzutnik, 5 – sprężyna wyciągu, 6 – wyciąg, 7 – kołek wyciągu

Figure 9. The bolt of the carbine system MSBS-5.56: 1 – block of the bolt, 2 – spring of the ejector, 3 – pin of the ejector, 4 – ejector, 5 – spring of the extractor, 6 – extractor, 7 – pin of the extractor

Na rys. 10 przedstawiono położenie części zespołu suwadła z zamkiem i urządzenia powrotnego karabinka projektu RAWAT wewnątrz komory zamkowej przy zamku zaryglowanym i odryglowanym.

The arrangement of the parts of the slide unit with the bolt and the recuperating device of RAWAT project carbine inside the bolt chamber for locked and unlocked bolt is presented in figure 10.



Rys. 10. Przekrój poprzeczny karabinka systemu MSBS-5,56 w obszarze komory zamkowej; wyrzucanie łusek na prawą stronę; zamek zaryglowany (z lewej), zamek odryglowany (z prawej); widok od tyłu: 1 – płaszcz komory zamkowej, 2 – prawa prowadnica suwadła, 3 – lewa prowadnica suwadła, 4 – pokrywka okna wyrzutowego łusek, 5 – zamek, 6 – trzpień sterujący, 7 – iglica, 8 – korpus suwadła, 9 – wkładka suwadła, 10 – bezwładnik urządzenia przeciwostrzałowego, 11 – obsada lufy, 12 – tuleja ryglowa, 13 – urządzenie powrotne

Figure 10. Cross section of MSBS-5.56 carbine system for the bolt chamber; ejection of cases on the right side; locked bolt (on the left), unlocked bolt (on the right); view from the back: 1 – cover of the bolt chamber, 2 – right locating ledge of the slide, 3 – left locating ledge of the slide, 4 – covering of case ejection window, 5 – bolt, 6 – locating pin, 7 – striking pin, 8 – block of the slide, 9 – insert of the slide, 10 – inertial mass of anti-recoil device, 11 – holder of the barrel, 12 – locking sleeve, 13 - recuperator

W wyniku odpowiedniej konfiguracji zamka w zespole suwadła oraz odbijacza i pokrywki okna wyrzutowego łusek, łatwo dopasowuje się broń do potrzeb użytkownika, poprzez zmianę kierunku wyrzucania łusek z prawostronnego na lewostronny. Odbywa się to przez obrócenie zamka o 180° w otworze suwadła i zamianę miejscami pokrywki okna wyrzutowego łusek oraz odbijacza łusek.

Do przełożenia zamka konieczne jest częściowe rozłożenie broni, realizowane rutynowo przez użytkownika. Następnie należy rozłożyć zespół suwadła, tj. wysunąć: kołek iglicy, trzpień sterujący, iglicę, a potem zamek. Następnie należy obrócić zamek o 180° , po czym złożyć zespół suwadła w odwrotnej kolejności. Są to czynności łatwe i proste dla użytkownika i mogą być przez niego wykonywane samodzielnie.

3. Wnioski

Przegląd stanu techniki w dziedzinie rozwiązań mechanizmów wyrzucania łusek broni indywidualnej, zwłaszcza karabinków, pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- konstrukcja mechanizmów wyrzucania łusek zależy od konstrukcji mechanizmu ryglowego, a zwłaszcza od przyjętego sposobu ryglowania zamka. We współczesnych karabinkach i karabinach, niezależnie od ich układu konstrukcyjnego, dominuje rozwiązanie z zamkiem ryglowanym przez obrót i umieszczonym w nim suwliwym wyrzutniku z własną sprężyną; wyrzucanie łuski odbywa się zwykle w trakcie ruchu zespołu odrzutowego do tyłu;
- we współczesnej broni indywidualnej coraz częściej stosuje się bezkolbowy układ konstrukcyjny, z przestawianym kierunkiem wyrzucania łusek, co często realizowane jest przez wymianę zamka na jego wariant „lustrzany”;
- dotychczas stosowane w broni bezkolbowej mechanizmy ryglowe wymagają zwykle zastosowania zatrzasku, przeznaczonego do ustalania położenia kątownego zamka po odryglowaniu, co komplikuje budowę i może pogarszać niezawodność ich działania;

As the result of a suitable configuration of the bolt within the slide unit, and the deflector, and the covering of case ejection window, the gun is easily matched to user's needs by changing case ejection direction from the right to the left side. It is carried out by turning the bolt by 180° in the hole of the slide and replacing the places of ejection window covering and case deflector.

For the reconfiguration of the bolt a partial disassembling of the gun is needed and it can be made routinely by the user. Then the unit of the slide has to be disassembled i.e. the pin of the striking pin has to be pulled out together with the locating pin, striking pin and the bolt. Then the bolt has to be turned by 180° and the slide unit has to be assembled in reverse order. These activities can be easily and simply made by the user.

3. Conclusions

The review of state of the art technology for the solutions of mechanisms ejecting the cases in individual weapons, and especially the carbines, leads to following conclusions:

- The design of case ejection mechanisms depends on the design of locking mechanism and especially on the accepted solution for locking the bolt. In contemporary carbines and rifles, regardless of their designing system, the dominating solution is the bolt, that is locked by turning, that includes the sliding ejector with its own spring; the case is usually ejected when the ejector moves backward
- The contemporary individual weapons often use the butt-less designs with switched directions of case ejection, what in general is performed in way of replacing the bolt by its “mirror” counterpart
- Currently used locking mechanisms for the butt-less weapons usually require the use of a latch to set the angular position of the bolt after unlocking, what complicates the design and may jeopardise their functional reliability
- A solution with forward ejection of the

- | | |
|--|--|
| <p>– spotykane sporadycznie rozwiązanie z wyrzucaniem łuski do przodu komplikuje budowę i utrudnia dostęp do okolic wlotu lufy, zdecydowanie utrudniając czynności obsługowe broni, w tym m.in. kontrolę obecności naboju w komorze nabojoyej i usuwanie zacięć.</p> | <p>case is rarely spotted and it complicates the design and hinders the access to barrel input, what is a hindrance at weapon servicing routines, including e.g. checking the presence of the cartridge in the chamber and removing mechanical malfunctions.</p> |
|--|--|

Literatura / Literature

- [1] Patent US4691615, 1987, *M16-rifle, improved to more safely accomodate left hand shooters.*
- [2] Patent FR2276551, 1976, *Perfectionnements aux armes a feu a deux orifices d'ejection des douillless vides.*
- [3] Patent AT327745, 1976, *Automatisches Gewehr.*
- [4] Patent AT372781, 1983, *Gewehrverschluss.*
- [5] Patent AT350438, 1979, *Verschluss feur Automatisches Gewehr.*
- [6] Patent IL160803, 2010, *Safety mechanism for a rifle.*
- [7] Instrukcja obsługi, *Tavor Assault Rifle Armourer's Manual*, 2007, Israeli Weapon Industries.
- [8] Patent CH570599, 1975, *Verschluss fuer selbstatige Feuerwaffe.*
- [9] Patent DE3244315, 1987, *Automatische Handfeuerwaffe mit starr verriegeltem Verschluss feur munition mit extrem hohem geschossimpuls.*
- [10] Patent DE19903327, 2000, *Verschlussvorrichtung fuer eine Handfeuerwaffe*
- [11] Patent US3791060, 1974, *Convertible bolt action rifle.*
- [12] Zgłoszenie patentowe ITMI20021016, 2002, *Device for extracting and ejecting a cartridge case in a firearm.*
- [13] Zgłoszenie patentowe ITMI20041893, 2005, *Firearm with selection device for right or left-hand cartridge case ejection.*
- [14] Zgłoszenie patentowe ITMI20071909, 2009, *Firearm with improved breech bolt assembly.*
- [15] Zgłoszenie patentowe BE 1012500, 2000, *Arme a feu avec ejection vers l'avant ou reportee vers l'avant de l'arme.*
- [16] Patent US7469496, 2008, *Dual pivoting extractors.*
- [17] Arczewski A., Madej P., Piechota N., Woźniak R., Zahor M., *Broń automatyczna, zwłaszcza karabinek modułowy, ze zmianą kierunku wyrzucania łusek*, Zgłoszenie patentowe P.408421 z dnia 03.06.2014.

*Projekt rozwojowy nr O ROB 0034 03 001 dofinansowany przez
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ze środków na naukę w latach 2012-2016*

*Development project No O ROB 0034 03 001 co-funded by the National Centre
of Research and Development from science supporting resources in years 2012-2016*

