

ANALIZA STANU TECHNICZNEGO ZAPŁONNIKÓW PO DŁUGOLETNIM PRZECHOWYWANIU

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę statystyczną wyników badań diagnostycznych zapłonników uderzeniowych w procesie długoletniego przechowywania. Analizowano wpływ czasu składowania na decyzje dotyczące jakości partii po badaniach oraz wpływ cyklu badania na decyzje jakościowe. Dokonano także analizy wpływu czasu składowania na występowanie niezgodności charakteryzujących bezpieczeństwo i niezawodność działania oraz procesy naturalnego starzenia zapłonników. Przeprowadzona analiza potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości składowanych zapłonników ulega pogorszeniu wraz z upływem czasu składowania. Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych pozwala na wyeliminowanie partii niezgodnych z wymaganiami, niebezpiecznych i zawodnych, jak też stwierdzenie o ich dalszej przydatności do użytkowania i składowania. Przeprowadzona analiza ma istotne znaczenie do modyfikacji metodyki badań zapłonników.

1. Wstęp

W zbiorze środków zapłonowych dominujący zbiór stanowią zapłonniki. Są to urządzenia wielozespołowe z elementami inicjującymi ogniowymi i uszczelniającymi. W porównaniu z nabojuowymi spłonkami zapalającymi (stosowanymi w amunicji strzeleckiej) mają wielokrotnie silniejszy impuls zapłonowy. Jest to związane z przeznaczeniem ich do inicjowania zapłonu mas pirotechnicznych ładunków miotających w nabojach działowych i ładunków napędowych w pociskach raketowych na paliwo stałe.

Ze względu na sposób inicjowania zapłonu rozróżnia się:

- zapłonniki uderzeniowe, działające od uderzenia iglicy, w wyniku którego następuje zgniot i zapłon spłonki zapalającej,
- zapłonniki elektryczne*, działające od impulsu elektrycznego, zapłon spłonki powoduje przeskok iskry elektrycznej lub rozgrzany prąd elektrycznym elementem żarzący,
- zapłonniki elektryczno – uderzeniowe, zwane również zapłonnikami podwójnego działania, mające elementy zapłonnika elektrycznego i uderzeniowego.

Zapłonniki uderzeniowe stosuje się powszechnie w większości amunicji działowej. Zapłonniki elektryczne i elektryczno – uderzeniowe stosuje się w nabojach do dział szybkostrzelnych oraz do dział strzelających w ruchu do celów ruchomych (działa morskie i czołgowe), jako sposób zdalnego i przyspieszonego odpalania.

Ze względu na sposób połączenia zapłonnika z nabojem rozróżnia się:

- zapłonniki wkręcane w dno łuski naboju,
- zapłonniki wprasowywane w otwór dna łuski,
- zapłonniki wkładane w zamek, stosowane w nabojach bezłuskowych.

* - niektóre typy zapłonników elektrycznych nazywa się elektrozapałami.

Zapłonnik i wkładane i wprasowywane są trwale połączone z nabojem za pomocą gwintu lub wcisku, natomiast zapłonnik wkładane stanowią do chwili załadowania działa – oddzielny element naboju.

Bez względu na rozwiązania konstrukcyjne wszystkie rodzaje i typy zapłonników składają się z kadłuba, spłonki zapalającej i ładunku zapalającego. Kadłub łączy wszystkie części i zespoły zapłonnika w jedną całość i zabezpiecza je przed uszkodzeniami oraz działaniem czynników atmosferycznych, szczególnie wilgoci. Spłonka zapalająca nakłuciowa w zapłonniku uderzeniowym lub elektryczna w zapłonniku elektrycznym, bądź obydwie w zapłonniku elektryczno – uderzeniowym stanowią pierwszy inicjujący element w łańcuchu ogniowym, od którego następuje zapłon pozostałych części ładunku zapalającego. Prochowy ładunek zapalający występuje w postaci sprasowanej petardy i luźno nasypanego prochu czarnego lub jednego z tych elementów. Służą one do wytworzenia odpowiedniej temperatury strumienia ognia gwarantującego niezawodne zapalenie ładunku miotającego.

W zapłonnikach uderzeniowych i elektryczno – uderzeniowych jest umieszczone urządzenie uszczelniające w postaci kulki lub stożka działające na zasadzie zaworu jednokierunkowego, przepuszczającego gorące gazy ze spłonki zapalającej do petardy prochowej i nie przepuszczające gazów prochowych o wysokim ciśnieniu w kierunku przeciwnym. Ma to na celu niedopuszczenie do przerwania dna zapłonnika w najsłabszym miejscu, nakłutym przez iglicę i wydostania się gazów o wysokim ciśnieniu na zewnątrz.

O jakości zapłonników decyduje ich niezawodne działanie, bezpieczeństwo podczas eksploatacji oraz trwałość i odporność na warunki panujące w czasie długoletniego składowania w wojskach.

Do najważniejszych właściwości zapłonników należą te, które charakteryzują bezpieczeństwo w procesie eksploatacji, niezawodność działania i odporność na warunki panujące podczas długoletniego składowania. Są to tzw. właściwości eksploatacyjne. Najbardziej pożądane są właściwości poddające się empirycznym badaniom i jednocześnie charakteryzujące stan jakościowy zapłonników. Do nich należą:

- wytrzymałość korpusów,
- prawidłowość montażu,
- zawartość wilgoci w ładunkach zapalających,
- odporność na korozję,
- stan fizyczny kostek (wyprasek ładunków zapalających),
- wrażliwość i zdolności zapłonowe spłonek zapalających,
- działanie inicjujące ładunków zapalających,
- niezawodność działania łańcucha ogniowego i mechanizmu uszczelniającego,
- zadziałanie niekontrolowane zapłonnika podczas ładowania do komory naboju.

W przypadku zapalników elektrycznych i elektryczno – uderzeniowych wykonywane są także badania:

- oporności izolacji zapłonnika,
- oporności mostka na bezpieczeństwo prądem,
- niezawodności działania od impulsu prądowego z pomiarem czasu zadziałania.

Wystąpienie w próbie zapłonników danej partii niezgodności z wymaganiami ustalonymi dla każdej cechy poddaje się klasyfikacji według ważności (wagi) dla bezpieczeństwa, niezawodności działania i odporności na warunki długoletniego składowania.

Właściwości (cechy) podzielono na cztery klasy ważności: A, B, C i D. Klasy A i B charakteryzują bezpieczeństwo i niezawodność działania w procesie eksploatacji, klasy C i D – stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia.

2. Analiza jakości zapłonników

Analizie statystycznej poddano wyniki badań diagnostycznych próbek pochodzących ze składowanych partii zapłonników.

Analizą objęto wyniki badań laboratoryjnych następujących typów zapłonników:

- zapłonniki uderzeniowe KW-5U – 509 próbek,
- zapłonniki uderzeniowe KW-4 – 733 próbki,
- zapłonniki uderzeniowe KW-13 – 223 próbki,
- zapłonniki uderzeniowe KW-13U – 181 próbek.

Zbiory wyników badań ww. typów zapłonników są najliczniejsze i reprezentatywne do analizy procesów starzenia podczas długoletniego składowania.

W przypadku zapłonników, zgodnie z obowiązującą metodyką badań, prowadzone są tylko badania laboratoryjne. Nie uwzględniono wyników badań specjalnych (PS), ponieważ występowały sporadycznie i ich wynik nie ma wpływu na przedmiot analizy.

Celem analizy było poznanie procesów naturalnego starzenia oraz wpływu tych procesów na wskaźniki jakościowe poprzez określenie:

- wpływu czasu składowania na decyzje jakościowe,
- wpływu cyklu badania na decyzje jakościowe,
- wpływu czasu składowania na występowanie niezgodności.

Jako jednostkę statystyczną przyjęto wynik badania próbki z partii zapłonników $n = 50$ szt. Badane właściwości przypisywane są całym próbkom, a nie zapłonnikom wchodzącym w skład tych próbek.

Analizy zapłonników dokonano wykorzystując metodę regresji i korelacji na wzór metody opisaną podczas analizy jakości zapalników [6].

2.1. Wpływ czasu składowania na decyzje jakościowe

Najbardziej ogólnym wskaźnikiem jakości partii zapłonników (podobnie jak w przypadku zapalników) jest decyzja diagnostyczna dotycząca tej partii po zbadaniu pochodzącej z niej próbki. Do celów analizy zbiorów wszystkich decyzji podzielono na dwa podzbiory: podzbiór decyzji dodatnich i podzbiór decyzji ujemnych. Do podzbioru decyzji dodatnich zaliczono decyzje B5 i B3, a więc decyzje o zgodności partii z wymaganiami oraz jej zdadności do użytku i składowania. Do podzbioru decyzji ujemnych zaliczono pozostałe decyzje. Podjęciu decyzji dodatniej przypisano wartość 1, ujemnej wartość 0.

Efektom wpływu czasu składowania partii jest występowanie w czasie tego składowania zmian starzeniowych zapłonników, mogących powodować niezgodności ze względu na poszczególne właściwości. Przyjęto, że jakość całego zbioru partii danego rodzaju zapłonników w danej chwili badania może zależeć od decyzji o jakości tych partii podjętych w wyniku ich uprzednich badań diagnostycznych.

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

Na rysunku 1 przedstawiono procent decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania dla zapłonników uderzeniowych. Dla uproszczenia we wstępnej analizie czas składowania podzielono na 5-cio letnie przedziały. Frakcja decyzji dodatnich dla danego czasu składowania „ x ” jest tu frakcją tych decyzji podjętych w przedziale czasu składowania od x_{i-1} do x_i .

Na podstawie krzywych łamanych, reprezentujących poszczególne typy zapłonników można stwierdzić, że we wszystkich przypadkach wraz ze zmianą czasu składowania

występuje tendencja zmiany frakcji decyzji dodatnich. W przypadku wszystkich typów zapłonników jest to tendencja malejąca.

Najbardziej spadkowy, wyraźnie malejący charakter, ma przebieg krzywej dla zapłonników KW-5U i KW-13. W przypadku zapłonników KW-4 i KW-13U tendencja ta jest mniej wyraźna. Wskazuje to na występowanie zależności frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania.

Celem zbadania charakteru przebiegu zależności zastosowano metodę korelacji i regresji. Na rysunkach 2 ÷ 5 naniesiono dla danego czasu składowania x zaobserwowane wartości frakcji $y_{(x)}$ decyzji dodatnich i połączono je odcinkami linii prostej. Tym razem dla większej dokładności, nie tworzono pięcioletnich przedziałów czasu, a dane naniesiono dla każdego roku składowania. Najbardziej zbliżone do siebie są przebiegi krzywych dla zapłonników KW-5U i KW-13, a także istotnie nie odbiega przebieg dla zapłonika KW-4.

Współczynnik korelacji liniowej dla zapłonika KW-5U wynosi: $-0,68141$, dla zapłonika KW-13: $-0,75384$, a dla zapłonika KW-4: $-0,43148$. Zastosowano test istotności sprawdzający hipotezę, że współczynnik korelacji jest równy 0. Sprawdzoną hipotezę należało odrzucić, ponieważ prawdopodobieństwa „ p ” (rys. 2, 3 i 4), że hipotezy są prawdziwe, są mniejsze od przyjętego poziomu istotności $p < 0,05$. Oznacza to, że w przypadku tych typów zapłonników frakcja decyzji dodatnich w sposób istotny zależy od czasu składowania, przy czym zależność ta jest zależnością ujemną, a więc wpływ czasu powoduje istotne zmniejszenie się frakcji podejmowanych decyzji dodatnich. Wystąpiło pogorszenie się stanu jakościowego składowanych zbiorów partii zapłonników.

Zależność korelacyjną dla zapłonika KW-13U opisano za pomocą liniowej funkcji regresji na rysunku 5. W przypadku tego typu zapłonika obserwujemy „słabszą” zależność zmniejszenia się frakcji decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania w porównaniu do wyżej rozpatrywanych zapłonników. Średni poziom frakcji kształtuje się na poziomie około 0,94. Pogorszenie jakości tego zbioru zachodzi z dużo mniejszą intensywnością w stosunku do ww. zapłonników. Nie bez znaczenia jest fakt, że zapłoniki KW-13U zostały wprowadzone do uzbrojenia 10÷15 lat później, są więc „młodsze” wiekowo w stosunku do pozostałych. Naniesione na rysunku 5 linie frakcji decyzji dodatnich wskazują na malejącą tendencję zmian.

Należy jednak podkreślić, że zaobserwowane wartości frakcji decyzji dodatnich nie oznaczają, że w trakcie składowania nie zmienia się (nie pogarsza) stan jakościowy tych zapłonników. Oznaczają one natomiast, że stopień pogorszenia się tego stanu jest w przybliżeniu stały. Wynika to z faktu, że składowane partie zapłonników są poddawane badaniom diagnostycznym, a te partie, które podczas badań otrzymują decyzje ujemne, są usuwane ze składowanego zbioru. Wystąpienie decyzji ujemnych w kolejnym badaniu diagnostycznym oznacza zatem, że w czasie składowania, między kolejnymi badaniami nastąpiło pogorszenie stanu jakościowego składowanego zbioru partii zapłonników.

Podsumowanie

Dla rozpatrywanych zapłonników KW-4, KW-5U i KW-13 występuje liniowy spadek frakcji decyzji dodatnich z upływem czasu składowania. Dla zapłonników KW-13U obserwujemy malejącą tendencję zmian. Potwierdza się przypuszczenie, że poziom jakości składowanych zapłonników ulega pogorszeniu z wiekiem w wyniku zachodzących procesów starzeniowych. Spadek frakcji decyzji dodatnich jest jednoznaczny ze wzrostem ilości partii zapłonników niezgodnych z wymaganiami.

2.2. Wpływ cyklu badania na decyzje jakościowe

Kolejnym czynnikiem, który może mieć wpływ na jakość zbioru składowanych zapłonników są prowadzone badania diagnostyczne i ich konsekwencje. W wyniku tych

badan usuwane są partie niezgodne z wymaganiami. W ich rezultacie jakość zbioru powinna ulegać poprawie, a więc powinna rosnąć frakcja decyzji dodatnich. Na rysunkach 6 ÷ 9 wykreślono otrzymane procenty decyzji dodatnich dla kolejnych cykli badania w zależności od czasu składowania. W przypadku zapłonników KW-5U i KW-13 obserwujemy istotną tendencję do zmniejszenia się procentu decyzji dodatnich, natomiast w przypadku zapłonników KW-4 i KW-13U niewielką tendencję zmniejszenia się procentu tych decyzji. Powyższe najlepiej obrazuje wykreślony cykl średni. Wydaje się to potwierdzać przypuszczenie o poprawiającym jakość wpływie badań diagnostycznych.

Celem pełniejszego zbadania tego zjawiska przeprowadzono analizę frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania. Na rysunkach 10 ÷ 13 naniesiono wartości frakcji decyzji dodatnich w zależności od cyklu badania. W przypadku zapłonników KW-5U i KW-13 obserwujemy istotny, liniowy spadek frakcji decyzji dodatnich, natomiast w przypadku zapłonników KW-4 i KW-13U – malejącą tendencję zmian. Powyższe świadczy o „oczyszczającym” działaniu prowadzonych badań diagnostycznych, ponieważ usuwanie partii niezgodnych poprawia jakość składowanego zbioru zapłonników.

Podsumowanie

Przebiegi zależności frakcji decyzji dodatnich od cyklu badania wykazują liniowy przebieg malejący dla zapłonników KW-5U i KW-13 oraz malejącą tendencję zmian dla zapłonników KW-4 i KW-13U. Spadek frakcji decyzji dodatnich jest jednoznaczny ze wzrostem decyzji niezgodnych z wymaganiami. Usuwanie w kolejnych cyklach partii niezgodnych poprawia jakości populacji składowanych zapłonników.

2.3. Wpływ czasu składowania na występowanie niezgodności

Kolejnym przedmiotem analizy było badanie zależności frakcji próbek z niezgodnościami należącymi do poszczególnych klas niezgodności od czasu składowania partii.

Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania partii do chwili badania, a jako badaną zmienną zależną – frakcję próbek z niezgodnościami danej klasy spośród wszystkich próbek zbadanych w danym czasie. Na rysunkach 14 ÷ 28 wykreślono krzywe łamane i linie regresji frakcji próbek z niezgodnościami dla poszczególnych typów zapłonników.

W przypadku zapłonników KW-4 krzywa łamana przebiegu niezgodności klasy A (rys. 14) ma nieregularny przebieg. Linia regresji frakcji próbek utrzymuje się na niskim poziomie z niewielką tendencją wzrostową. W ciągu 50-cio letniego okresu badawczego niezgodności te nie wystąpiły w 22 przypadkach.

Niezgodności klasy B (rys. 15) wykazują liniową tendencję rosnącą (wsp. korel. 0,57302). Istotny przyrost niezgodności obserwujemy od 41-go roku składowania. Są to niezgodności związane głównie z niezawodnością działania, tzn. że w badanych partiach występowały zapłonniki działające po 1-szym lub 2-gim spuście iglicy.

Linia regresji dla zależności między czasem składowania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C (rys. 16) wskazuje niewielką tendencję rosnącą zmian. W latach 29, 33, 34 i 37 obserwujemy większą ilość występowania niezgodności tej klasy.

Przedstawiona na rysunku 17 frakcja próbek z niezgodnościami klasy D ma wyraźny, liniowy malejący przebieg. Świadczy o tym ujemny i o dużej wartości bezwzględnej współczynnik korelacji (-0,60896).

Na rysunkach 18 ÷ 21 przedstawiono odpowiednio zależności dla przebiegu frakcji niezgodności klas A, B, C, D od czasu składowania dla zapłonników KW-5U. Linia regresji opisująca niezgodności klasy A (rys. 18) ma liniowy charakter rosnący (współ. korel. 0,70067). Świadczy to o zwiększeniu się zawodności zapłonnika z upływem czasu składowania.

Przebieg frakcji próbek z niezgodnościami klasy B z upływem czasu składowania (rys. 19) wskazuje nieznaczny trend malejący, można zauważyć, że w przedziale 30 ÷ 44 lat niezgodności wystąpiły tylko w wieku 36 lat.

Przedstawiona na rysunku 20 frakcja próbek z niezgodnościami klasy C w zależności od czasu składowania świadczy o ich dość intensywnym występowaniu. Z porównania krzywej łamanej z niezgodnościami klasy D (rys. 21) z krzywą z niezgodnościami klasy C można zaobserwować zmiany starzeniowe polegające na przechodzeniu zmian korozyjnych o mniejszej intensywności w większą (D→C).

Naboje artyleryjskie często ulegają przemieszczaniu i są przechowywane okresowo w warunkach o różnej temperaturze i wilgotności. Stąd też mogą trafić do badań próbki naboju z zapłonnikami (także zapalnikami) składowanymi w jednym miejscu w dobrym magazynie, jak też naboje okresowo składowane na powietrzu w warunkach intensywniejszych wymuszeń atmosferycznych. Nie zawsze jest to możliwe do odtworzenia w historii życia naboju (także ich elementów). Dlatego w niektórych przypadkach obserwujemy większą intensywność zachodzenia procesów starzeniowych w „młodszym” wieku „życia” partii naboju (ich elementów). Obserwujemy np. zwiększenie ilości niezgodności klasy D w zapłonniku KW-4 w przedziale wieku 11 ÷ 31 lat składowania (rys. 17) dla zapłonników KW-5U (rys. 21) w przedziale 10 ÷ 16 lat składowania, dla zapłonników KW-13 (rys. 25) w przedziale 10 ÷ 16 lat składowania.

Na rysunkach 22 ÷ 25 przedstawiono zależność frakcji próbek z niezgodnościami poszczególnych klas od czasu składowania dla zapłonników KW-13. Przedstawiona na rysunku 22 linia regresji dla niezgodności klasy A, wykazuje charakter rosnący z upływem czasu składowania. Obserwujemy wyraźny liniowy charakter zmian (wsp. korel. 0,61044). Podobny przebieg wykazują niezgodności klasy B (rys. 23). Na podstawie obydwu przebiegów z dużą dozą prawdopodobieństwa możemy stwierdzić, że niezgodności świadczące o niezawodności działania mniejszej „wagi” przechodziły w niezgodności o większej „wadze” (B→A).

Przebieg frakcji próbek z niezgodnościami klasy C (rys. 24) od czasu składowania wykazuje tendencję malejącą, natomiast niezgodności klasy D (rys. 25) – nieznacznie rosnącą. Daje się jednak zauważyć zachodzące procesy starzeniowe i w kilku przedziałach lat składowania zaobserwowano przechodzenie niezgodności klasy o mniejszej intensywności w większą (D→C).

Na rysunkach 26 ÷ 28 przedstawiono frakcje próbek z niezgodnościami poszczególnych klas zapłonników KW-13U. Niezgodności klasy A (rys. 26) wystąpiły tylko w partiach zapłonników badanych po 11-stu latach składowania, nie wystąpiły niezgodności klasy B. Jak wiemy niezgodności A i B związane są z bezpieczeństwem i niezawodnością działania zapłonnika. Uzyskane obserwacje świadczą o wysokim bezpieczeństwie i niezawodności działania zapłonników KW-13U.

Niezgodności klasy C (rys. 27) i niezgodności klasy D (rys. 28) wykazują umiarkowany charakter rosnący, na co wskazuje przebieg średniej frakcji próbek z upływem czasu składowania. Linie regresji na obydwu rysunkach mają rosnący nieliniowy przebieg, można sądzić tylko o tendencjach zmian starzeniowych z upływem czasu składowania.

Podsumowanie

Przebiegi frakcji próbek z niezgodnościami w funkcji czasu składowania mają różny charakter. Niezgodności klasy A wykazały liniowy charakter rosnący dla zapłonników KW-5U i KW-13, natomiast dla zapłonników KW-4 niewielką tendencję rosnącą zmian. W zapłonnikach KW-13U niezgodności tej klasy wystąpiły tylko w 11-stym roku składowania.

Niezgodności klasy B wykazały liniowy charakter rosnący dla zapłonników KW-4 i KW-13 oraz malejącą tendencję zmian dla zapłonników KW-5U. W zapłonnikach KW-13U nie wystąpiły.

Niezgodności klasy C wykazały niewielką tendencję rosnącą zmian w zapłonnikach KW-4, KW-5U, KW-13. W zapłonnikach KW-13 wystąpiła malejąca tendencja zmian.

Niezgodności klasy D wykazały liniowy charakter malejący dla zapłonników KW-4, KW-5U oraz rosnącą tendencję zmian dla zapłonników KW-13 i KW-13U.

Z różnego charakteru przebiegu zależności frakcji próbek z niezgodnościami poszczególnych klas trudno wyciągnąć wnioski o dominującym wpływie tej czy innej klasy na procesy starzeniowe. W większości obserwujemy rosnący charakter zmian niezgodności z upływem czasu składowania. W przypadku spadku frakcji próbek można przypuszczać, że ze zbioru były usuwane partie z niezgodnymi zapłonnikami ze względu na występowanie danego typu niezgodności. W niektórych typach zapłonników można zaobserwować prawidłowość przechodzenia niezgodności jednej klasy w drugą. Część niezgodności B związana z niezawodnością działania przeszła w niezgodności klasy A ($B \rightarrow A$). Podobna zależność wystąpiła dla niezgodności decydujących o zmianach starzeniowych ($D \rightarrow C$).

3. Synteza

Przeprowadzona analiza potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości zbioru składowanych partii zapłonników ulega pogorszeniu wraz z upływem czasu składowania. Nie zawsze analiza korelacji i regresji wykazuje na występowanie zależności liniowej, wykreślone proste przebiegu frakcji traktowano wtedy jako wskazanie pewnego trendu – kierunku zmian.

Analizowane przebiegi frakcji decyzji dodatnich zapłonników wykazały spadek frakcji z upływem czasu składowania, co jest jednoznaczne ze wzrostem decyzji ujemnych, które otrzymały partie zapłonników niezgodne z wymaganiami w zakresie stanu jakościowego.

Badane zależności frakcji decyzji dodatnich w zależności od cyklu badania wykazały, dla wszystkich typów zapłonników uderzeniowych, spadek frakcji decyzji dodatnich w zależności od cyklu badania. W kolejnych cyklach badań usuwane były, z populacji składowanych zapłonników, partie niezgodne z wymaganiami, jakość zbioru ulegała poprawie.

W niektórych typach zapłonników obserwuje się przechodzenie niezgodności jednej klasy w drugą. Część niezgodności klasy B związanych z nieodpaleniem zapłonnika po 1 – szym lub 2 – gim spuście iglicy „przechodzi” w niezgodności klasy A, czyli w niewypały. Obserwujemy także przechodzenie niezgodności klasy D, związanych ze zmianami korozyjnymi o „mniejszej intensywności” – w zmiany korozyjne o „większej intensywności” tj. niezgodności klasy C.

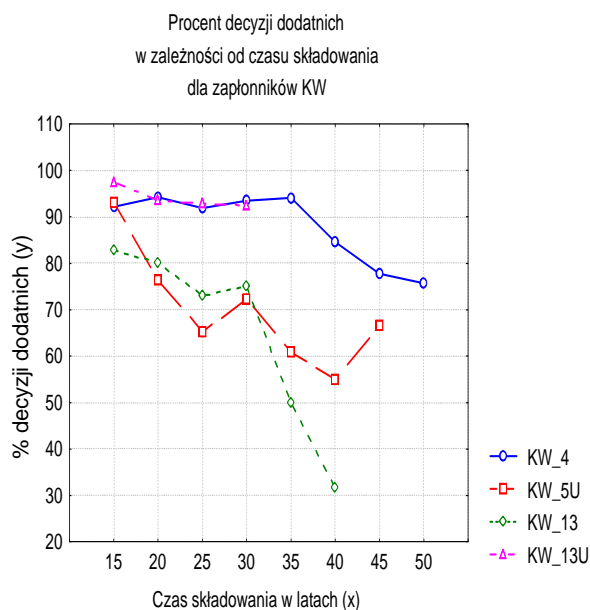
Występujące w klasach C i D niezgodności związane z „mniejszym” lub „większym” zawilgoceniem podsypki i kostki prochowej występowały sporadycznie. Nie miały więc istotnego udziału w procesach starzeniowych.

O wysokiej jakości składowanych partii zapłonników świadczy fakt, że nie wybuchł żaden zapłonnik podczas badania bezpieczeństwa.

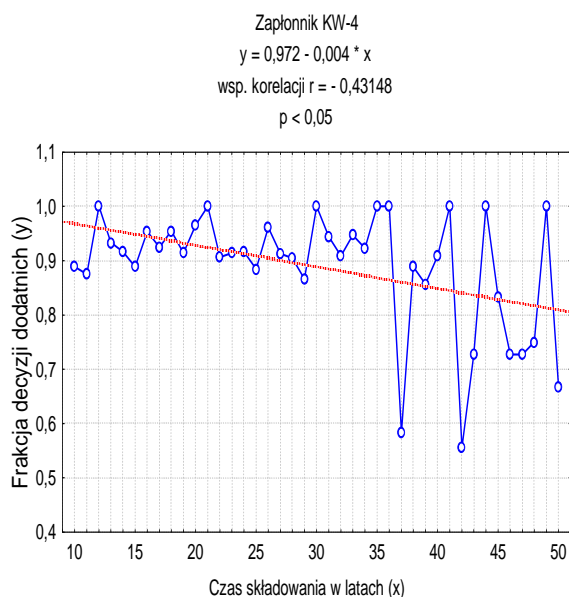
Mimo tego, że we wszystkich badanych zapłonnikach bada się te same lub podobne właściwości i prowadzi takie same badania, to wpływ czasu składowania na zachowanie się poszczególnych właściwości jest różny w różnych typach zapłonników. Występowanie poszczególnych klas niezgodności z większym lub mniejszym nasileniu w badanych próbkach zapłonników w funkcji czasu składowania, świadczy o zachodzących procesach starzeniowych i o ich wpływie na bezpieczeństwo i niezawodność działania.

4. Wnioski

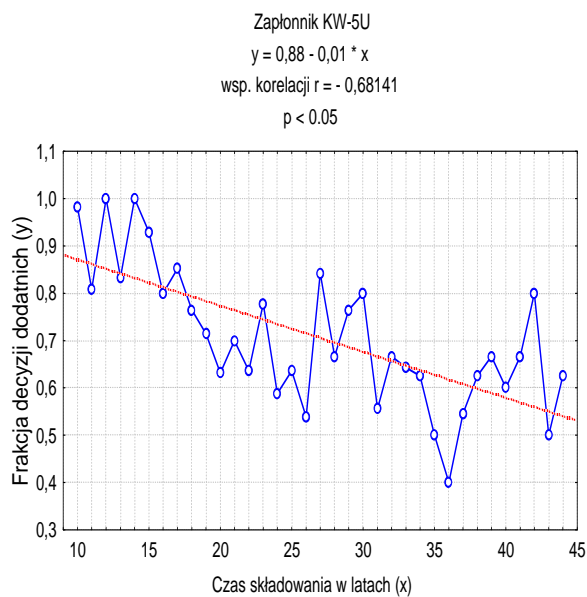
- Poziom jakości zbiorów składowanych zapłonników ulega pogorszeniu wraz z upływem czasu składowania.
- Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych pozwala na określenie stanu bezpieczeństwa i niezawodności działania zapłonników oraz na wyeliminowanie partii niezgodnych z wymaganiami, niebezpiecznych i zawodnych, jak też stwierdzenie o ich dalszej przydatności do użytkowania i składowania.
- W wyniku usuwania partii niezgodnych z wymaganiami ze składowanego zbioru, poziom jego jakości poprawia się lub utrzymuje na stałym dobrym poziomie jakościowym.
- Zapłonniki przez dziesięciolecia wykazują wysoki stopień bezpieczeństwa i niezawodności działania po upływie okresu gwarancji producenta. Należy tylko we właściwym czasie wyszukać i wyeliminować partie zapłonników niebezpiecznych i zawodnych.



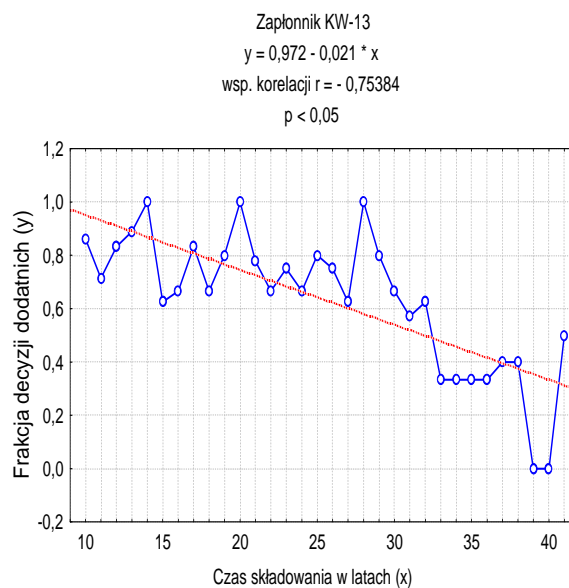
Rys.1 Procent decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania do chwili badania dla zapłonników uderzeniowych.



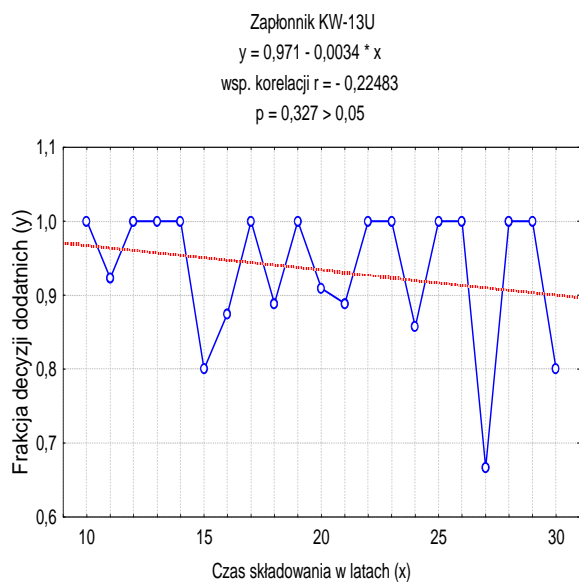
Rys.2 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tę zależność dla KW-4.



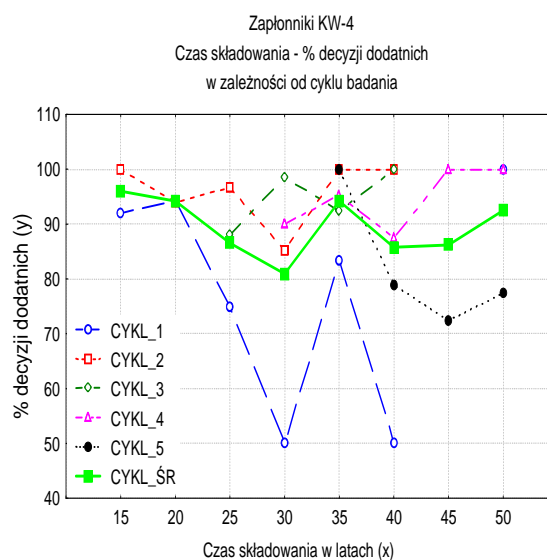
Rys. 3 Wykres zależności między czasem Składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tę zależność dla KW-5U.



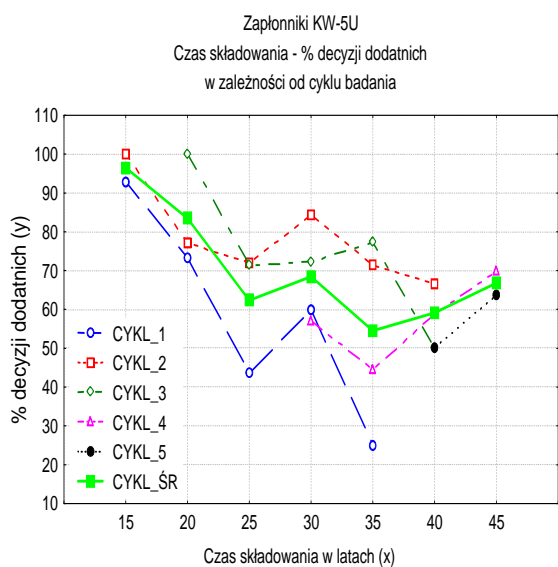
Rys.4 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tę zależność dla KW-13.



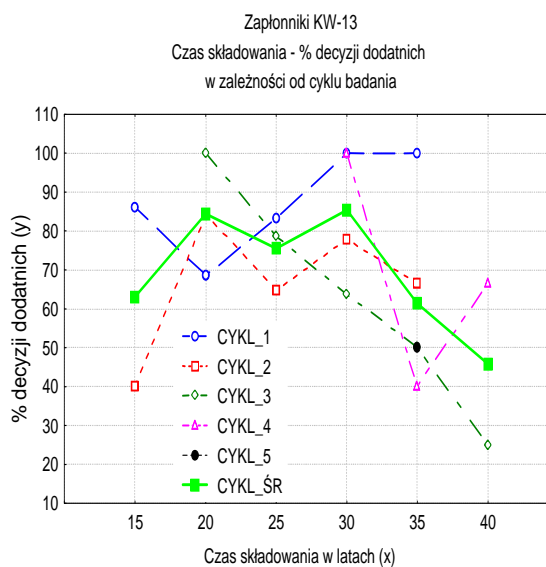
Rys. 5 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linia regresji opisująca tą zależność dla KW-13U.



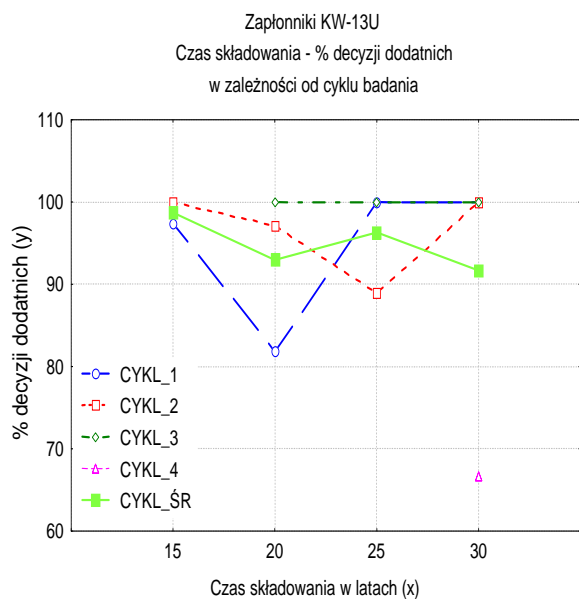
Rys.6 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla KW-4.



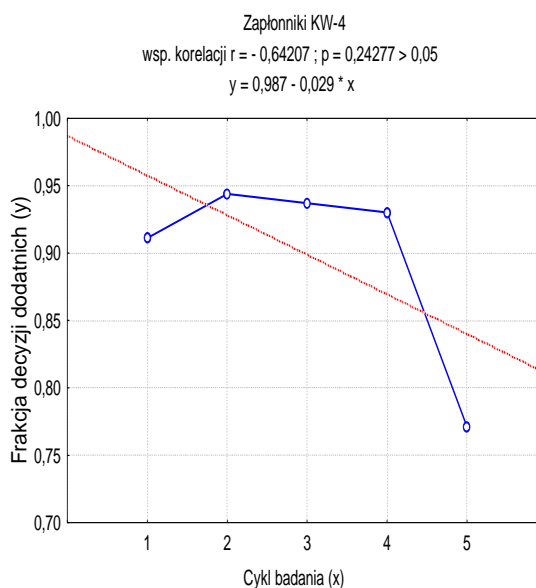
Rys. 7 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla KW-5U.



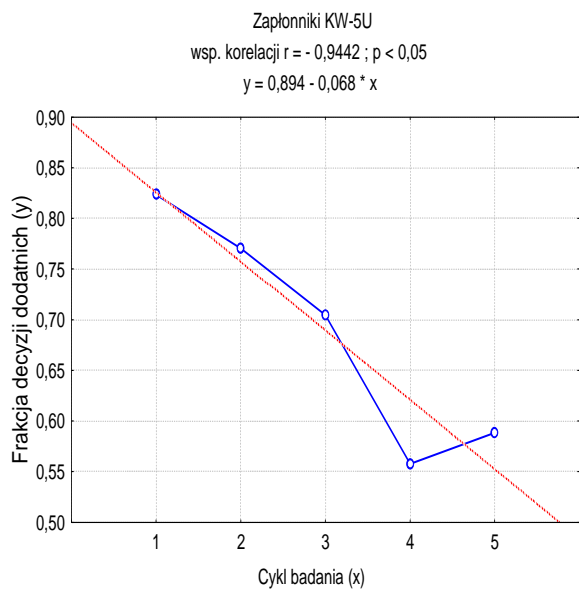
Rys.8 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla KW-13.



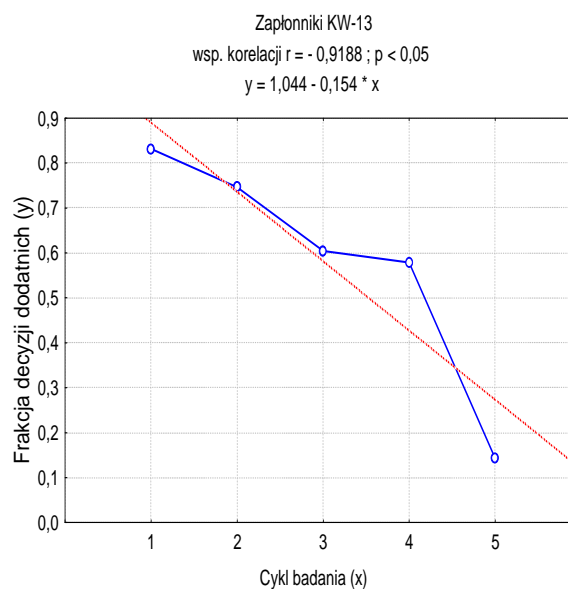
Rys. 9 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla KW-13U.



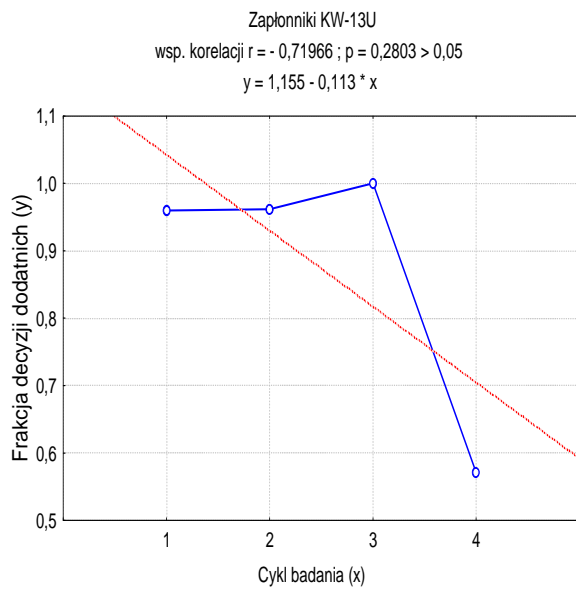
Rys.10 Linia regresji dla zależności pomiędzy cyklem badania i frakcją decyzji dodatnich dla KW-4.



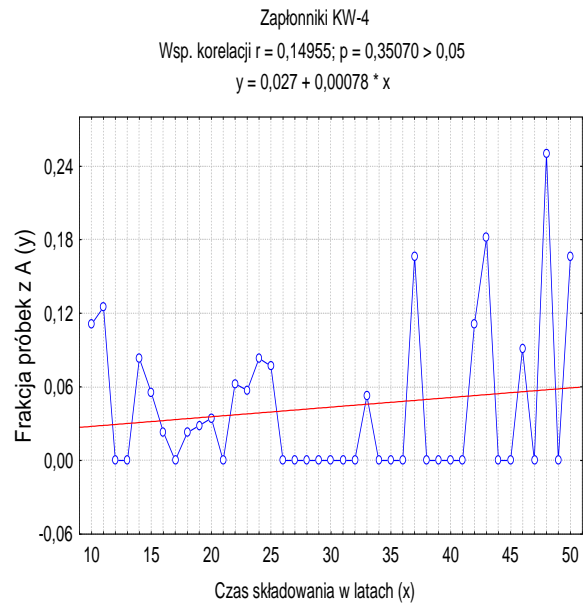
Rys. 11 Linia regresji dla zależności pomiędzy cyklem badania i frakcją decyzji dodatnich dla zapłonników KW-5U.



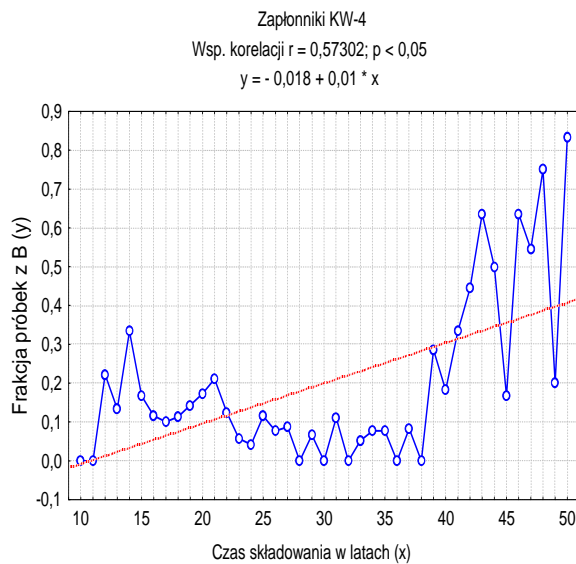
Rys.12 Linia regresji dla zależności pomiędzy cyklem badania i frakcją decyzji dodatnich dla zapłonników KW-13.



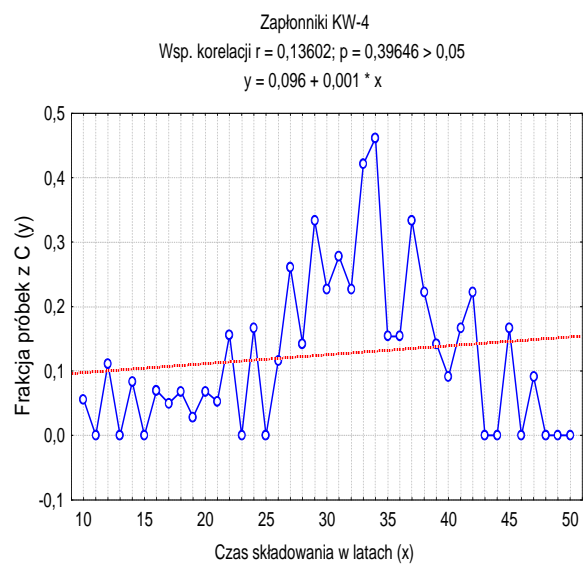
Rys. 13 Linia regresji dla zależności pomiędzy cyklem badania i frakcją decyzji dodatnich dla zapłonników KW-13U.



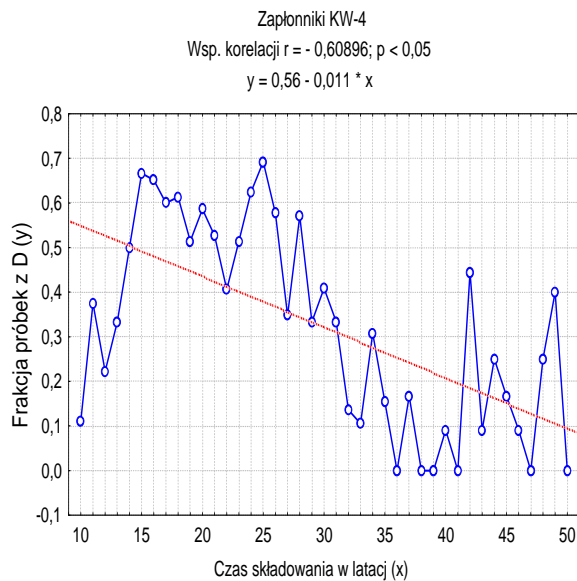
Rys.14 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją z niezgodnościami klasy A oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-4.



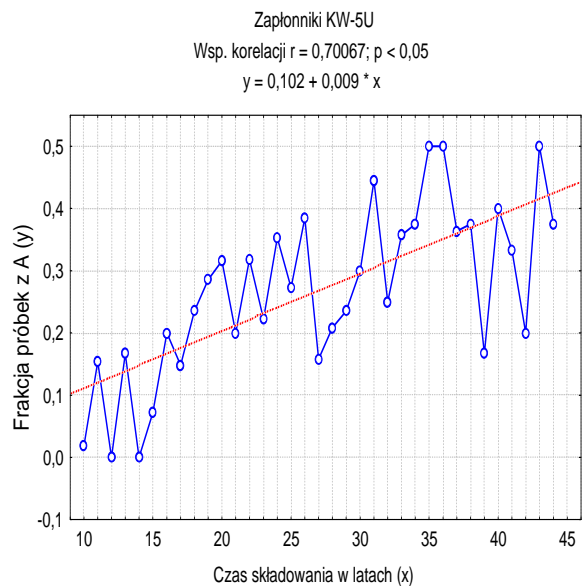
Rys. 15 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy B oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-4.



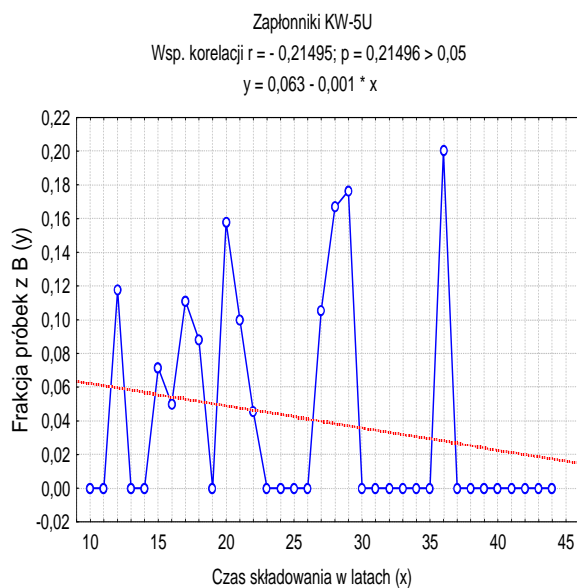
Rys. 16 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-4.



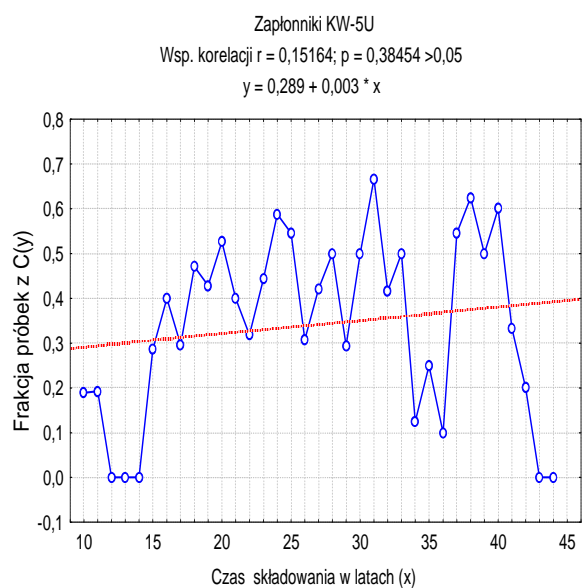
Rys. 17 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy D oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-4.



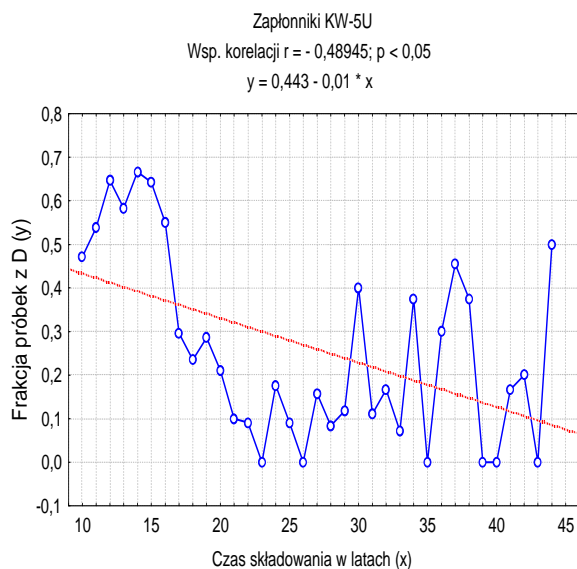
Rys. 18 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-5U.



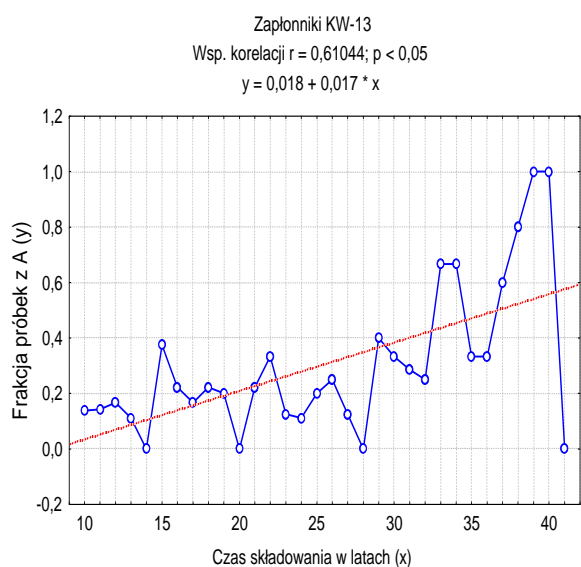
Rys. 19 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy B oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-5U.



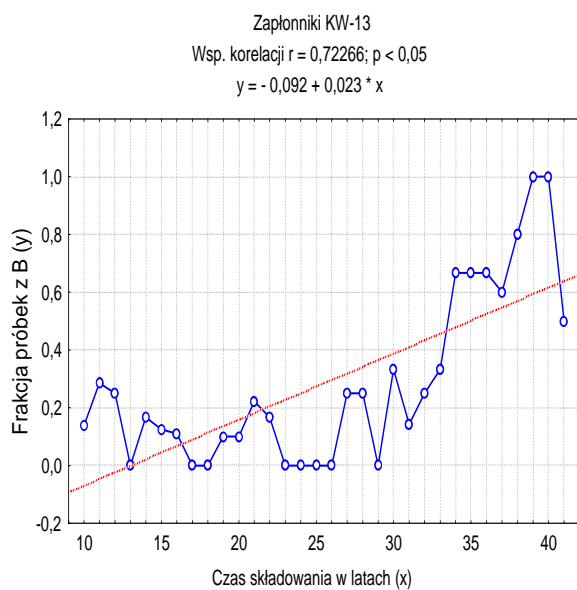
Rys. 20 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-5U.



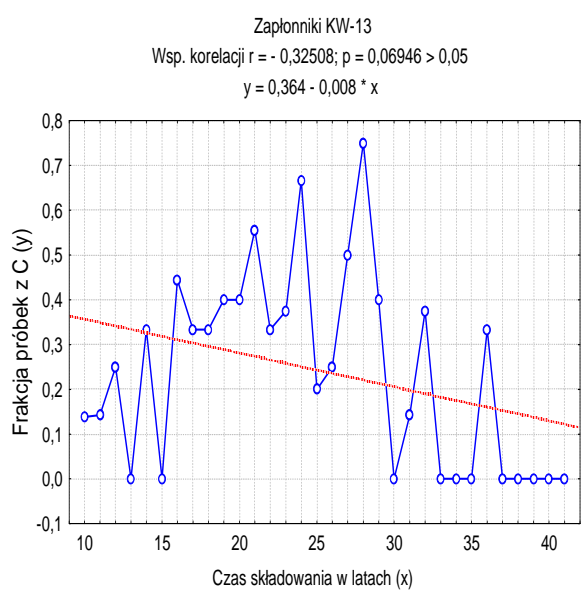
Rys. 21 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy D oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-5U.



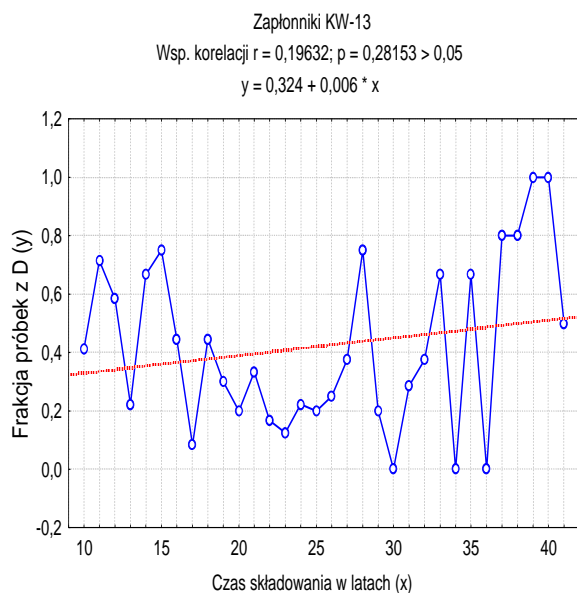
Rys. 22 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-13.



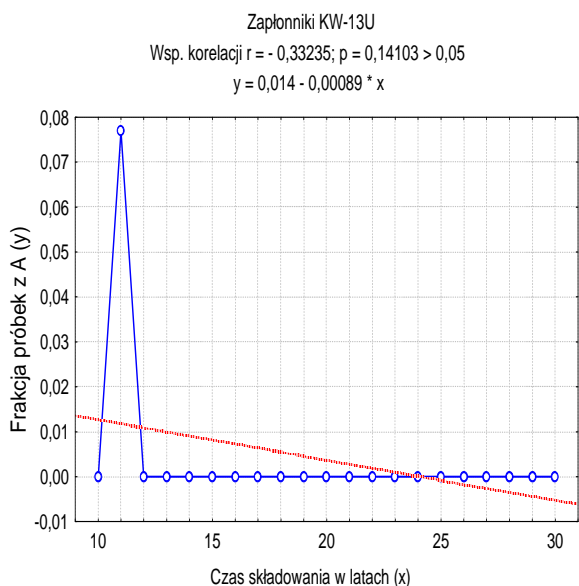
Rys. 23 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy B oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-13.



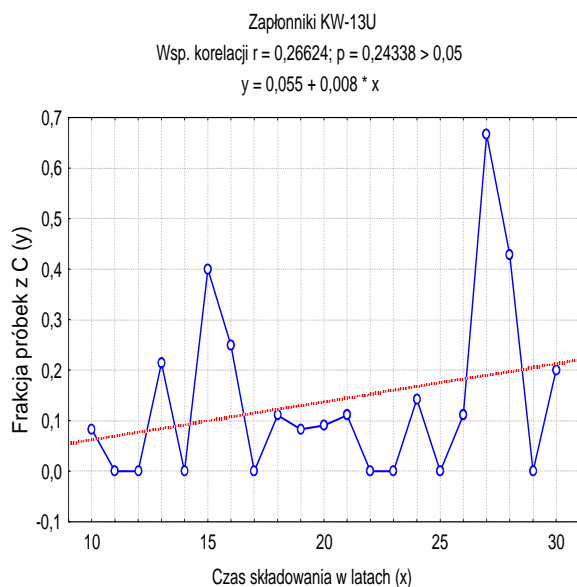
Rys. 24 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C oraz linią regresji opisującą tę zależność dla zapłonników KW-13.



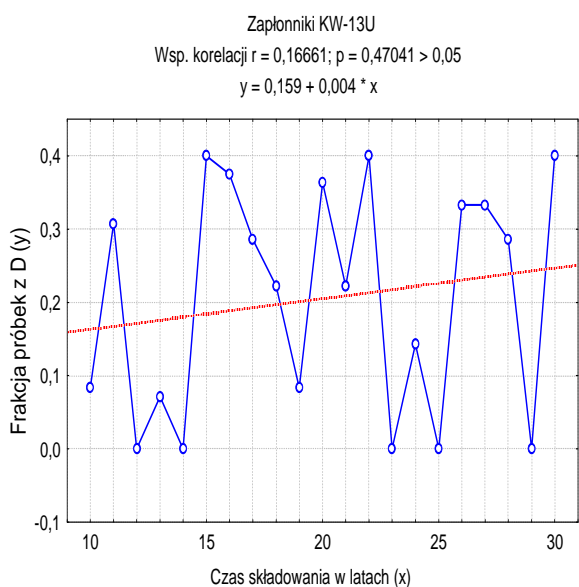
Rys. 25 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy D oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-13.



Rys. 26 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy A oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-13U.



Rys. 27 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy C oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-13U.



Rys. 28 Wykres zależności pomiędzy czasem składowania do chwili badania i frakcją próbek z niezgodnościami klasy D oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapłonników KW-13U.

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] Krzysztofik M., Urbanek D. – Metody statystyczne – WNT Warszawa 1981 r.;
- [4] Sprawozdania z badań amunicji po długoletnim składowaniu – Archiwum WITU.
- [5] Statistica '98 Edition;
- [6] Stepień L, Ampuła D., Piecuch M. – Analiza stanu technicznego wybranych typów zapalników po długoletnim przechowywaniu – PTU 1 / 2008 Zeszyt 105 WITU;
- [7] Zbiory wyników badań zapłonników, znajdujące się w Zakładzie Badań Środków Bojowych WITU.

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

THE TECHNICAL CONDITION ANALYSIS OF IGNITION ELEMENTS AFTER LONG-TIME STORAGE

In this article there was presented statistical analysis of research results of strike ignition elements in the long-time storage process. There was analysed the influence of storage time on decisions connected with the quality of the lots after research and the influence of research cycle on quality decisions. The time storage influence analysis on occurrence of inconsistencies characterizing safety and reliability of performance and processes of ignition elements natural ageing. The conducted analysis confirms assumptions, that quality level of the storage ignition elements deteriorates with storage time. Systematic conducting diagnostic research allows eliminating of lots inconsistent with requirements, dangerous and fail and also making statement about their further usefulness to use and storage. The performed analysis is essentially relevant to modify the research methodology of the ignition elements.