

ANALIZA STANU TECHNICZNEGO WYBRANYCH TYPÓW ZAPALNIKÓW PO DŁUGOLETNI PRZECHOWYWANIU

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę statystyczną wieloletnich wyników badań zapalników głowicowych typu RGM-2, RGM-6 i W-429 jako reprezentatywnych dla badania wpływu procesu naturalnego starzenia na wskaźniki jakościowe podczas długoletniego składowania. Analizowano wpływ czasu składowania na decyzje dotyczące jakości partii po badaniach na niezgodności charakteryzujące stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia. Dokonano także analizy wpływu cykli badania na występowanie niezgodności w ustalonych klasach i na kolejne decyzje jakościowe. Przeprowadzona analiza potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości zbioru składowanych zapalników RGM-2 i RGM-6 ulega pogorszeniu wraz z wpływem czasu składowania. Frakcja decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania ma charakter malejący i jest zależnością ujemną. W przypadku zapalników W-429 nie stwierdzono istotnej zależności frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania. Można przyjąć, że prowadzone badania diagnostyczne pozwalają na utrzymanie stałego poziomu jakości zbioru składowanych partii. W zapalnikach grupy RGM zależność frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania jest ujemna. Usuwanie w kolejnych cyklach badania partii niezgodnych z wymaganiami poprawia jakość zbioru. Natomiast w zapalnikach W-429 frakcje partii niezgodnych z wymaganiami usuwanych ze zbioru, są tego samego rzędu, co frakcje partii przechodzących w stan niezgodności między cyklami badania. Prowadzone badania pozwalają na utrzymanie stałego poziomu jakości zbioru składowanych partii. Przeprowadzona analiza ma istotne znaczenie dla modyfikacji metodyki badań zapalników.

1. Wstęp

Środki bojowe (ŚB), jak wszystkie urządzenia techniczne, podlegają procesom starzeniowym prowadzącym w konsekwencji do spadku ich przydatności bojowej. Zjawisko to polega na stopniowej zmianie cech decydujących o zdatności ŚB do użytku i składowania na skutek zmian temperatury i wilgotności oraz oddziaływania bodźców mechanicznych podczas długoletniego składowania. Urządzenia inicjujące (zapalniki, zapłoniki, spłonki) są najbardziej newralgicznymi elementami ŚB ze względu na ich bezpieczeństwo i niezawodność działania.

Przeważająca część to ŚB przeterminowane, które przekroczyły okresy gwarancji nadanej przez producenta jednak w dużej mierze zachowały właściwości bojowe i są wykorzystywane do zabezpieczenia potrzeb Sił Zbrojnych RP. Pierwszej gwarancji zachowania wymaganych właściwości udziela producent nadając wytworzonej partii amunicji lub jej elementów (modułów) okres gwarancji. Po upływie tego okresu partia elementów (w tym przypadku zapalników) może być nieprzydatna do użytku bojowego i składowania ze względu na obniżone bezpieczeństwo eksploatacji oraz utratę własności użytkowych. Koniecznym stało się prowadzenie odpowiedniego monitorowania stanu technicznego partii, które przekroczyły wiek gwarantowanej przydatności w celu wykluczenia tych partii, które utraciły właściwości bojowe, jak też otrzymanie wyników badań, których interpretacja pozwoliłaby na ocenę bezpieczeństwa i niezawodności działania oraz wypracowanie decyzji

co do dalszej eksploatacji amunicji i nadania jej nowego okresu gwarancyjnego. Zbiorem jednorodnym naboju, elementów jest partia produkcyjna, tj. ograniczony liczebnie zbiór danego rodzaju amunicji (jej elementów) wyprodukowanych i skompletowanych w ściśle określonych warunkach, z jednorodnych jakościowo modułów, półfabrykatów i materiałów, spełniających wymagania zawarte w dokumentacji technicznej. Jej dopuszczenie do eksploatacji dokonywane jest na podstawie pozytywnych rezultatów badań odbiorczych wykonywanych najczęściej przez organy i laboratoria niezależne od producenta partii.

2. Właściwości zapalników

Najważniejszymi cechami (z punktu widzenia użytkowników) jakimi powinny się charakteryzować zapalniki to ogólne: bezpieczeństwo, niezawodność działania i trwałość tj. odporność na warunki występujące podczas eksploatacji. Szczegółowo to: bezpieczeństwo zagwarantowane podczas produkcji detali i zespołów, montażu, kontroli i badań odbiorczych oraz podczas transportu. W procesie eksploatacji – podczas strzelań, długoletniego przechowywania, konserwacji, regulacji, napraw, załadunków, rozładunków i przemieszczeń różnymi środkami, transportu lądowego, wodnego i powietrznego.

Niezawodność działania to ogólna właściwość obejmująca (z określonym prawdopodobieństwem) inicjowanie działania pocisku, rakiety itp. i kontrolowanie działania w celu lub jego pobliżu oraz samolikwidację zgodną z programem.

Trwałość traktowana jako odporność na warunki występujące podczas eksploatacji to zachowanie bezpieczeństwa i wymaganej niezawodności działania podczas długoletniego składowania w magazynach, pod wiatami i w wozach bojowych przy naturalnych zmianach atmosferycznych – temperatury i wilgotności, po przewożeniu, załadunku i rozładunku na środki transportu (udział w ćwiczeniach) oraz podczas i po konserwacjach, obsługiwaniach, regulacjach i naprawach.

Właściwości charakteryzujące zapalniki to te osiągnięte, realnie istniejące, badane w sposób empiryczny. Wśród tych cech te pożądane przez użytkowników tzw. właściwości eksploatacyjne.

Właściwości te mają znaczenie w procesie eksploatacji – na który składają się dwa współzależne procesy użytkowania i obsługiwania zapalników.

Cechy eksponowane w procesie użytkowania nazywa się cechami użytkowymi, natomiast właściwości eksponowane w procesie obsługiwania obsługowymi. Podczas eksploatacji wiele tych samych cech może być ważnych w obu wymienionych procesach.

Właściwości eksploatacyjne kreuje się podczas procesu twórczego projektowania i zaprogramuje niejako w zapalnikach w procesie produkcji. Podczas eksploatacji możliwe jest tylko podtrzymywanie właściwości zaprogramowanych w czasie wytwarzania, przez kształtowanie środowiska, w którym są długotrwale przechowywane. Systematyczne kontrole stanu technicznego, badania i regulacje pozwalają zachować wymaganą jakość zapasów amunicji.

Ogólnie badaniom podlega bezpieczeństwo podczas użytkowania, składowania, transportu, obsługi i napraw, zawodność działania w czasie wystrzału na torze lotu i w celu. Szczegółowo natomiast bada się następujące właściwości (cechy) :

- odporność na korozję,
- prawidłowość montażu,
- wrażliwość i zdolności zapłonowe spłonek zapalających,
- wrażliwość i zdolności inicjujące spłonek pobudzających,
- działanie inicjujące opóźniaczy,

- czas działania (palenia) pirotechnicznych opóźniaczy, bezpieczników, samolikwidatorów, ścieżek prochowych, przekaźników itp.,
- czas działania zespołów czasowych mechanicznych (mechanizmów zegarowych),
- działanie urządzeń i mechanizmów zabezpieczających, uzbrajających, opóźniających i samolikwidujących,
- wytrzymałość części oraz połączeń mających wpływ na bezpieczeństwo i niezawodność działania zapalników,
- niezawodność działania łańcucha ogniowego zapalników,
- parametry elektryczne w zapalnikach elektrycznych i elektronicznych,
- trwałość chemiczna materiałów wybuchowych,
- kwasowość materiałów wybuchowych.

Właściwości podzielono na cztery klasy ważności: A, B, C i D. Klasy A i B charakteryzują bezpieczeństwo i niezawodność działania, klasy C i D charakteryzują stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia.

Objaśnienia decyzji prognostycznych podejmowanych po badaniach:

- B5, B3 – „wynik badania laboratoryjnego pozytywny”, partia jest zdatna do użytkowania i składowania, następane badanie diagnostyczne przeprowadzić po 5 lub 3 latach składowania. Okres gwarancji 5 lub 3 lata.
- Z – partia zdatna do użytkowania i niezdatna do długoletniego składowania, „zużyć w pierwszej kolejności”. Okres gwarancji 5 lat.
- W – partia niezdatna do użytkowania i składowania – „wycofać z uzbrojenia”.
- BP – otrzymane wyniki badań laboratoryjnych są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej proces diagnostyczny – „badać powtórnie” próbka 20 szt.
- BS – wyniki badań laboratoryjnych są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej „partie należy badać strzelaniem”.
- BSP – wyniki pierwszego badania strzelaniem są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej „badania strzelaniem należy powtórzyć”.
- PS – zakres i metody badań zawarte w „metodyce” są niewystarczające do oceny partii i ustalenia przyczyn występujących niezgodności. Należy opracować specjalny program i „partię poddać badaniom według tego programu”.

Po badaniach wg specjalnego programu podejmuje się decyzje kończące proces badawczy i oceny (B5, B3, Z, W).

3. Analiza jakości zapalników

Analizie statystycznej poddano wyniki badań diagnostycznych próbek pochodzących ze składowanych partii zapalników następujących typów:

- zapalniki głowicowe RGM-2 – 684 próbki,
- zapalniki głowicowe RGM-6 – 354 próbki,
- zapalniki głowicowe W-429 – 350 próbek.

Zbiory wyników badań ww. zapalników są najliczniejsze i reprezentatywne dla tej grupy. Badania diagnostyczne prowadzono zgodnie z obowiązującą metodyką badań laboratoryjnych. Nie uwzględniono natomiast wyników badań strzelaniem (BS) oraz wyników badań specjalnych (PS), ponieważ w badaniach tych obowiązują inne kryteria oceny partii zapalników i inne licznosci próbek. Zatem wyniki tych badań nie są porównywalne bezpośrednio z wynikami badań laboratoryjnych i nie tworzą z nimi zbiorów jednorodnych. Założenie to nie wpływa w sposób mało istotny na wynik analizy, ponieważ ilość decyzji BS waha się w granicach $0,2 \div 1$ % w zależności od typu zapalników.

Celem analizy jest poznanie procesów naturalnego starzenia oraz wpływu tych procesów na wskaźniki jakościowe.

Jako jednostkę analizy statystycznej przyjęto wynik badania jednej próbki z partii zapalników o liczności $m=20$. Badane właściwości przypisywane są całym partiom a nie zapalnikom wchodzącym w skład tych próbek.

Przyjęto alternatywę zero–jedynkową oceny właściwości badanych właściwości próbek. Występowanie w próbce określonych niezgodności przypisano wartość 1, bez względu na liczbę tych niezgodności lub zapalników niezgodnych w próbce, a ich niewystępowaniu wartość 0. W praktyce statystyczne badanie zależności jednego czynnika na inny sprawdza się do badania zależności między tymi czynnikami. Do analizy statystycznej zastosowano zatem metody analizy regresji i korelacji pozwalające na ocenę i określenie charakteru zależności.

Współczynnik korelacji jest miarą stopnia zależności liniowej między dwiema zmiennymi. Wartość jego zmienia się w granicach od -1 do $+1$. Jeżeli jest on co do wartości bezwzględnej równy jedności, to zależność między zmiennymi jest liniową zależnością funkcyjną. Znaczy to, że każdej wartości jednej zmiennej odpowiada ściśle określona wartość drugiej zmiennej. Jeżeli współczynnik korelacji jest równy zero to zmienne są liniowo niezależne. Wartości pośrednie wskazują na stopień zależności. Im wartość bezwzględna współczynnika korelacji jest bliższa wartości 1, tym mocniejsza jest zależność między zmiennymi. Dodatnia wartość współczynnika korelacji wskazuje, że wzrost wartości jednej zmiennej pociąga za sobą wzrost wartości oczekiwanej drugiej. Ujemna wartość współczynnika oznacza natomiast, że zmienne są zależne w taki sposób, że wzrost wartości jednej zmiennej powoduje spadek wartości oczekiwanej drugiej zmiennej.

Funkcja regresji liniowej jest funkcją opisującą korelacyjną zależność między zmiennymi. Jest to linia prosta wyznaczona metodą najmniejszych sumy kwadratów odchyłek tej linii od danych. Określa ona dla każdej wartości jednej zmiennej wartość oczekiwaną drugiej zmiennej. Pozwala zatem określić charakter zależności.

Przy stosowaniu analizy regresji i korelacji możliwe jest sprawdzanie hipotez dotyczących istnienia zależności między zmiennymi. W takim przypadku stosowany jest test istotności sprawdzający hipotezę statyczną, że współczynnik korelacji jest równy zero. Odrzucenie tej hipotezy w wyniku zastosowania testu oznacza w praktyce, że badane zmienne są zależne. Sprawdzana jest też hipoteza, że różnica między dwoma współczynnikami korelacji jest statycznie nieistotna. Odrzucenie tej hipotezy oznacza, że porównywane współczynniki korelacji różnią się istotnie, a więc stopień zależności mierzony przez te współczynniki jest inny.

Każdą hipotezę sprawdza się na określonym poziomie istotności. Poziom ten jest prawdopodobieństwem popełnienia błędu polegającego na odrzuceniu sprawdzonej hipotezy wtedy, kiedy jest ona prawdziwa. Jeżeli obliczone w wyniku stosowania testu prawdopodobieństwo, że sprawdzona hipoteza jest prawdziwa jest mniejsze od przyjętego poziomu istotności, wówczas hipotezę tę należy odrzucić. Przyjęto poziom istotności $p_0 = 0,05$.

4. Wpływ czasu składowania na decyzje

Najbardziej ogólnym wskaźnikiem jakości partii zapalników składowanych jest decyzja dotycząca tej partii, podjęta po zbadaniu pochodzącej z niej próbki. Dla celów niniejszej analizy zbiór wszystkich decyzji podzielono na dwa podzbiory: podzbiór decyzji dodatnich i podzbiór decyzji ujemnych. Do podzbioru decyzji dodatnich zaliczono decyzje B5 i B3 (według symboliki metodyki obowiązującej podczas badań), a więc decyzje o zgodności partii z wymaganiami oraz jej zdatności do użytku i składowania. Do podzbioru decyzji

ujemnych zaliczono pozostałe decyzje. Podjęciu decyzji dodatniej przypisano wartość 1, ujemnej wartość 0.

Przyjęto, że jakość całego zbioru partii danego rodzaju zapalników w danej chwili badania może zależeć od okresu przechowywania poszczególnych partii tego zbioru oraz od decyzji o jakości tych partii podejmowanych w wyniku ich uprzednich badań diagnostycznych. Efektem wpływu czasu składowania jest występowanie zmian starzeniowych zapalników, mogących powodować powstawanie niezgodności ze względu na poszczególne właściwości zapalników.

Przy badaniu charakteru tej zależności przyjęto, że zmienną zależną jest frakcja (lub procent) podjętych decyzji dodatnich. Frakcja jest zatem stosunkiem liczby podjętych decyzji dodatnich do ogólnej liczby decyzji. Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania do chwili danego badania. Czas ten jest liczony w latach jako różnica między rokiem danego badania i rokiem produkcji badanej partii.

Na rysunku 1 przedstawiono procent decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania. Dla uproszczenia rysunku we wstępnej analizie czas składowania podzielono na pięcioletnie przedziały. Procent decyzji dodatnich dla danego czasu składowania x_i jest więc tu procentem tych decyzji podjętych w przedziale czasu składowania od x_{i-1} do x_i . Na podstawie krzywych łamanych reprezentujących poszczególne rodzaje zapalników można stwierdzić, że wraz ze zmianą czasu składowania występuje tendencja zmiany procentu decyzji dodatnich.

Przebiegi krzywych dla zapalników RGM-2 i RGM-6 są zbliżone. W obu przypadkach przebieg krzywych wskazuje na istnienie zależności procentu decyzji od czasu składowania. Celem zbadania siły tej zależności i charakteru jej przebiegu zastosowano metodę analizy korelacji i regresji.

Współczynniki korelacji liniowej „ r ” dla obu rodzajów wynoszą odpowiednio : – 0,8558 i – 0,5106. W obu przypadkach zastosowano test istotności sprawdzający hipotezę, że współczynnik korelacji jest równy zero. Sprawdzaną hipotezę w obu przypadkach należało odrzucić, bowiem prawdopodobieństwa „ p ” (rys. 2 i 3), że hipotezy są prawdziwe są mniejsze od przyjętego poziomu istotności. Oznacza to, że w przypadku obu badanych zapalników frakcja decyzji dodatnich w sposób istotny zależy od czasu składowania. Zależność korelacyjną opisano za pomocą linii regresji. Tak wyznaczona linia jest funkcją podającą oczekiwaną wartość frakcji decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania. Wyznaczone linie regresji wykreślono na rysunkach 2 i 3, a ich równania podano nad wykresami.

Test istotności sprawdzający hipotezę o równości dwóch współczynników korelacji nie daje podstaw do jej odrzucenia. Stąd można przyjąć, że stopień zależności między frakcją decyzji dodatnich i czasem składowania jest taki sam dla obu typów zapalników. Również porównanie wyznaczonych linii regresji dla obu zapalników nie daje podstaw do odrzucenia hipotezy o ich równości. Można zatem wyznaczyć wspólną linię regresji dla obu typów zapalników (rys. 4). Linia łamana łączy punkty odpowiadające zaobserwowanym frakcjom decyzji dodatnich dla poszczególnych lat składowania. Na rysunku tym podano również wartość współczynnika korelacji oraz równanie linii regresji. Przy wykreślaniu i wyznaczaniu tych wielkości, dla większej dokładności, czas składowania nie był grupowany w przedziały. Zaobserwowane frakcje decyzji dodatnich przedstawiono w tabeli 1.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że frakcja decyzji dodatnich dla zapalników grupy RGM (RGM-2 i RGM-6) w sposób istotny zależy od czasu ich składowania do chwili badania i podejmowania decyzji. Ujemna wartość współczynnika korelacji i przebieg linii regresji wskazują, że zależność ta jest zależnością ujemną. Znaczy to, że frakcja decyzji dodatnich maleje wraz z upływem czasu składowania. Szybkość tego „malenia” określa równanie opisujące linię regresji. Otrzymane wyniki potwierdzają postawioną hipotezę o pogorszeniu się jakości zapalników grupy RGM z upływem czasu składowania.

W tym miejscu zaznaczymy, że także powodem połączenia wyników badań zapalników RGM-2 i RGM-6 w grupę RGM jest ich podobna konstrukcja i przeznaczenie jak też potraktowanie ich w metodyce badań po długoletnim składowaniu łącznie ze względu na liczbę badanych i ocenianych cech oraz ten sam zakres badań.

Na rysunku 5 wykreślono frakcję decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania dla zapalników W-429. Dodatni współczynnik korelacji 0,16341 oraz przebieg krzywej łamanej frakcji sugerują wzrost frakcji decyzji dodatnich (z poziomu 0,84 do 0,92). Szczególnie za wzrostową tendencją odpowiedzialne są frakcje wynoszące 1,0 w latach składowania 18, 23, 29, 30 i 32, w których występowały tylko decyzje dodatnie. W przedziale do 27 lat (wg symulacji) frakcja decyzji dodatnich pozostawałaby w przybliżeniu na stałym poziomie około 0,85 i byłaby niezależna od czasu składowania. Zbiory zapalników tego typu są dość liczne i następne dziesięciolecie pokaże charakter zmian. Powyższe potwierdza stosunkowo dobry stan techniczny zapalników. Należy nadmienić, że są to zapalniki „młodszej” generacji w stosunku do zapalników RGM-2 i RGM-6 i przyjęto je do uzbrojenia kilkanaście lat później z niewielkimi modyfikacjami. Mają jednak podobną konstrukcję i przeznaczenie. Zaobserwowane frakcje decyzji dodatnich dla zapalników W-429 przedstawiono w tabeli 2.

5. Wpływ cyklu badania na decyzje

Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych jest czynnikiem mogącym mieć wpływ na jakość składowanych zapalników, a tym samym na jakość składowanych naboii. W wyniku tych badań ze zbioru usuwane są partie niezgodne z wymaganiami. W konsekwencji w kolejnych cyklach jakość zbioru partii zapalników powinna ulegać poprawie, a więc powinna rosnać frakcja decyzji dodatnich. Na rysunkach 6+9 wykreślono otrzymane procenty decyzji dodatnich dla kolejnych cykli badania w zależności od czasu składowania odpowiednio dla zapalników grupy RGM oraz dla zapalników W-429.

W przypadku zapalników grupy RGM występuje tendencja do zmniejszania się procentu decyzji dodatnich wraz ze wzrostem czasu składowania. Jest to zrozumiałe w świetle podanych wcześniej wyników badań zależności między czasem składowania i frakcją decyzji dodatnich. Procent decyzji dodatnich w drugim cyklu badania jest wyższy niż w cyklu pierwszym. Wydaje się to potwierdzać przypuszczenie o poprawiającym jakości wpływie badań diagnostycznych. Celem pełniejszego zbadania tego zjawiska przeprowadzono analizę zależności frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania. Jako zmienną niezależną przyjęto cykl badania, a jako zmienną zależną frakcję decyzji dodatnich.

Na rysunku 8 naniesiono zaobserwowane wartości frakcji decyzji dodatnich w funkcji cyklu badania zapalników grupy RGM. Punkty odpowiadające tym wartościom połączono odcinkami linii prostej. Z przebiegu tak uzyskanej krzywej łamanej wynika, że w kolejnych cyklach następuje jej znaczący spadek. Wyznaczony współczynnik korelacji jest istotnie różny od zera, wykreślona funkcja regresji liniowej, ujemna wartość współczynnika korelacji i przebieg linii regresji wskazują, że w kolejnych cyklach badania istotnie maleje frakcja decyzji dodatnich. Nie ma wątpliwości, że w wyniku badań diagnostycznych usuwanie partii niezgodnych ze składowanego zbioru zapalników poprawia poziom jakości tego zbioru. Spadek frakcji decyzji dodatnich w kolejnym cyklu powodowany jest zatem działaniem procesów naturalnego starzenia się partii w „oczyszczonym” zbiorze, w czasie upływającym między kolejnymi cyklami. Wynika stąd, że frakcja partii niezgodnych usuwanych w czasie ze składowanego zbioru jest mniejsza od frakcji partii przechodzących w stan niezgodności w czasie między cyklami badania. Zaobserwowane frakcje decyzji dodatnich podano w tabeli 3.

Zaobserwowany procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach w zależności od czasu składowania dla zapalnika W-429 przedstawiono na rysunku 7. Linia łączona obrazująca średni cykl badania wykazuje niewielką zależność między badanymi zmiennymi.

Linia regresji przedstawiona na rysunku 9 wykazuje spadek frakcji decyzji dodatnich. W cyklu 4-tym obserwujemy znaczący wzrost frakcji, natomiast w cyklach 1-3 i 5-tym istotny spadek. Zaobserwowane frakcje decyzji dodatnich podano w tabeli 4.

6. Wpływ cyklu badania na występowanie niezgodności

W praktyce prowadzenia badań, partia zapalników zbadana w 1-wszym cyklu po 10 latach składowania, nie zawsze jest badana w 2-gim cyklu w 16-tym roku składowania, po uzyskaniu decyzji B-5 lub w 14-tym roku, po uzyskaniu decyzji B-3. Także pierwszy cykl często jest rozpoczynany w różnych datach składowania. Głównie wiąże się to z przydzielaniem corocznie coraz mniejszych środków finansowych na badania amunicji po długoletnim składowaniu. W sporadycznych przypadkach opóźnienie może wystąpić z powodu trudności w znalezieniu lub dowiezieniu próbek. Podjęto próbę analizy niezgodności poszczególnych klas w zależności od cyklu badania. Na rysunkach 10 i 11 przedstawiono procent partii zapalników w których wystąpiły niezgodności poszczególnych klas w zależności od cyklu badania, grupując je dla poszczególnych grup i typów zapalników.

Na rysunkach 12 ÷ 18, w celu dokładniejszego zobrazowania, wykreślono linie regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami poszczególnych klas dla analizowanych zapalników.

W przypadku zapalników grupy RGM wzięto pod uwagę niezgodności A, B, C, D. Zaobserwowane frakcje przedstawiono w tabeli 3. Z przebiegu krzywych łamanych na rysunku 10 wynika, że w kolejnych cyklach badania zwiększa się procent próbek z niezgodnościami C, a także w mniejszym stopniu z niezgodnościami A, natomiast procenty niezgodności klas B i D wykazują tendencję malejącą. Celem dokładniejszego zbadania tych zależności przeprowadzono oddzielną analizę dla każdej z klas niezgodności. Na rysunku 12 przedstawiono frakcję próbek z niezgodnościami klasy A w poszczególnych cyklach badania. Z rysunku tego wynika, że w 1-wszym i 2-gim cyklu frakcja niezgodności jest niewielka i wzrasta w kolejnych cyklach od 3-ciego do 5-tego.

Na rysunku 13 przedstawiono zależność występującą między frakcją próbek z niezgodnościami klasy B i cyklem badania. Obliczone wielkości statystyczne i wykres zaobserwowanych frakcji obrazują ujemny charakter zależności, a więc w kolejnych cyklach badania zmniejsza się występowanie niezgodności tej klasy. Wynik analizy i istotnie różna od zera ujemna wartość współczynnika korelacji wskazują na istnienie wyraźnej zależności między frakcją próbek z niezgodnościami klasy C, a cyklem badania.

Rysunek 14 przedstawia przebieg linii regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C. W tym przypadku zależność jest dodatnia, a więc w kolejnych cyklach pojawia się coraz większa frakcja próbek z niezgodnościami C.

Na rysunku 15 przedstawiono frakcje próbek z niezgodnościami klasy D w kolejnych cyklach badania. Z przebiegu krzywej łamanej wynika, że w poszczególnych cyklach frakcja próbek z tymi niezgodnościami szybko maleje, a począwszy od trzeciego cyklu praktycznie równa się zero. Istotnie różna od zera ujemna wartość współczynnika korelacji i przebieg linii regresji potwierdzają zależność między zmiennymi.

Należy zauważyć, że niezgodności klas D i C są ze sobą powiązane. W obu przypadkach są to głównie niezgodności polegające na występowaniu korozji zewnętrznej i wewnętrznej zapalników. Przy czym klasa D obejmuje korozję o mniejszej intensywności a klasa C o większej. Tak więc zwiększenie się intensywności i zakresu korozji w czasie składowania powoduje przejście niezgodności klasy D w niezgodność klasy C.

Na rysunku 11 przedstawiono procent z niezgodnościami A, B, C w zależności od cyklu badania, a na rysunkach 16 ÷ 18 frakcje próbek dla zależności między cyklami badania dla

zapalników W-429. Nie analizowano niezgodności klasy D, ponieważ praktycznie one nie wystąpiły. Zaobserwowane frakcje niezgodności przedstawiono w tabeli 4.

Z rysunku 11 wynika, że procent próbek z niezgodnościami B gwałtownie wzrósł w 5-tym cyklu, a procent niezgodności A w 4-tym i 5-tym cyklu zmalał do zera.

Przedstawiona na rysunku 16 frakcja próbek z niezgodnościami klasy A przybiera największą wartość w 2-gim cyklu badania (0,076) by zmaleć do zera w cyklach 4 i 5. Obserwuje się występowanie małej ilości niezgodności ponieważ kształtują się one poniżej poziomu 0,1.

W przypadku niezgodności B (rys. 17) występuje zależność frakcji próbek w funkcji czasu składowania i jest zależnością rosnącą.

Na rysunku 18 frakcja próbek z niezgodnościami klasy C w 1÷4 cyklach ma przebieg odwróconej paraboli, a w 4 i 5 cyklu niezgodności nie wystąpiły.

7. Wpływ czasu składowania na występowanie niezgodności

Omawiana wyżej (w punkcie 6) zależność występowania niezgodności od cyklu badania związana jest z czasem składowania. Kolejne bowiem cykle badania danej partii następują w późniejszych okresach składowania. Zależność ta nie jest funkcyjna, ponieważ rozpoczęcie pierwszego cyklu badania następuje w różnym czasie składowania partii, a ponadto czas upływający pomiędzy kolejnymi cyklami badania jest różny dla różnych partii składowanego zbioru. Kolejnym zatem przedmiotem analizy jest zależność frakcji próbek z niezgodnościami należącymi do poszczególnych klas niezgodności od czasu składowania partii. Jako zmienną niezależną przyjęto więc czas składowania do chwili badania. Zaobserwowane frakcje próbek z odpowiednimi niezgodnościami podano w tabelach 1 ÷ 4.

Na rysunkach 19 ÷ 22 przedstawiono frakcje próbek z niezgodnościami poszczególnych klas dla zapalników grupy RGM. Istotną zależność od czasu składowania wykazuje frakcja z niezgodnościami klasy A. Przebieg i charakter tej zależności pokazano na rysunku 19. Na występowanie tej zależności wskazuje wartość współczynnika korelacji jak i przebieg linii regresji frakcji próbek w funkcji czasu składowania. Istotny przyrost niezgodności A obserwujemy od 30 – tego roku składowania. Należy zwrócić uwagę, że niezgodności tej klasy są w większości krytycznymi, a pojawienie się w próbce przynajmniej jednej niezgodności powoduje wycofanie partii ze składowania.

Można przyjąć, że również istotna zależność występuje między frakcją próbek z niezgodnościami klasy B i czasem składowania. Wykres ilustrujący tę zależność podaje rysunek 20. Można także zauważyć, że frakcja próbek z tymi niezgodnościami kształtuje się w różny sposób, jednak zaprzeczeniem ogólnej prawidłowości jest niewystępowanie niezgodności od 41-wszego roku składowania. Można to wytłumaczyć niewielką ilością obserwacji.

Frakcja próbek z niezgodnościami klasy C (rys. 21) rośnie z upływem czasu składowania i tak jak w przypadku zależności od cyklu badania jest zależnością dodatnią (patrz rys. 14). Ma przebieg typowo liniowy, o czym świadczy istotnie różna od zera i stosunkowo duża wartość współczynnika korelacji liniowej.

Na rysunku 22 przedstawiono zaobserwowane wartości frakcji próbek z niezgodnościami klasy D dla zapalników grupy RGM w zależności od czasu składowania badanych partii. Należy podkreślić, że badana frakcja próbek po 25 latach składowania maleje praktycznie do zera, natomiast duże wartości osiąga w przedziale 16 ÷ 20 lat składowania. W praktyce mogło się tak zdarzyć, że pobierane losowo próbki do badań znajdowały się w warunkach silniejszego oddziaływania wilgotności w czasie składowania w zapasach wojsk.

W przypadku zapalników W-429 (rys. 23 i 24) obserwacja frakcji próbek wskazuje na mało istotne tendencje zmian. Trudno wykazać, że frakcje próbek z niezgodnościami zależą od czasu składowania.

8. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości zbioru składowanych partii zapalników ulega pogorszeniu wraz z upływem czasu składowania. W przypadku zapalników grupy RGM zależność frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania ma charakter malejący i jest zależnością ujemną.

Frakcję decyzji dodatnich w danym roku można uznać za frakcję partii zgodnych z wymaganiami w tym roku. Tak więc spadek frakcji decyzji dodatnich jest jednoznaczny ze wzrostem frakcji decyzji niezgodnych z wymaganiami.

W przypadku zapalnika W-429 nie stwierdza się istotnej zależności frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania. Można przyjąć, że prowadzone badania diagnostyczne pozwalają na utrzymanie stałego poziomu jakości zbioru składowanych partii. Zależność frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania wykazuje charakter „słabo” rosnący (w przedziale 32 lat). Za wzrost ten odpowiedzialna jest mała ilość obserwacji w 29, 30 i 32 roku składowania (rys. 5), tzn. badano pojedyncze partie, które okazały się zgodne z wymaganiami. W tym „uroda” nie tyle losowości typowania, a głównie terminowego zbadania próbek, co świadczy o realnej praktyce badań. Wszystkie próbki powinny być zbadane w roku, w którym podlegają badaniom.

W zapalnikach grupy RGM występuje istotna zależność frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania i jest zależnością ujemną. Usuwanie w kolejnych cyklach badania, że zbioru składowanych partii zapalników, partii niezgodnych z wymaganiami poprawia jakość tego zbioru. Spadek frakcji decyzji dodatnich w kolejnych cyklach, powodowany jest oddziaływaniem procesów naturalnego starzenia się partii w „oczyszczonym” zbiorze w czasie upływającym między kolejnymi cyklami badań.

W przypadku zapalnika W-429 obserwujemy podobny, niewielki wzrost frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania oraz podobny przebieg linii regresji. Można uznać, że pozostaje praktycznie na stałym poziomie. Uprawnione jest stwierdzenie, że dla tych zapalników frakcja partii niezgodnych z wymaganiami usuwanych ze zbioru jest tego samego rzędu co frakcja partii przechodzących w stan niezgodności między cyklami badania. Prowadzone badania diagnostyczne pozwalają na utrzymanie stałego poziomu jakości zbioru składowanych partii.

W zapalnikach grupy RGM występuje wzrost frakcji próbek z niezgodnościami klasy A w zależności od cyklu badania jak i czasu składowania. Istotny wzrost w czasie składowania frakcji próbek z niezgodnościami klasy A oznacza, że frakcja ta rośnie szybciej niż frakcja usuwanych partii z tymi niezgodnościami.

W przypadku zapalników W-429 obserwujemy zmniejszenie się frakcji próbek z niezgodnościami klasy A w zależności od cyklu badania. Oznacza to, że ze zbioru zostały usunięte partie zapalników z tymi niezgodnościami.

Niezgodności klasy B we wszystkich typach zapalników, z większym lub mniejszym nasileniem, wykazują spadek frakcji próbek w zależności od czasu składowania jak i od cyklu badania. Należy przypuszczać, że jest on spowodowany usuwaniem partii z tymi niezgodnościami przy jednoczesnym bardzo małym, lub nie występującym wzroście niezgodności klasy C w czasie składowania.

We wszystkich rozpatrywanych zapalnikach, w mniejszym lub większym stopniu, następuje w czasie składowania istotny spadek frakcji próbek z niezgodnościami klasy D przy jednoczesnym wzroście frakcji próbek z niezgodnościami klasy C. W większości

niezgodności klasy C i D obejmują zmiany korozyjne zewnętrzne i wewnętrzne zapalników. Zwiększanie się intensywności i zakresu korozji w czasie składowania powoduje przejście niezgodności klasy D w niezgodności klasy C (mniejszy w większą).

9. Wnioski

Analiza wykazała, że poziom jakości zbiorów składowanych zapalników ulega pogorszeniu wraz z upływem czasu składowania. Podczas długoletniego składowania w zapalnikach następują zmiany jakościowe wynikające z zachodzących procesów naturalnego starzeniowych, w wyniku których amunicja zmienia swoje własności fizyko – chemiczne, balistyczne i mechaniczne. Głównym czynnikiem wpływającym na to są warunki atmosferyczne, a w szczególności wilgotność, zmiany temperatury i zanieczyszczenia atmosfery, a także warunki przechowywania i oddziaływania mechaniczne podczas eksploatacji.

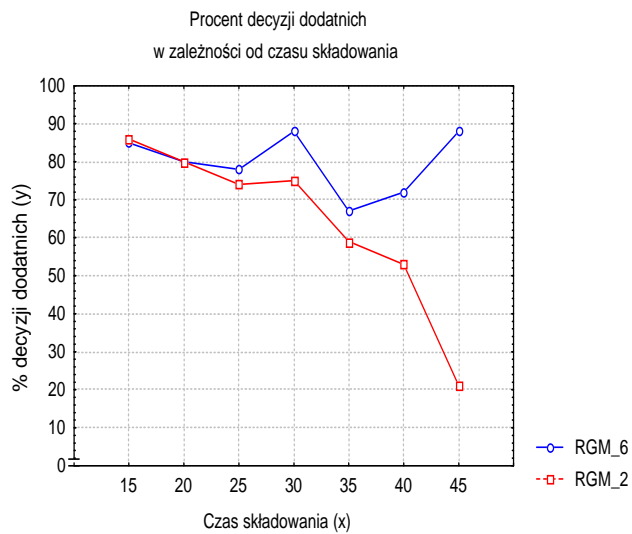
Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych pozwala na określenie stanu bezpieczeństwa i niezawodności działania zapalników oraz wyeliminowanie partii niezgodnych z wymaganiami, niebezpiecznych i zawodnych oraz stwierdzenie o ich dalszej przydatności z okresem gwarancji prognozy zdatności do użytkowania i składowania, przeznaczenia do naprawy lub likwidacji (utylizacji).

W wyniku usuwania partii niezgodnych z wymaganiami ze składowanego zbioru poprawia się poziom jego jakości lub utrzymuje na stałym dobrym poziomie jakościowym.

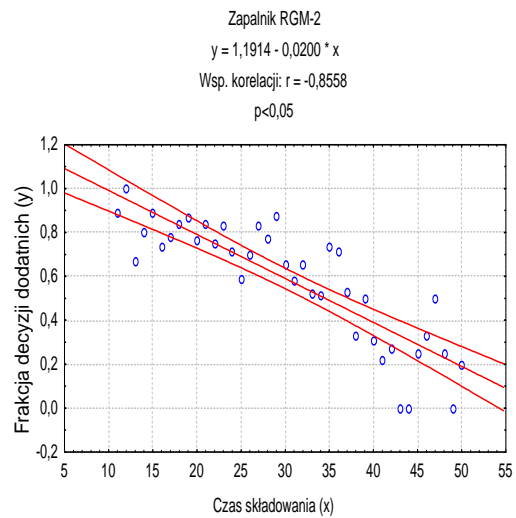
Doświadczenia wieloletnich badań wykazały, że amunicja i jej elementy w tym zapalniki, wykazują przez dziesięciolecia wysoki stopień bezpieczeństwa i niezawodności działania po upływie gwarancji producenta. Ważne jest śledzenie tych zmian i we właściwym czasie wyszukanie i wyeliminowanie partii elementów niebezpiecznych lub zawodnych.

Z przeprowadzonej analizy zapalników wynikają propozycje modyfikacji do aktualnie obowiązujących metodyk badań:

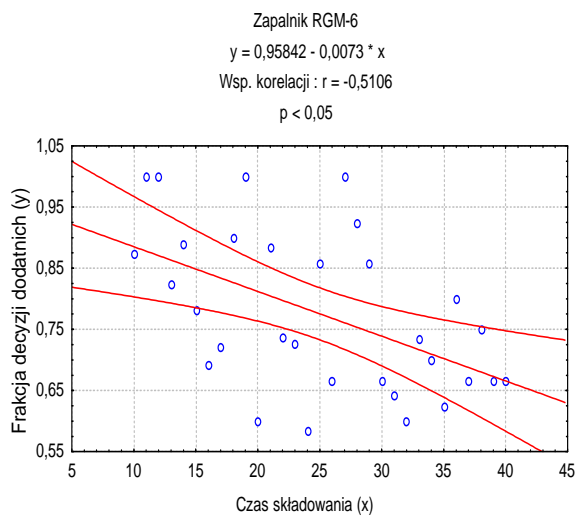
- ze względu na stosunkowo powoli zachodzące zmiany jakościowe w zapalnikach zaniechać podejmowania decyzji B-3 – „wynik badania pozytywny”. Gwarancja zdatności 3 lata. Niezgodności przypisane decyzji B-3 w algorytmach (tabelach oceny) powinny wywoływać decyzję B-5,
- klasyfikacji niezgodności i ocenę jakości dokonywać w obrębie grupy zapalników, a nie tylko jednego typu np. dla grupy RGM łącznie, a nie osobno dla RGM–2 i RGM–6,
- w zakresie badanych elementów zapalnikowych i ich cech wskazane i uzasadnione jest rozwinięcie badań fizyko – chemicznych materiałów wybuchowych znajdujących się w zespołach zapalników wyodrębniając niezgodności i ich poszczególne kwalifikacje. Oprócz dotychczas badanej trwałości chemicznej należy badać wrażliwość na tarcie i uderzenie, gęstość, zawartość wilgoci i ciał lotnych oraz ubytek masy w temperaturze 323⁰K w ciągu 48 h. Wyrywkowo należy badać pełność detonacji pobudzaczy i zdolność do pobudzenia materiału wybuchowego,
- badania diagnostyczne rozpoczynać w 8–mym lub 9–tym roku składowania, tak by w przypadku stwierdzenia nadmiernej ilości niezgodności („braków” produkcyjnych) możliwa była reklamacja u producenta, który dla większości asortymentów amunicji nadaje 10 letni okres gwarancji.



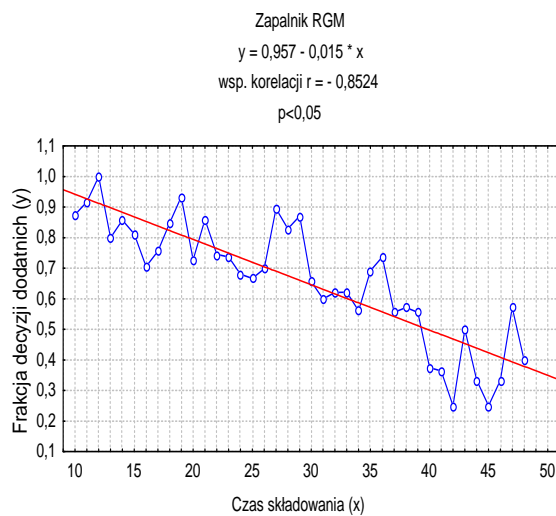
Rys.1 Procent decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania do chwili badania.



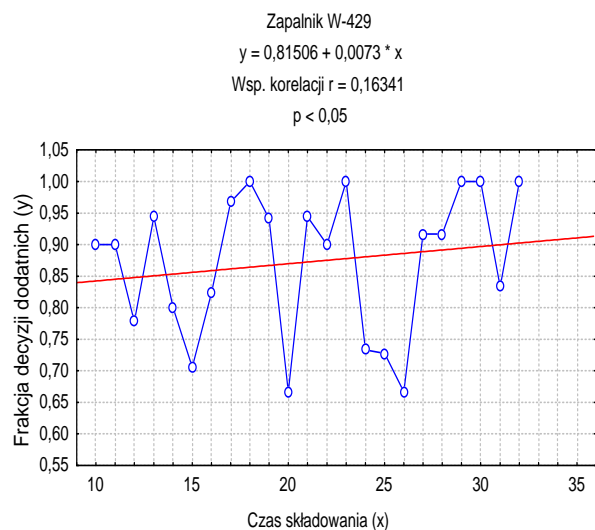
Rys. 2 Linia regresji zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich dla RGM-2.



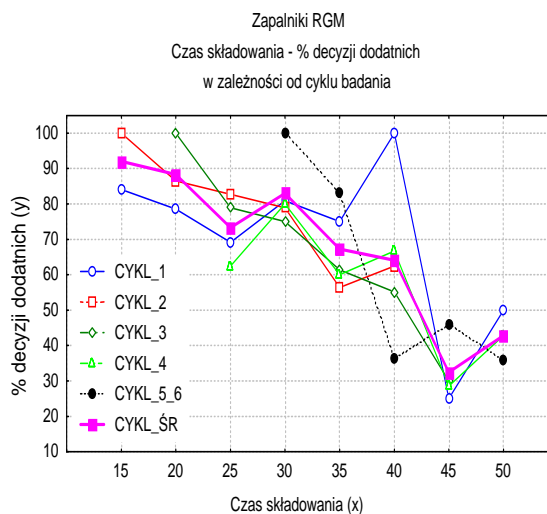
Rys.3 Linia regresji zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich dla RGM-6



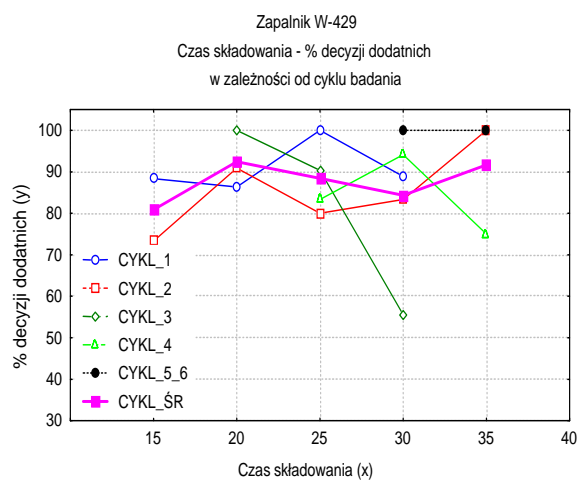
Rys.4 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linia regresji dla grupy RGM.



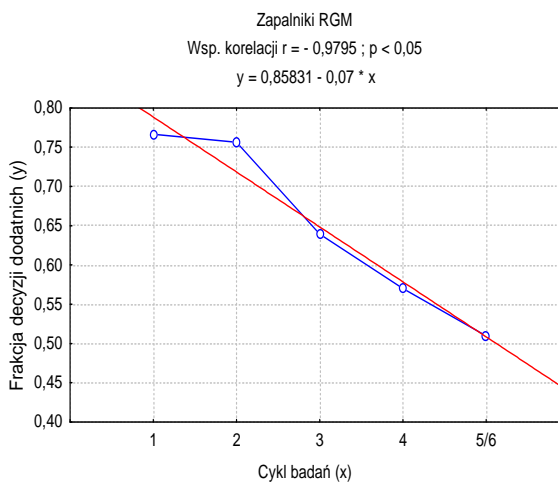
Rys.5 Procent decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania do chwili badania dla zapalników W-429.



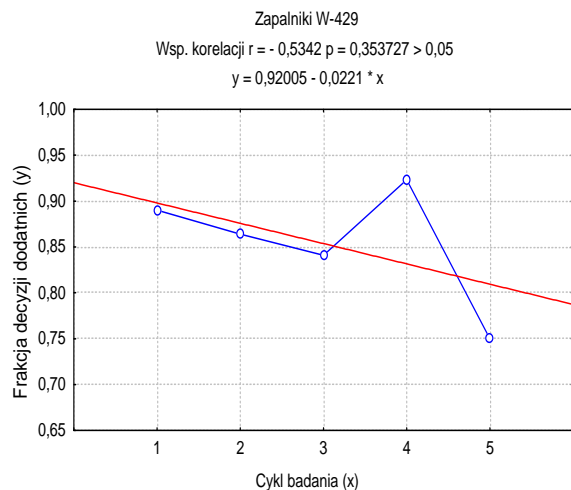
Rys.6 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla zapalników grupy RGM.



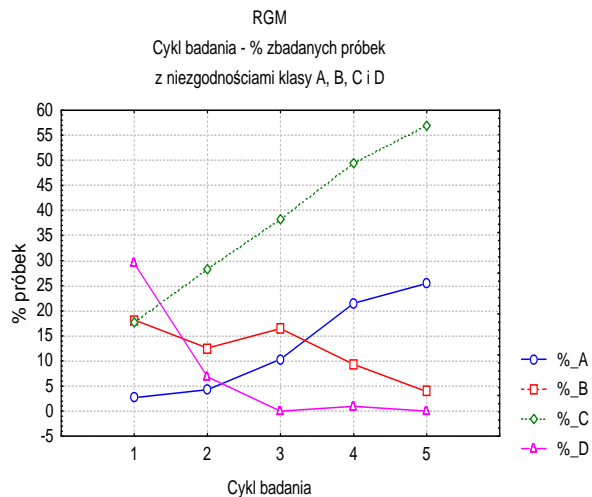
Rys.7 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla zapalników W-429



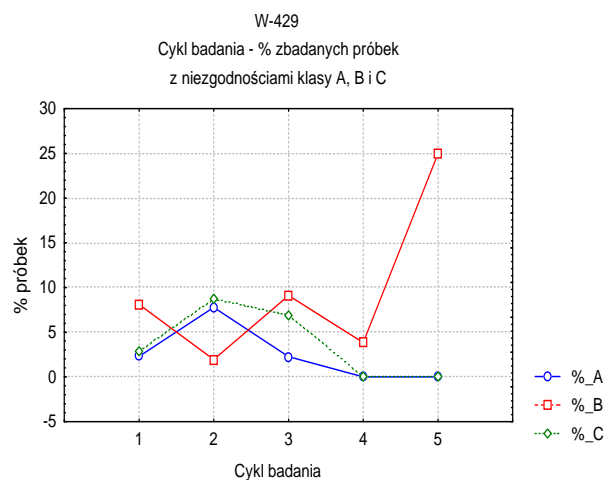
Rys.8 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją decyzji dodatnich dla zapalników grupy RGM.



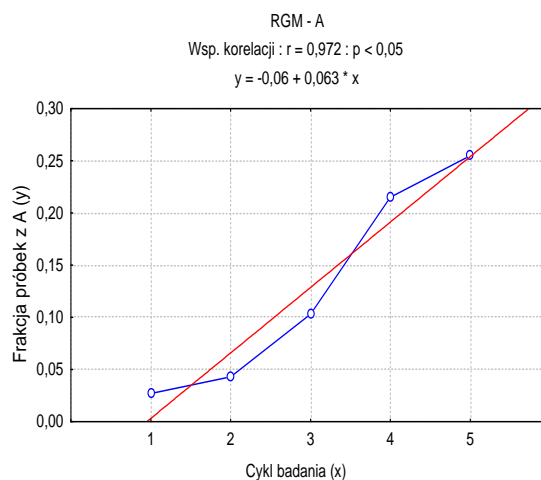
Rys.9 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i fracją decyzji dodatnich dla zapalników W-429.



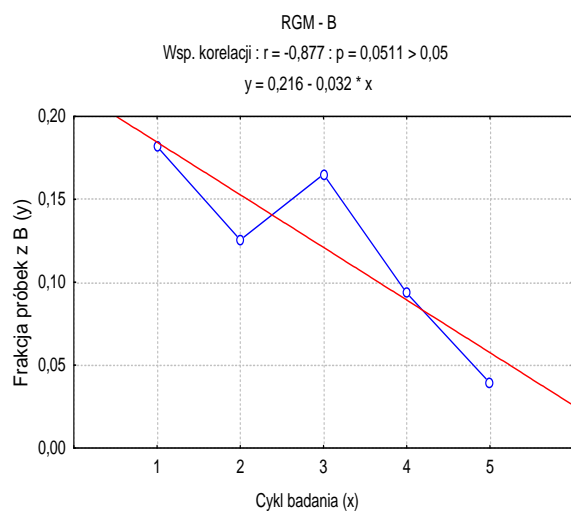
Rys.10 Procent próbek z niezgodnościami klasy A, B, C i D w zależności od cyklu badania dla zapalników grupy RGM.



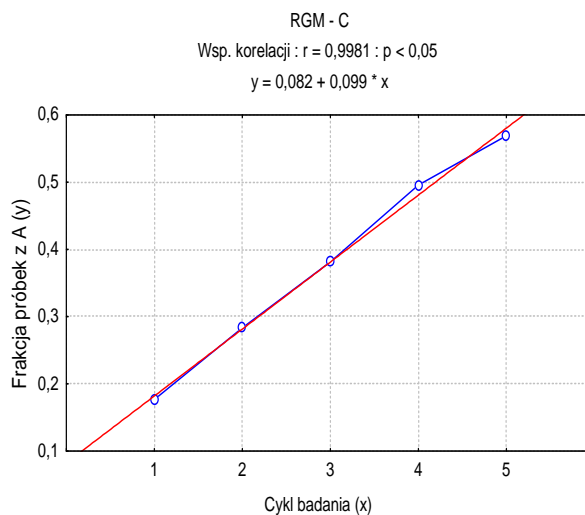
Rys.11 Procent próbek z niezgodnościami klasy A, B i C w zależności od cyklu badania dla zapalników W-429.



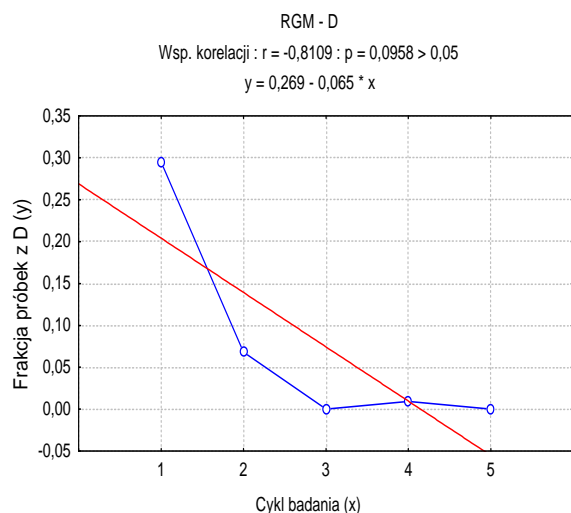
Rys.12 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i fracją próbek z niezgodnościami klasy A dla zapalników RGM.



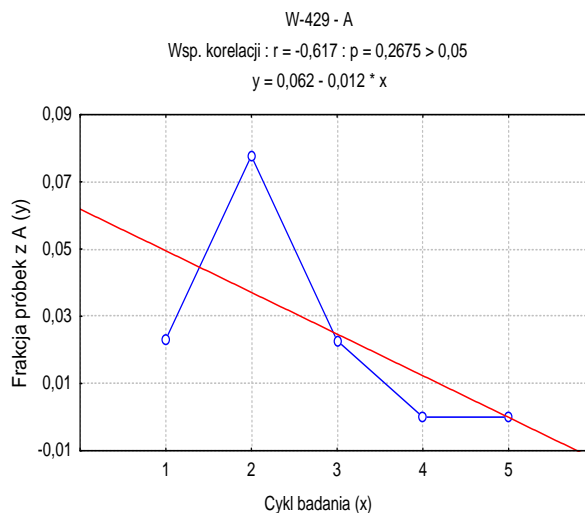
Rys.13 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją z niezgodnościami klasy B dla zapalników grupy RGM.



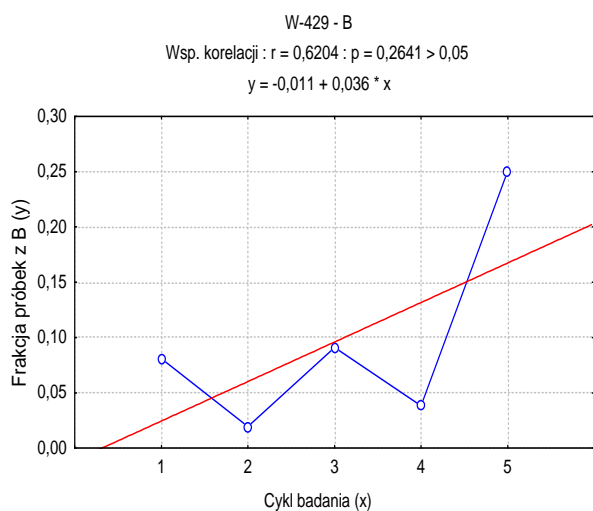
Rys.14 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C dla zapalników RGM.



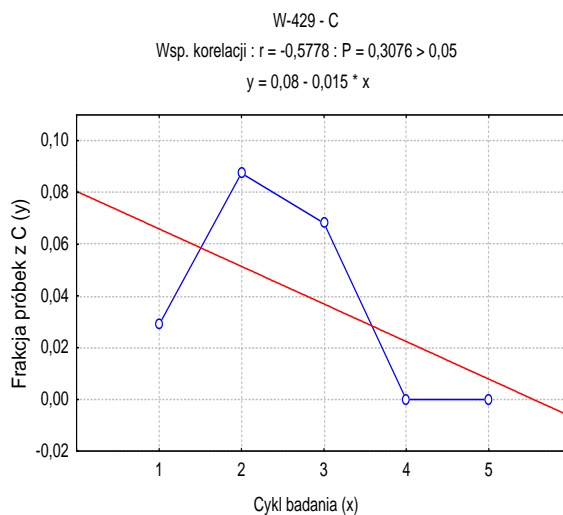
Rys.15 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją z niezgodnościami klasy D dla zapalników grupy RGM.



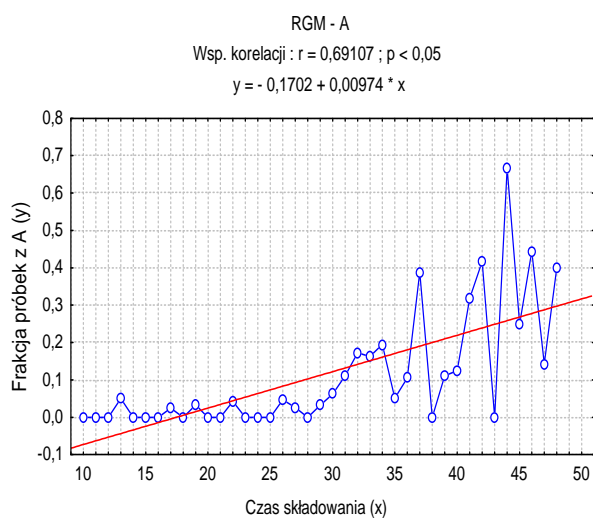
Rys.16 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A dla zapalników W-429.



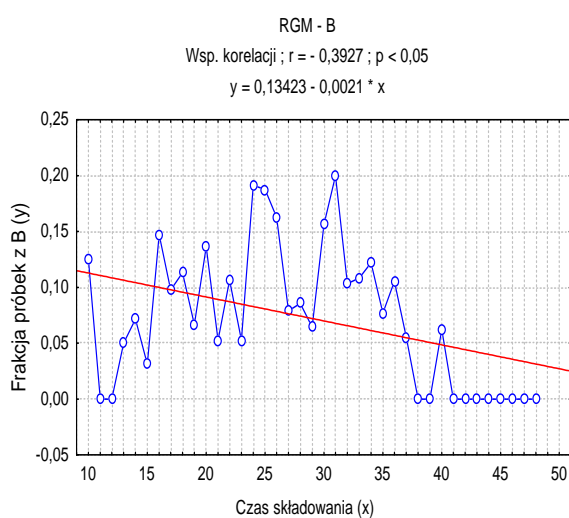
Rys.17 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją z niezgodnościami klasy B dla zapalników W-429.



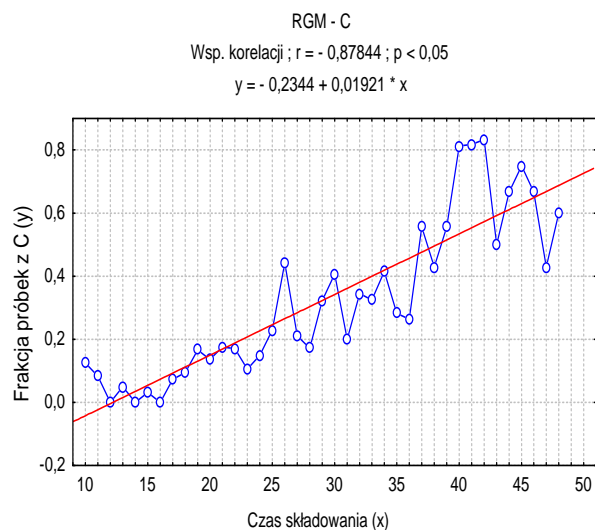
Rys.18 Linia regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C dla zapalników W-429.



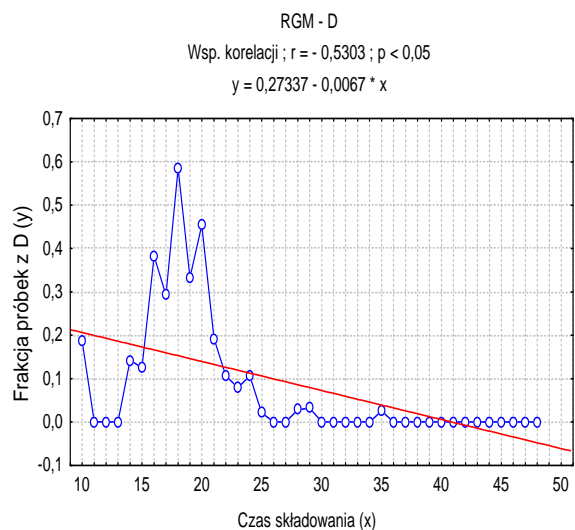
Rys.19 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A oraz linia regresji dla zapalników grupy RGM.



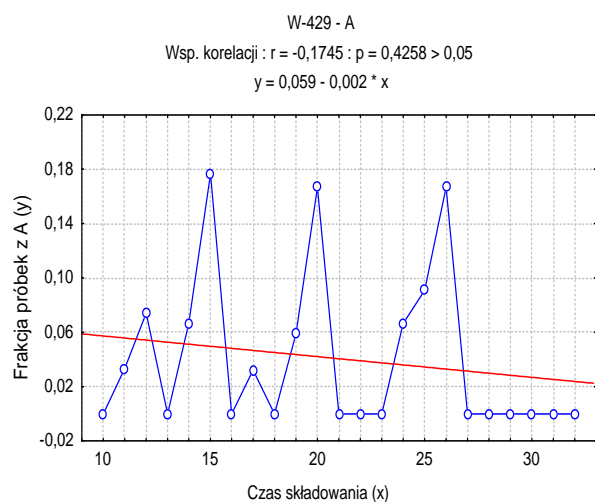
Rys.20 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy B oraz linia regresji dla zapalników grupy RGM.



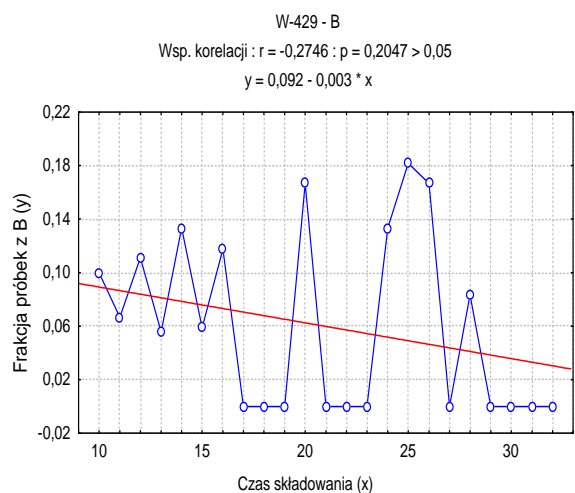
Rys.21 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C oraz linia regresji dla zapalników grupy RGM.



Rys.22 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy D oraz linia regresji dla zapalników grupy RGM.



Rys.23 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A oraz linia regresji dla zapalników W-429.



Rys.24 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy B oraz linia regresji dla zapalników W-429.

Tabela 1 – RGM – Frakcja badanych próbek w zależności od czasu składowania

Czas składowania	Frakcja decyzji dodatnich	Nie zgodności klasy				Nie zgodne spłonki zapalające
		A	B	C	D	
10	0,875000	0,000000	0,125000	0,125000	0,187500	0,125000
11	0,916667	0,000000	0,000000	0,083333	0,000000	0,000000
12	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	0,800000	0,050000	0,050000	0,050000	0,000000	0,050000
14	0,857143	0,000000	0,071429	0,000000	0,142857	0,071429
15	0,812500	0,000000	0,031250	0,031250	0,125000	0,000000
16	0,705882	0,000000	0,147059	0,000000	0,382353	0,147059
17	0,756098	0,024390	0,097561	0,073171	0,292683	0,097561
18	0,849057	0,000000	0,113208	0,094340	0,584906	0,113208
19	0,933333	0,033333	0,066667	0,166667	0,333333	0,066667
20	0,727273	0,000000	0,136364	0,136364	0,454545	0,136364
21	0,859649	0,000000	0,052632	0,175439	0,192982	0,035088
22	0,744681	0,042553	0,106383	0,170213	0,106383	0,042553
23	0,736842	0,000000	0,052632	0,105263	0,078947	0,026316
24	0,680851	0,000000	0,191489	0,148936	0,106383	0,170213
25	0,666667	0,000000	0,187500	0,229167	0,020833	0,166667
26	0,697674	0,046512	0,162791	0,441860	0,000000	0,116279
27	0,894737	0,026316	0,078947	0,210526	0,000000	0,105263
28	0,828571	0,000000	0,085714	0,171429	0,028571	0,000000
29	0,870968	0,032258	0,064516	0,322581	0,032258	0,032258
30	0,656250	0,062500	0,156250	0,406250	0,000000	0,093750
31	0,600000	0,111111	0,200000	0,200000	0,000000	0,200000
32	0,620690	0,172414	0,103448	0,344828	0,000000	0,034483
33	0,621622	0,162162	0,108108	0,324324	0,000000	0,054054
34	0,560976	0,195122	0,121951	0,414634	0,000000	0,121951
35	0,692308	0,051282	0,076923	0,282051	0,025641	0,076923
36	0,736842	0,105263	0,105263	0,263158	0,000000	0,052632
37	0,555556	0,388889	0,055556	0,555556	0,000000	0,000000
38	0,571429	0,000000	0,000000	0,428571	0,000000	0,000000
39	0,555556	0,111111	0,000000	0,555556	0,000000	0,000000
40	0,375000	0,125000	0,062500	0,812500	0,000000	0,062500
41	0,363636	0,318182	0,000000	0,818182	0,000000	0,000000
42	0,250000	0,416667	0,000000	0,833333	0,000000	0,000000
43	0,500000	0,000000	0,000000	0,500000	0,000000	0,000000
44	0,333333	0,666667	0,000000	0,666667	0,000000	0,000000
45	0,250000	0,250000	0,000000	0,750000	0,000000	0,000000
46	0,333333	0,444444	0,000000	0,666667	0,000000	0,000000
47	0,571429	0,142857	0,000000	0,428571	0,000000	0,000000
48	0,400000	0,400000	0,000000	0,600000	0,000000	0,000000

Tabela 2 – W-429 – Frakcja badanych próbek o danych właściwościach w zależności od czasu składowania

Czas składowania	Frakcja decyzji dodatnich	Nie zgodności klasy				Nie zgodne sponki zapalające
		A	B	C	D	
10	0,900000	0,000000	0,100000	0,025000	0,000000	0,075000
11	0,900000	0,033333	0,066667	0,033333	0,000000	0,000000
12	0,777778	0,074074	0,111111	0,037037	0,000000	0,074074
13	0,944444	0,000000	0,055556	0,000000	0,000000	0,055556
14	0,800000	0,066667	0,133333	0,066667	0,000000	0,133333
15	0,705882	0,176471	0,058824	0,000000	0,000000	0,058824
16	0,823529	0,000000	0,117647	0,235294	0,000000	0,117647
17	0,967742	0,032258	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
18	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
19	0,941176	0,058824	0,000000	0,058824	0,000000	0,000000
20	0,666667	0,166667	0,166667	0,166667	0,000000	0,000000
21	0,944444	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
22	0,900000	0,000000	0,000000	0,200000	0,000000	0,000000
23	1,000000	0,000000	0,000000	0,166667	0,000000	0,000000
24	0,733333	0,066667	0,133333	0,066667	0,000000	0,000000
25	0,727273	0,090909	0,181818	0,090909	0,000000	0,000000
26	0,666667	0,166667	0,166667	0,000000	0,000000	0,000000
27	0,916667	0,000000	0,000000	0,083333	0,000000	0,000000
28	0,916667	0,000000	0,083333	0,000000	0,000000	0,000000
29	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
30	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
31	0,833333	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
32	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Tabela 3 – RGM – Frakcja badanych próbek o danych właściwościach w zależności od cyklu badania

Cykl badania	Frakcja decyzji dodatnich	Nie zgodności klasy				Nie zgodne sponki zapalające
		A	B	C	D	
1	0,766585	0,027027	0,181818	0,176904	0,294840	0,144963
2	0,756272	0,043011	0,125448	0,283154	0,068100	0,107527
3	0,639175	0,103093	0,164948	0,381443	0,000000	0,123711
4	0,570093	0,214953	0,093458	0,495327	0,009346	0,084112
5 / 6	0,509804	0,254902	0,039216	0,568627	0,000000	0,039216

Tabela 4 – W-429 – Frakcja badanych próbek o danych właściwościach w zależności od cyklu badania						
Cykl badania	Frakcja decyzji dodatnich	Niezgodności klasy				Niezgodne spłonki zapalające
		A	B	C	D	
1	0,890173	0,023121	0,080925	0,028902	0,000000	0,052023
2	0,864078	0,007767	0,019417	0,087379	0,000000	0,019417
3	0,840909	0,022727	0,090909	0,068182	0,000000	0,000000
4	0,923077	0,000000	0,038462	0,000000	0,000000	0,000000
5	0,750000	0,000000	0,250000	0,000000	0,000000	0,000000

Literatura

- [1] Gmurman W.J. – Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna – WNT Warszawa 1975 r.;
- [2] Knychala J., Stepień L. i inni – Metodyka badań diagnostycznych amunicji – indeks N-5001 „b” 1985 r. – Archiwum WITU;
- [3] Knychala J. – Analiza wyników stosowania czterostopniowej metody badań zapalników – PTU i R zeszyt 63, WITU 1997 r.;
- [4] Sprawozdania z badań amunicji po długoletnim składowaniu – Archiwum WITU.

Publikacja powstała w ramach realizacji projektu badawczego własnego nr T00C 030 30 realizowanego w latach 2006-2008.

THE TECHNICAL CONDITION ANALYSIS OF SELECTED TYPES OF FUSES AFTER LONG - TIME STORAGE

In this article there was presented statistical analysis of multiyear research results of head fuses RGM-2, RGM-6 and W-429 types as representative for research of natural ageing process influence on indicators of quality during long-time storage. There was analysed the influence of storage time on decision connected with quality of the lots after research for inconsistencies characterizing the advancement level of the process natural ageing. The cycles research influence analysis on occurrence of inconsistencies in definite grades and for the next quality decisions. Conducted analysis confirms assumptions that set quality level of the storage fuses RGM-2 and RGM-6 deteriorates with storage time. Fractions of positive decisions depending on storage time has a decreasing character and is a negative dependence. In case of W-429 fuses was not noted essential dependence of fractions positive decisions on storage time. It can be assumed, that conducting diagnostic research allows keeping constant level quality of storage lots set. In the fuses group RGM the dependence of fractions positive decisions on cycle research is negative. The removal in the successive research cycles of lots inconsistent with requirements increases the quality of the set. However, in W-429 fuses fractions of lots inconsistent with requirements removed from the set, are on the same level, as fractions lots proceed in inconsistent level between research cycles. Conducted research allows for keeping constant level of the quality storage lots set. Performed analysis is essentially relevant to modify the research methodology of the fuses.