



ANALIZA STANU TECHNICZNEGO ZAPALNIKÓW TYPU MG PO DŁUGOLETNIEM PRZECHOWYWANIU

ANALYSIS OF TECHNICAL CONDITION OF MG TYPE FUSES AFTER LONG TIME STORAGE

Dariusz AMPUŁA

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia
Military Institute of Armament Technology

Streszczenie: Przedstawiono analizę statystyczną wieloletnich wyników badań artyleryjskich zapalników głowicowych 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 oraz na niezgodności charakteryzujące stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia. Przeanalizowano wpływ cykli badania na występowanie niezgodności w ustalonych klasach oraz na kolejne decyzje jakościowe. Analiza potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości zbioru składowanych zapalników głowicowych może ulegać polepszeniu wraz z wpływem czasu składowania. Tylko niektóre rodzaje analizowanych zapalników w poszczególnych rozpatrywanych przypadkach, wykazują wzrastającą tendencję występujących niezgodności. Przyczyną takiej sytuacji może być zbyt mała liczba przeprowadzonych badań diagnostycznych. Ogólnie można przyjąć, że prowadzone badania diagnostyczne mogą zwiększać poziom jakości zbioru składowanych partii analizowanych zapalników głowicowych.

Przeprowadzona analiza może mieć istotne znaczenie dla modyfikacji metodyki badań zapalników artyleryjskich.

Słowa kluczowe: składowanie, niezgodności, cykl badania, decyzja, badanie, właściwości.

Abstract: A statistical analysis of results of tests that had been carried out for many years on artillery head fuses as representative to examine the influence of natural ageing process on quality indicators during long-time storage is presented in this article.

There was analyzed the influence of storage time on decisions connected with the quality of the lots after tests and on inconsistencies characterizing the advancement level of the natural ageing process. An analysis of influence of testing cycles on occurrence of inconsistencies in specific categories and on the next quality decisions was carried out.

The conducted analysis confirms assumptions that the quality level of the set of the stored head fuses can improve with storage time. Only some kinds of analyzed fuses in individually considered cases show an increasing tendency of existing inconsistencies. The small quantity of conducted diagnostic tests can be a cause such situation. Generally, it can be assumed that conducted diagnostic tests can improve the quality level of stored lots of analyzed head fuses.

The performed analysis can be essential for modifying test methodology of artillery fuses.

Keywords: storage, inconsistencies, testing cycle, decision, test, properties.

1. Wstęp

Zapalniki artyleryjskie [1] są to precyzyjne elementy amunicji przeznaczone do inicjowania działania pocisków w celu lub na torze lotu w czasie założonym konstrukcyjnie lub zaprogramowanym przed wystrzałem. Spełniają one również funkcje zabezpieczające przed niekontrolowanym wybuchem. Prawie wszystkie zapalniki wyposażone są w urządzenia służące do zapalenia (pobudzenia) spłoniek uruchamiających łańcuch ogniowy oraz większość z nich wyposażona jest w mechanizmy zabezpieczające. Ponadto w skład zapalników mogą wchodzić urządzenia i mechanizmy działania bocznego, nastawcze, uzbrojenia i działania odległościowego, działania opóźnionego, zapalające lub pobudzające oraz samolikwidacji.

Uzbrojeniem zapalnika [2] nazywa się proces polegający na wzajemnym przesunięciu poszczególnych jego części i mechanizmów w wyniku czego staje się on gotowy do działania. Uzbrojenie zapalnika może nastąpić między innymi pod wpływem siły bezwładności, powstającej wskutek przyspieszeń osiowych i kątowych pocisku, pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego lub aerodynamicznego lub na sygnał dany przez strzelającego w wyniku prostych czynności mechanicznych, jak np. wyjęcie przetyczki zabezpieczającej itp. W niektórych rodzajach amunicji uzbrojenie zapalnika jest równoczesne z jego działaniem (np. w granatach ręcznych).

W pociskach amunicji artyleryjskiej i raketowej uzbrojenie zapalnika może nastąpić bezpośrednio po wylocie pocisku z lufy lub zejściu z prowadnic, w pewnej odległości od działa czy wyrzutni, w chwili uderzenia pocisku w przeszkodę lub w chwili gdy pocisk znajduje się w tzw. obszarze krytycznym zbliżenia do celu.

Analizie statystycznej poddano zapalniki typu MG-25, MG-37 oraz MG-57. Były one stosowane w 23 mm nabojach, 37 mm nabojach oraz w 57 mm nabojach. Do analizy wytypowano trzy różne typy zapalników głowicowych, które były najliczniej badane oraz stosowane w amunicji artyleryjskiej mniejszego kalibru. Wykonana analiza obejmuje wszystkie dotychczasowe wyniki badań laboratoryjnych zapalników jakie zostały wykonane do końca 2010 r.

1. Introduction

Artillery fuses [1] are precise elements of ammunition designated to initiate action of projectiles in the target or on the flying path in the time assumed constructively or programmed before the shot. They also fulfill protecting function against the uncontrolled explosion. Nearly all fuses are equipped with protecting mechanisms and devices used to ignite (stimulate) primers which start fire chain. Moreover, the fuses can consist of devices and mechanisms of side action, and for setting, arming and distance action, delayed action, incendiary or initiating and self-liquidation.

The arming of fuse [2] is called a process of mutual shifting of its particular parts and mechanisms what makes it become ready to action. The arming of a fuse can happen under influence of inertia force arising as a result of axial and angular accelerations of projectile, under influence of hydrostatical or aerodynamic pressure or after a signal given by a shooter in the result of simple mechanical operations as e.g. extraction of protecting pricker, etc. In some kind of ammunition the arming of fuse is simultaneous with its acting (e.g. in hand grenades).

In the projectiles of artillery and rocket ammunition the arming of the fuse can happen directly after leaving the barrel or the launcher, or in certain distance from cannon or launcher, or in the moment the projectile hits an obstacle, or in the moment when the projectile is in so-called critical area near the target.

Fuses MG-25, MG-37 and MG-57 were subjected to statistical analyses. They were applied in 23 mm cartridges, 37 mm cartridges and in 57 mm cartridges. Three various types of head fuses, which were in the great number tested and were applied in the artillery ammunition the smaller caliber, were chosen to analysis. The executed analysis encloses all laboratory test results of fuses received to the end of 2010.

2. Właściwości zapalników

Głównymi cechami według [1] 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 zapalników to ogólna właściwość obejmująca (z określonym prawdopodobieństwem) inicjowanie działania pocisku, rakiety i kontrolowanie działania w celu lub jego pobliżu oraz samolikwidację zgodną z programem.

Trwałość zapalników traktowana jako odporność na warunki występujące podczas ich eksploatacji, jest to zachowanie bezpieczeństwa i wymaganej niezawodności działania zapalników 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 oraz podczas i po konserwacjach, obsługiwniach, regulacjach i naprawach.

Ogólnie badaniom według [3] podlega bezpieczeństwo podczas użytkowania, składowania, transportu, obsługi i napraw oraz niezawodność działania zapalników. Szczegółowo natomiast bada się następujące właściwości (cechy) jak: 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

2. Properties of fuses

The general features [1] characterizing fuses are following: safety, the reliability of acting and durability that is resistance on conditions of exploitation. There are following specific features: the safety guaranteed during production of details and units, assembling, control and acceptance tests and during transportation. In the exploitation process – during shooting, long time storage, maintenance works, adjustments, repairs, loading, unloading and transportation by different land, water and aerial platforms.

Fuse reliability of action is a general property including (at a specific probability) the initiation of projectile or rocket action, and control of acting in the target or its vicinity, and programmed self-liquidation.

The durability of fuses treated as resistance on conditions existing during exploitation consists of securing the safety and required reliability of fuses action during long-time storage in store-houses, under shelters and in fighting vehicles at natural atmospheric changes – temperature and moisture, and after dislocations, loading and unloading on transport vehicles and during and after maintenance works, services, adjustments and repairs.

In general according to [3] the safety during use, storing, transportation, services and repairs, and reliability of fuse action have to be tested. Detailed tests are carried out for following properties (features): resistance on corrosion, correctness of assembly, sensibility and ignition abilities of incendiary primers, sensibility and initiating abilities of stimulant primers, initiating action of retarders, time of action (burning) pyrotechnical retarders, safety pins, self-liquidators, powder paths, relays etc., time of acting mechanical timing units (clock mechanisms), action of devices and mechanisms for protecting, arming, delaying and self-liquidation, the endurance of parts and connections having influence on safety and reliability of fuse action, reliability of

działania łańcucha ogniowego zapalników, parametry elektryczne w zapalnikach elektrycznych i elektronicznych, trwałość chemiczna materiałów wybuchowych, kwasowość materiałów wybuchowych.

Badane właściwości zapalników według [3] podzielono na cztery klasy ważności: A, B, C i D. Klasy C i D charakteryzują bezpieczeństwo i niezawodność działania, klasy A i B charakteryzują stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia.

3. Analiza jakości zapalników

Analizie statystycznej poddano wyniki badań diagnostycznych próbek pochodzących ze składowanych partii zapalników następujących typów: z zapalników MG-25, z zapalników MG-37 oraz z zapalników MG-57.

Zbiory wyników badań ww. zapalników są najliczniejsze i reprezentatywne dla tego typu zapalników. Badania diagnostyczne zapalników przeprowadzono zgodnie z obowiązującą do końca 2010 roku metodyką [3]. Celem tej analizy jest poznanie procesów naturalnego starzenia zapalników oraz wpływu tych procesów na ich wskaźniki jakościowe.

W praktyce statystyczne badanie zależności jednego czynnika na inny sprowadza się do badania zależności między tymi czynnikami. W artykule przedstawiono jedynie najistotniejsze zależności, które pokazują wzajemną relację analizowanych wielkości.

Do analizy statystycznej zastosowano metody analizy regresji i korelacji liniowej pozwalające na ocenę i określenie charakteru zależności. Wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie statystyczne [4]. Ze względu na obszerność artykułu, nie przedstawiono tabel z danymi źródłowymi, które dostępne są u autora opracowania. Nie przedstawiono również wszystkich opracowanych wykresów. Przeanalizowano w artykule jedynie te, które są najistotniejsze.

4. Czas składowania a decyzje diagnostyczne

Najbardziej ogólnym wskaźnikiem jakości składowanych partii zapalników jest decyzja dotycząca tej partii, podjęta po zbadaniu po-

action of fuse fire chain, electric characteristics in electric and electronic fuses, chemical durability of explosives, acidity of explosives.

Tested proprieties of fuses according to [3] were divided on four classes of validity: A, B, C and D. Classes C and D characterize safety and reliability of acting, classes A and B characterize stage of advancement of natural aging process.

3. The quality analysis of fuses

Diagnostic tests results of samples taken from stored lots of fuses MG-25, MG-37 and MG-57 were subjected to statistical analysis.

The sets of test results of above mentioned fuses are the most numerous and representative for this type of fuses. The diagnostic tests of fuses were conducted according to the methodology binding to the end of 2010 [3]. The aim of this analysis is to recognize the natural aging process of fuses and influence of these processes on their qualitative coefficients.

In practice the statistical investigation of influence that one factor has on another one is a study of mutual dependence between these factors. The most essential dependences which show mutual relations of analyzed values are presented in the article.

The methods of regress analysis and linear correlation were used for statistical analysis to estimate and define the character of dependence. The specialized statistical software was used [4]. Because of the article size the tables with raw data are not presented in it but they are available at the author. There are also not all elaborated graphs included. There are analyzed in the paper only the most essential ones.

4. Storing time and diagnostic decisions

The most general indicator of quality for stored lots of fuses is a decision referring to this lot that is taken after testing the samples

chodzącej 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, a więc decyzje o zgodności partii z wymaganiami oraz jej zdatności do użytku i składowania przez kolejne lata. Decyzje dodatnie mówią nam, że badana partia zapalników jest zdatna do dalszego składowania przez następnych pięć lub trzy lata. Po tym okresie partie te powinny być ponownie badane. Do podzbioru decyzji ujemnych zaliczono wszystkie pozostałe decyzje podiagnostyczne.

W analizie nie uwzględniono wyników badań strzelaniem, ponieważ w badaniach tych obowiązują inne kryteria oceny partii zapalników. Zatem wyniki tych badań nie są porównywalne bezpośrednio z wynikami badań laboratoryjnych i nie tworzą z nimi zbiorów jednorodnych.

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 ich właściwości.

Przy badaniu charakteru tej zależności przyjęto, że zmienną zależną jest frakcja (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 zapalnika.

Na rysunkach 1 ÷ 3 przedstawiono frakcje decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania. Na podstawie krzywych łamanych reprezentujących poszczególne typy zapalników można stwierdzić, że wraz ze zmianą czasu składowania występuje tendencja zmiany frakcji decyzji dodatnich.

Przebiegi krzywych dla wszystkich trzech typów zapalników wskazują na istnienie ten-

originating from the lot. For the aims of the present analysis the set of all decisions is divided on two subsets: the subset of positive decision and the subset of negative decision. The subset of positive decision includes decisions B5 and B3 that are decisions about compatibility of the lot with requirements and its suitability for using and storing in the future. Positive decisions tell us, that tested lot of fuses can be stored by next five or three years. These lots should be tested again after this period. All remaining diagnostic decisions belong to the subset of negative decisions.

In the analysis the results of shooting tests were not taken into account because in these tests different criterions have to be observed to evaluate lots of fuses. Therefore, the results of these tests are not directly comparable with laboratory test results and do not create with them homogeneous sets.

It was accepted, that the quality of a whole lot set for given kind of fuses in a given moment of testing can depend on the storing period of individual lots of this set and on decisions concerning the quality of these lots undertaken in the result of their previous diagnostic tests. The existence of aging changes of fuses that can cause the formation of inconsistencies on account of their individual proprieties is caused by the impact of storing time.

It was accepted at investigating the character of this dependence that dependent variable is a fraction (percentage) of undertaken positive decisions. Then the fraction is a relation of undertaken positive decisions to the general number of decisions. As the independent variable it was accepted the storing time to the moment of considered testing. This time is counted in years as difference between the year of a given test and year of manufacture of tested fuse lot.

Figures 1 ÷ 3 show graphs of fractions of positive decisions in the function of the storing time. It can be stated on the basis of broken curves representing individual types of fuses that along with the time of storing there is a tendency of changing fraction of positive decisions.

The graphs for all three types of fuses show the existence growing tendency i.e.

dencji rosnącej tzn. następuje wzrost frakcji decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania. Współczynniki korelacji liniowej wynoszą $r=0,1273$ dla zapalników MG-25, $r=0,3377$ dla zapalników MG-57 oraz $r=0,3767$ dla zapalników MG-37. Wielkości te są dodatnie, więc upływ czasu składowania powoduje polepszenie się frakcji podejmowanych decyzji dodatnich. Wystąpiło polepszenie się stanu jakościowego składowanych zbiorów zapalników.

5. Cykl badania a decyzje diagnostyczne

Badania diagnostyczne powinny być prowadzone systematycznie, dzięki czemu może to być czynnikiem mającym wpływ na jakość długotrwale składowanych zbiorów zapalników. W wyniku tych badań ze zbioru usuwane są partie niezgodne z wymaganiami. W konsekwencji w kolejnych cyklach badawczych jakość zbioru partii zapalników powinna ulegać poprawie. W celu pełniejszego zbadania tego zjawiska przeprowadzono analizę zależności frakcji (procentu) decyzji dodatnich od czasu składowania w kolejnych cyklach badania. Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania, a jako zmienną zależną procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badawczych. Na rysunkach 4÷6 wykreślono otrzymane procenty decyzji dodatnich dla kolejnych cykli badania w zależności od czasu składowania odpowiednio dla wszystkich typów zapalników rozpatrywanych w tej analizie.

Zapalniki typu MG-25 badane były w pięciu cyklach badawczych, MG-37 w sześciu cyklach natomiast zapalniki MG-57 aż w ośmiu cyklach badawczych. W celu bardziej wyraźnego zobrazowania wyników badań odwrócono tendencyjnie skalę wartości wielkości zmiennej niezależnej czyli czasu składowania.

W przypadku zapalników MG-25 (rys. 4) w pierwszym cyklu badawczym występuje tendencja do zmniejszania się procentu decyzji dodatnich wraz ze wzrostem czasu składowania. W pozostałych cyklach badawczych widać tendencję zwiększania się procentu decyzji dodatnich wraz z upływem czasu składowania. W cyklu piątym mamy za małą ilość obserwacji, aby można było wysnuć rozsądne wnioski badawcze.

Natomiast w zapalnikach MG-37 (rys. 5)

there is a growth of fraction of positive decisions that depends on storing time. The coefficients of linear correlation are equal $r=0.1273$ for MG-25 fuses, $r=0.3377$ for MG-57 fuses and $r=0.3767$ for MG-37 fuses. These values are positive, so the passage of storing time causes an enhancement in the fraction of undertaken positive decisions. Therefore it was an improvement of quality condition of stored fuses sets.

5. Cycle of testing and diagnostic decisions

The diagnostic tests should be carried out systematically as it can be a factor influencing the quality of long stored sets of fuses. The lots discordant with the requirements are removed from the set in the result of these tests. In the result the quality of the set of lots of fuses has to be improved in the next testing cycles. In order to get a bit more complete picture of the phenomenon an analysis of dependence between a fraction (percentage) of positive decisions and storing time in consecutive testing cycles was conducted. As independent variable it was taken the storing time and as dependent variable the percentage of positive decisions in the individual testing cycles. Received percentages of positive decisions for consecutive testing cycles depending on storing time respectively for all types of fuses considered in this analysis are presented on figures 4÷6.

The fuses MG-25 were tested in five testing cycles, MG-37 in six testing cycles and MG-57 fuses in as many as eight testing cycles. The scale of values for the independent variable of storing time was specially reversed in order to show in better way tests results.

In the case of MG-25 fuses (fig. 4) in the first testing cycle there is a tendency of reducing the percentage of positive decisions with the growth of storing time. But in remaining testing cycles there is an increasing tendency for the percentage of positive decisions along the passage of storing time. There is a bit small amount of observations in the fifth cycle to infer reasonable conclusions on tests.

występuje tendencja spadkowa w pierwszym i drugim cyklu badawczym. W pozostałych cyklach badawczych jest lekka tendencja wzrostową.

W przypadku zapalników MG-57 (rys. 6) występuje podobna tendencja zmian jak w przypadku zapalników MG-37. Siódmy i ósmy cykl badawczy nie może być rozpatrywany z uwagi na zbyt małą liczbę badań wykonanych w tych cyklach badawczych.

6. Zależność cyklu badania od niezgodności

Podczas prowadzenia badań, partia zapalników zbadana w pierwszym cyklu po 10 latach składowania, nie zawsze jest badana w 2-gim cyklu w 16-tym roku składowania. Także pierwszy cykl często jest rozpoczynany w różnych latach składowania. Głównie wiązało się to do tej pory z przydzielaniem corocznie coraz mniejszych środków finansowych na badania elementów amunicji. W analizie tej podjęto próbę określenia występowania niezgodności poszczególnych klas w zależności od kolejnego cyklu badania.

Na rysunkach 7÷18 przedstawiono frakcje partii zapalników, w których wystąpiły niezgodności poszczególnych klas w zależności od cyklu badania. Na rysunkach tych, w celu dokładniejszego zobrazowania, wykreślono linie regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami poszczególnych klas analizowanych zapalników.

Na rysunkach 7÷10 przedstawiono wykres zależności frakcji niezgodności klasy A, B, C i D od cyklu badania dla zapalników MG-25. Jak widać z wykresów niezgodności wystąpiły podczas badania tych zapalników w pięciu cyklach badawczych dla niezgodności klasy A oraz w trzech cyklach badawczych dla niezgodności klasy B, C i D. Ujemna wartość współczynnika korelacji oraz przebieg linii regresji w niezgodnościach klasy C świadczy o fakcie zmniejszania się frakcji partii z niezgodnościami klasy C w miarę upływu czasu składowania. W pozostałych klasach niezgodności, widzimy wyraźną tendencję wzrostową, o czym świadczą dodatnie wartości współczynników korelacji liniowej.

W przypadku zapalników MG-37 (rys.

There is a decreasing tendency in the first and second testing cycles for fuses MG-37 (fig. 5). The remaining testing cycles show a slightly increasing tendency.

The similar tendency of changes as in the case of MG-37 fuses happens in the case of MG-57 fuses (fig. 6). The seventh and eighth testing cycles cannot be considered as there is too small number of executed tests in these testing cycles.

6. The dependence of testing cycle on inconsistencies

During conducted tests the lot of fuses tested in the first cycle after 10 years of storing was not necessarily tested in the second cycle after 16 years of storing. The first cycle often starts in various years of storing. It was mainly related with annual lower allocation of funds for testing the ammunition elements. An attempt has been undertaken in the analysis to define the existence of inconsistencies of individual classes depending on the consecutive testing cycle.

The fractions of lots of fuses in which existed inconsistencies of individual classes depending on testing cycle are shown on the figures 7÷18. In order to get a bit more accurate image the figures have charted regress lines for dependence between testing cycle and fraction of samples with inconsistencies for individual classes of analyzed fuses.

The graphic dependence of fraction inconsistencies of classes A, B, C and D on testing cycle for MG-25 fuses was shown on the figures 7÷10. The graphs show that the inconsistencies occurred at testing these fuses in five testing cycles for inconsistencies of A class and in three testing cycles for inconsistencies of B, C and D classes. The negative value of correlation coefficient and course of the regress line in C class inconsistencies testifies that the fraction lots with C class inconsistencies decreases with the storing time. There is clear increasing tendency in the remaining classes of inconsistencies what is visible in positive values of the linear correlation coefficients.

The character of changes in individual kinds of inconsistencies is different for MG-

11÷14), charakter zmian w poszczególnych rodzajach niezgodności jest różny. Niezgodności klasy A i C mają tendencję spadkową (rys.11 i 13), natomiast niezgodności klasy B i D mają tendencję wzrostową (rys.12 i 14).

W przypadku zapalników MG-57 (rys. 15 ÷ 18) widzimy, że niezgodności klasy A mają tendencję spadkową, o czym świadczy ujemna wartość współczynnika korelacji $r=-0,9009$, natomiast wzrastają ilości frakcji z niezgodnościami klasy B, C i D. Wartości współczynników korelacji wynoszą $r=0,47695$, $r=0,4142$ i $r=0,52261$.

7. Zależność czasu składowania od niezgodności

Opisana w punkcie 6 zależność występowania niezgodności od cyklu badania związana jest ściśle z czasem składowania. Kolejne 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 przedmiotem analizy jest zależność frakcji próbek z niezgodnościami należącymi do poszczególnych klas niezgodności od czasu składowania partii zapalników. Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania do chwili badania. Na rysunkach 19÷30 przedstawiono frakcje próbek z niezgodnościami poszczególnych klas dla zapalników analizowanych w tym artykule.

Na rysunkach 19÷22 przedstawiono wykresy zależności pomiędzy frakcją niezgodności poszczególnych klas w zależności od czasu składowania dla zapalników typu MG-25. W przypadku niezgodności klasy A, B i D widzimy tendencję wzrostową, co ewidentnie podkreśla fakt spadku jakości długoletnio składowanych zapalników, ze względu na te klasy niezgodności. Natomiast w przypadku niezgodności klasy C widzimy tendencję spadkową. Wartość współczynnika korelacji wynosi $r = -0,8106$.

W przypadku zapalników typu MG-37 krzywe przedstawione na rysunkach 23, 25 i 26 wskazują na tendencję spadkową frakcji

37 fuses (fig. 11÷14). The inconsistencies of A and C classes have downward tendency (fig.11 and 13), but inconsistencies of B and D classes have increasing tendency (fig.12 and 14).

In the case of MG-57 fuses (fig.15÷18) it is seen that A class inconsistencies have downward tendency what is indicated by negative value of correlation coefficient $r=-0.9009$, but there are increasing quantities of fraction with inconsistencies of B, C and D classes. The values of correlation coefficients equal to $r=0.47695$, $r=0.4142$ and $r=0.52261$.

7. The dependence between storing time and inconsistencies

Dependence between occurring inconsistencies and testing cycle presented in chapter 6 is closely connected with storing time. Consecutive testing cycles of a lot happen in later periods of storing time. This dependence is not functional because the start of the first testing cycle happens in various moments of lot storing time and moreover the time expiring between consecutive testing cycles is different for various lots of stored set. The dependence between fractions of samples with inconsistencies belonging to individual classes of inconsistencies and storing time of lots of fuses is a next subject of the analysis. As an independent variable the storing time to the moment of testing is taken. The fractions of samples with inconsistencies for particular classes for fuses analyzed in this paper were shown on the figures 19÷30.

The graphs of dependences between fractions of inconsistencies for individual classes and the storing time for MG-25 fuses are shown on the figures 19÷22. In the case of inconsistencies for A, C and D classes there are increasing tendencies what evidently underlines the fact that the quality of long stored fuses decreases in reference to these classes of inconsistencies. On the other hand there is a downward tendency in the case of C class inconsistencies. The value of correlation coefficient equals to $r = -0.8106$.

In the case of fuses MG-37 the curves shown on the figures 23, 25 and 26 indicate a downward tendency of fractions of inconsis-

niezgodności klasy A, C i D od czasu składowania. Niezgodności klasy B na rysunku 24 wykazują tendencję wzrostową, co świadczy o pogarszającym się stanie zapalników długoletnio składowanych ze względu na niezgodności klasy B. Wartość współczynnika korelacji liniowej wynosi $r=0,5485$.

Na rysunkach 27÷30 widzimy przebiegi krzywych frakcji niezgodności w zależności od czasu składowania dla zapalników MG-57. W przypadku tych zapalników dodatnie wartości współczynników korelacji liniowej dla niezgodności klasy B i D (rys. 28 i 30) mówią nam, że pogarsza się jakość zbioru partii zapalników w miarę wzrostu czasu składowania. Dla niezgodności klasy D wartość współczynnika korelacji wynosi tylko 0,1372, czyli jest to nieznaczne pogorszenie się stanu jakościowego. Ujemne wartości współczynników korelacji dla niezgodności klasy A i C (rys. 27 i 29) świadczą o poprawiającym się stanie jakościowym tych zapalników ze względu na rozpatrywane klasy niezgodności.

8. Wnioski

W przypadku wszystkich rodzajów analizowanych zapalników zależność frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania ma charakter rosnący i jest zależnością dodatnią. Przebiegi linii regresji wyraźnie wskazują na fakt polepszenia się stanu jakościowego zapalników w miarę upływu czasu składowania.

Analiza zależności frakcji niezgodności poszczególnych klas w stosunku do cyklu badania wykazała, że frakcja ta ma różny charakter zmian w zależności od rozpatrywanego typu zapalnika. Widać różne tendencje zmian niezgodności różnych klas dla analizowanych zapalników. W przypadku zapalników MG-25, tylko niezgodności klasy C mają tendencję spadkową, natomiast pozostałe wykazują tendencję wzrostową, co może świadczyć o pogarszaniu się stanu jakościowego składowanych zapalników ze względu na niezgodności tych klas. Zapalniki MG-37 wykazują zmienną tendencję zmian w zależności od rodzaju niezgodności, natomiast zapalniki MG-57 tylko w przypadku niezgodności klasy A wykazują tendencję spad-

encji for A, C and D classes along the storing time. Inconsistencies of B class on figure 24 show an increasing tendency what testifies that the condition of fuses after long storing deteriorates concerning B class inconsistencies. The value of linear correlation coefficient equals to $r=0.5485$.

The curves of fractions of inconsistencies depending on storing time for MG-57 fuses are presented on the figures 27÷30. In case of this fuses the positive values of linear correlation coefficients for B and D classes of inconsistencies (fig. 28 and 30) indicate that the quality of the set of lots of fuses worsens along the storing time. The value of correlation coefficient equals to 0.1372 for D class of inconsistencies what indicates on an considerable deterioration of quality. The negative values of correlation coefficients for A and C classes of inconsistencies (fig. 27 and 29) testify about improving quality condition of these fuses in reference to considered classes of inconsistencies.

8. Conclusions

The dependence between fractions of positive decisions and storing time has an increasing character and is a positive dependence in the case of all kinds of analyzed fuses. The courses of regress lines clearly show on the fact of enhancing the qualitative condition of fuses within the passage of storing time.

The analysis of dependences between inconsistencies fractions of individual classes and testing cycle showed that this fraction has a various character of changes depending on considered type of fuse. There are various tendencies of changes for inconsistencies of various classes for analyzed fuses. In the case of MG-25 fuses only C class inconsistencies have a downward tendency whereas the remaining ones show an increasing tendency what can testify that the qualitative condition of storing fuses deteriorates in reference to inconsistencies of these classes. MG-37 fuses show changing tendency of changes depending on the kind of inconsistencies whereas MG-57 fuses only in the case of A class inconsistencies show a

kową. W pozostałych klasach, frakcja rozpatrywanych niezgodności wzrasta.

W przypadku analizy frakcji niezgodności poszczególnych klas w zależności od czasu składowania, widzimy także różny charakter zmian rozpatrywanych niezgodności dla analizowanych typów zapalników. Zapalniki MG-25 wykazują tendencję spadkową tylko w przypadku niezgodności klasy C, natomiast w pozostałych klasach widać nieznaczne tendencje wzrostowe. Zapalniki MG-37 w trzech klasach wykazują tendencję spadkową (A, C i D) a zapalniki MG-57 w dwóch klasach (A i C), przy czym niezgodności klasy D mają bardzo nieznaczną wartość wzrostu.

Można stwierdzić, że w wyniku prowadzonych badań diagnostycznych usuwane są ze składowanego zbioru partie zapalników typu MG niezgodne z wymaganiami, dzięki temu może poprawiać się poziom ich jakości lub utrzymywać na stałym dobrym poziomie jakościowym umożliwiającym ich bezpieczną i niezawodną eksploatację.

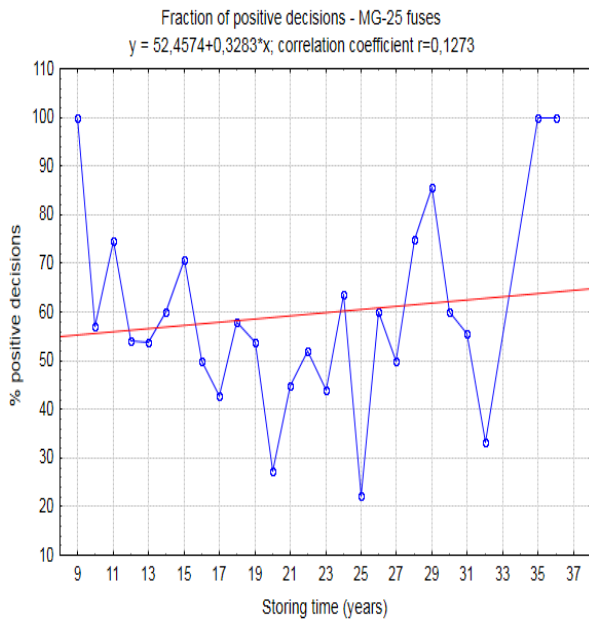
downward tendency. For other classes the fraction of considered inconsistencies increases.

In the case of analysis of fractions of inconsistencies for individual classes depending on storing time there is also various character of changes for considered inconsistencies in analyzed types of fuses. MG-25 fuses show downward tendency only in the case of C class inconsistencies but there are inconsiderable increasing tendencies in the remaining classes. MG-37 fuses show downward tendency in three classes (A, C and D) and MG-57 fuses in two classes (A and C) and D class inconsistencies have a very inconsiderable rate of increase.

It can be stated that in the result of conducted diagnostic tests from MG fuses storing set the lots discordant with requirements are removed in the result of conducted diagnostic tests what increases its quality level or keeps it on a stable good quality level enabling their safe and unfailing exploitation.

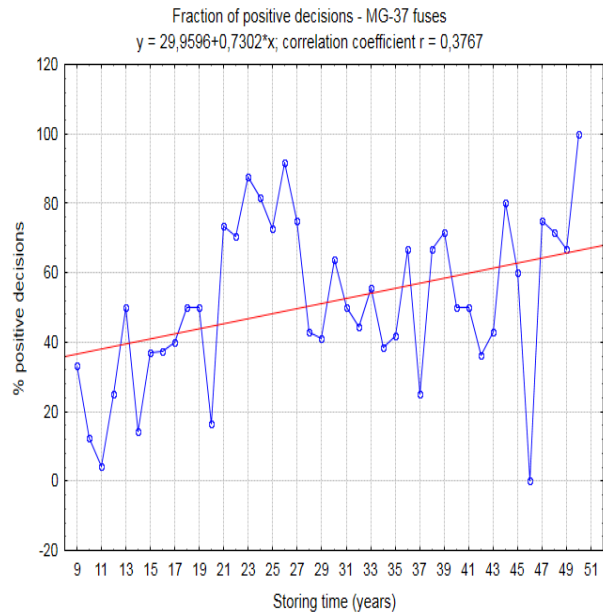
Literatura / Literature

- [1] *Badanie i modelowanie fizykochemicznych procesów starzeniowych zachodzących w precyzyjnych urządzeniach do inicjowania działania środków bojowych* – Projekt badawczy nr T00C 030 30 w latach 2006÷2008,
- [2] *Podręcznik – Amunicja wojsk lądowych* – Ministerstwo Obrony Narodowej Szefostwo Służby Uzbrojenia i Elektroniki 1985 r.,
- [3] *Praca zbiorowa – Metodyka badań diagnostycznych amunicji* – Indeks N-5001b – 1985 r. Archiwum WITU,
- [4] *Statystyka 9* – Statsoft Polska 2009 r. – oprogramowanie komputerowe,
- [5] A. Stanisław – *Przystępny kurs statystyki* – Statsoft Polska, Kraków 2007 r.,
- [6] *Sprawozdania z badań środków bojowych* – Archiwum WITU.



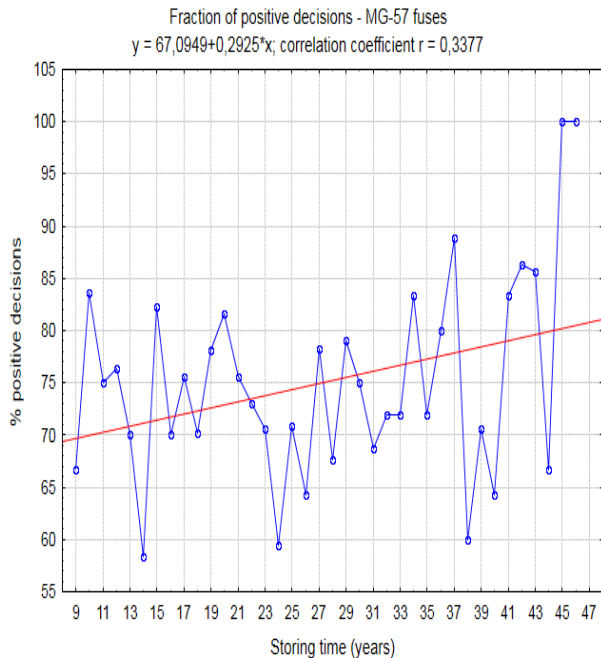
Rys.1. Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-25.

Fig.1. Graph of dependence between storing time until the moment of test and fraction of positive decisions and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



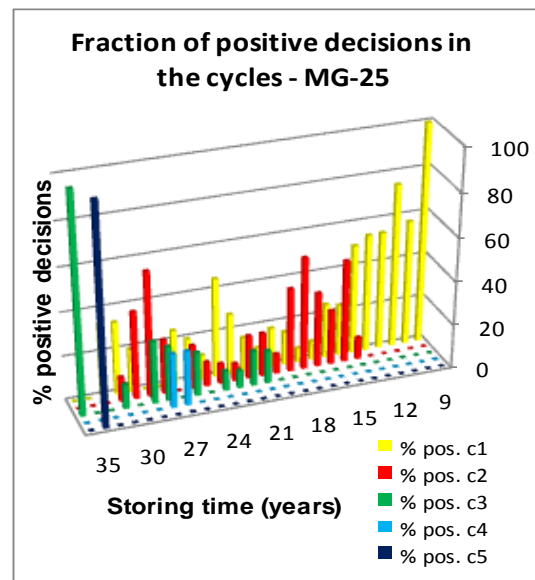
Rys.2. Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-37.

Fig.2. Graph of dependence between storing time until the moment of test and fraction of positive decisions and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



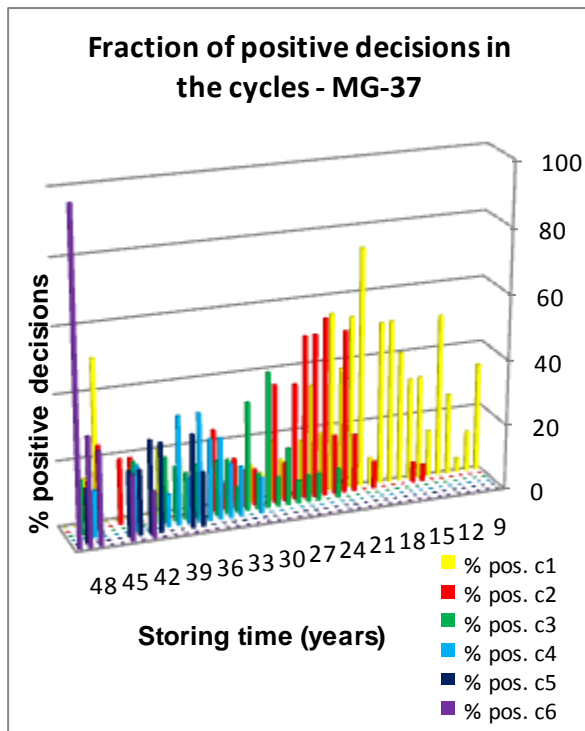
Rys.3. Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-57.

Fig.3. Graph of dependence between storing time until the moment of test and fraction of positive decisions and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



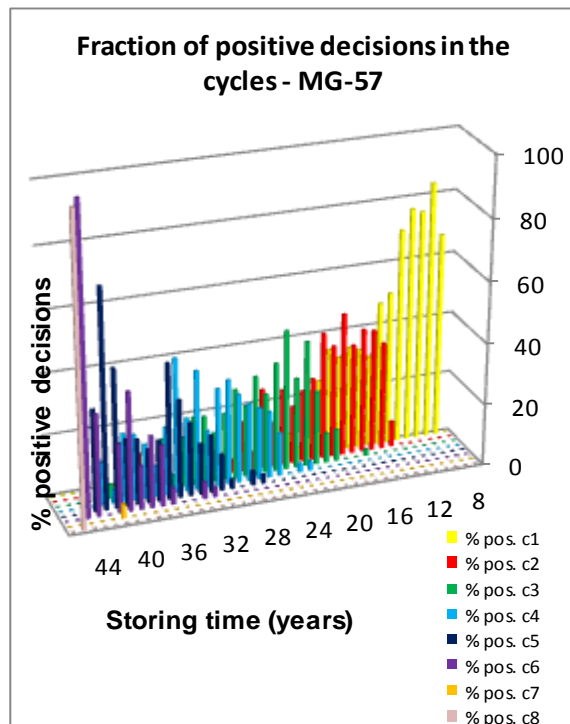
Rys. 4. Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla zapalników MG-25.

Fig. 4. Percentage of positive decisions in the individual tests cycles in the dependence from storing time for MG-25 fuses.



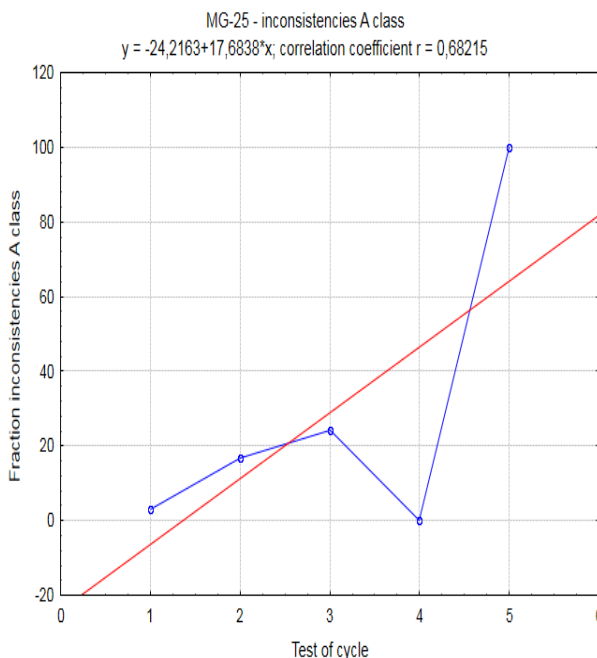
Rys.5. Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla zapalników MG-37.

Fig.5. Percentage of positive decisions in the individual tests cycles in the dependence from storing time for MG-37 fuses.



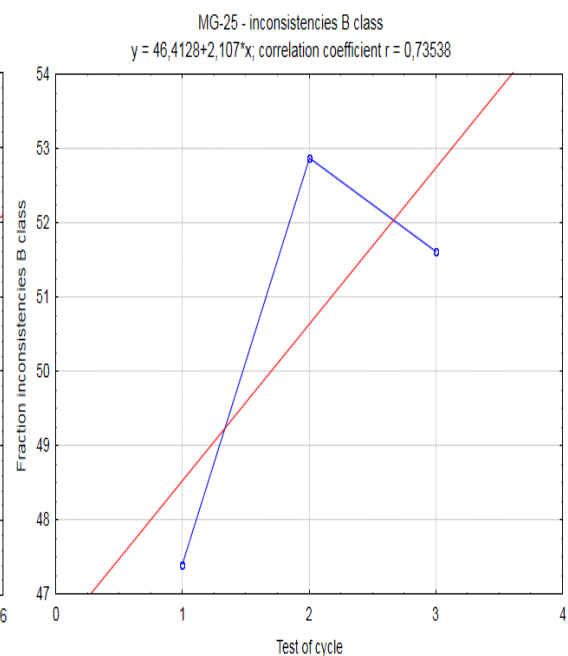
Rys.6. Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla zapalników MG-57.

Fig.6. Percentage of positive decisions in the individual tests cycles in the dependence from storing time for MG-57 fuses.



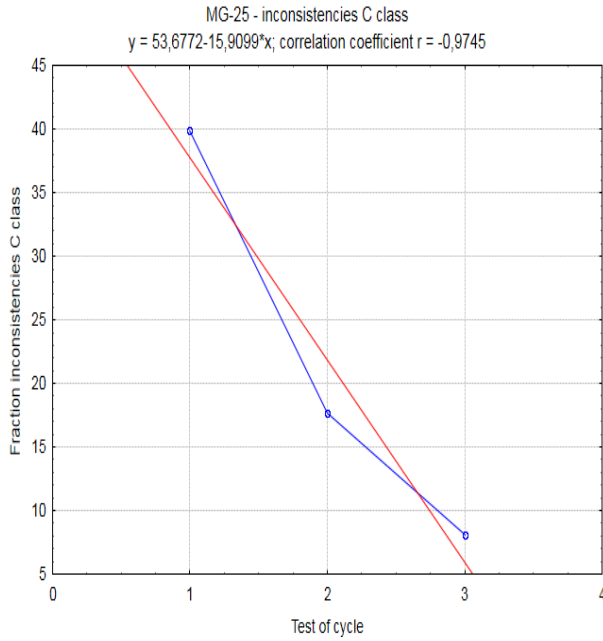
Rys.7. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-25.

Fig.7. Fraction inconsistencies A class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



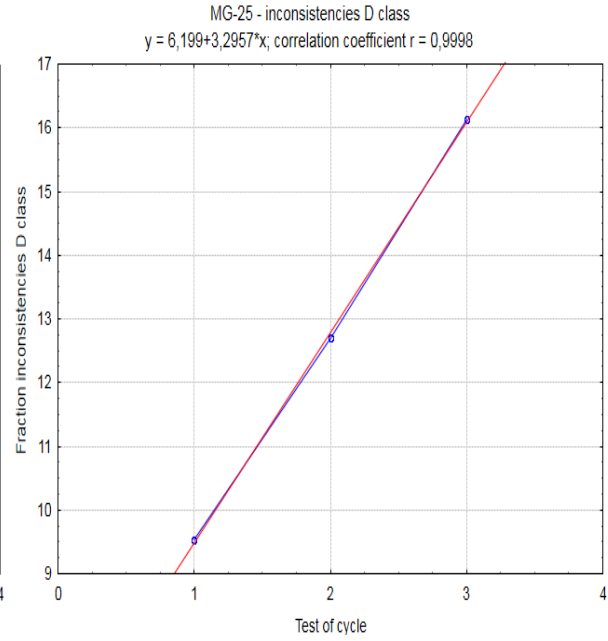
Rys.8. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-25.

Fig.8. Fraction inconsistencies B class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



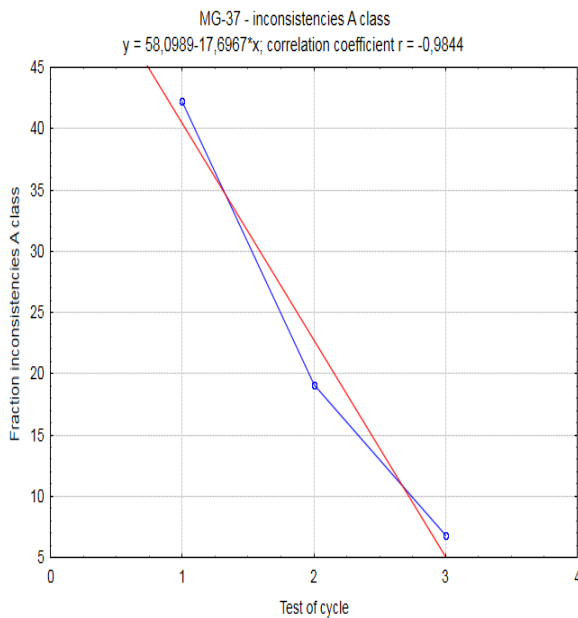
Rys.9. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-25.

Fig.9. Fraction inconsistencies C class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



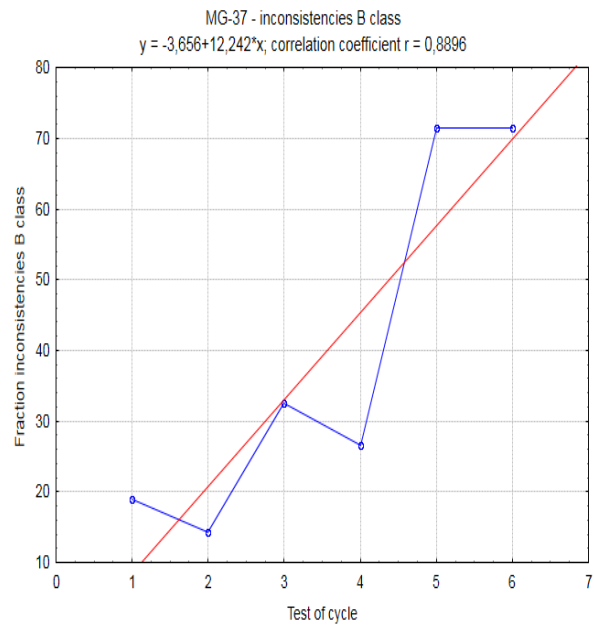
Rys.10. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla zapalników MG-25.

Fig.10. Fraction inconsistencies D class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



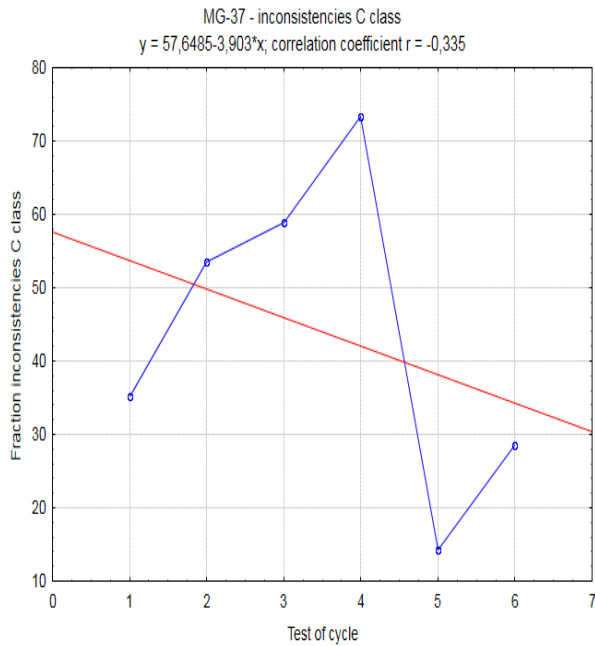
Rys.11. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.11. Fraction inconsistencies A class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



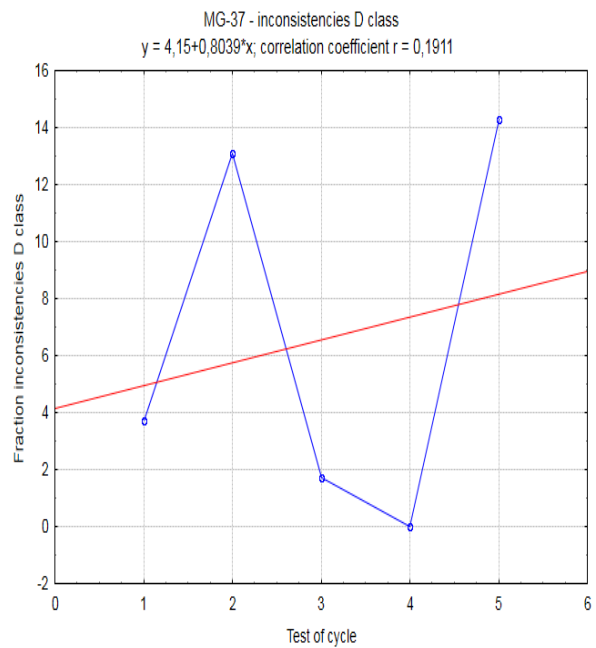
Rys.12. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.12. Fraction inconsistencies B class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



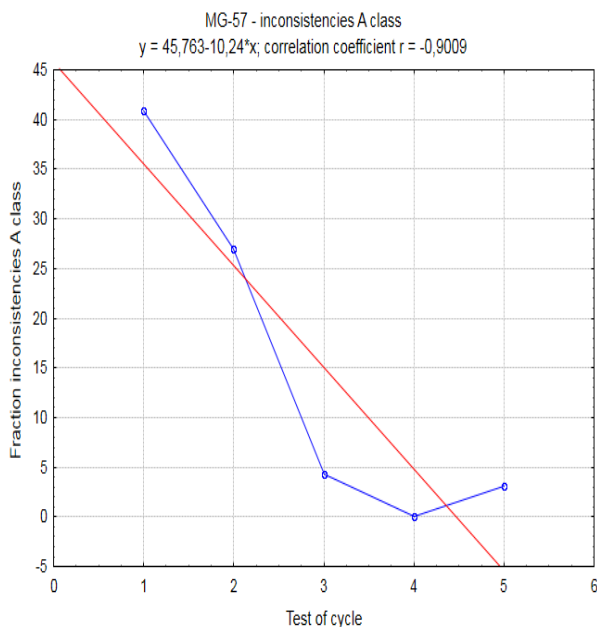
Rys.13. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.13. Fraction inconsistencies C class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



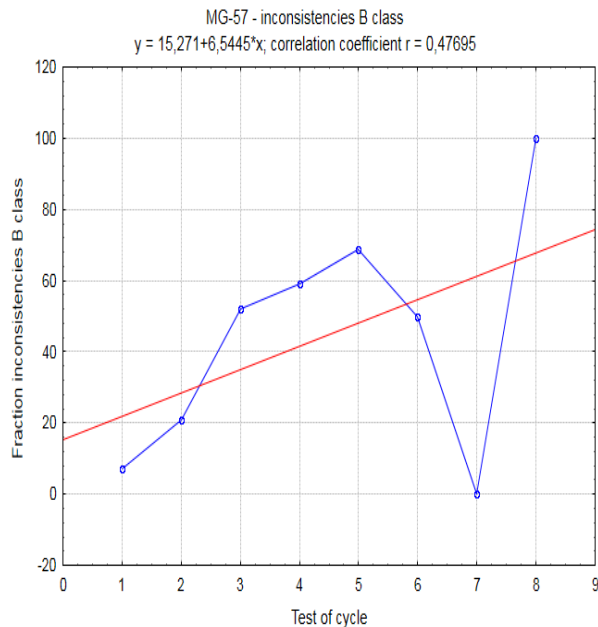
Rys.14. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.14. Fraction inconsistencies D class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



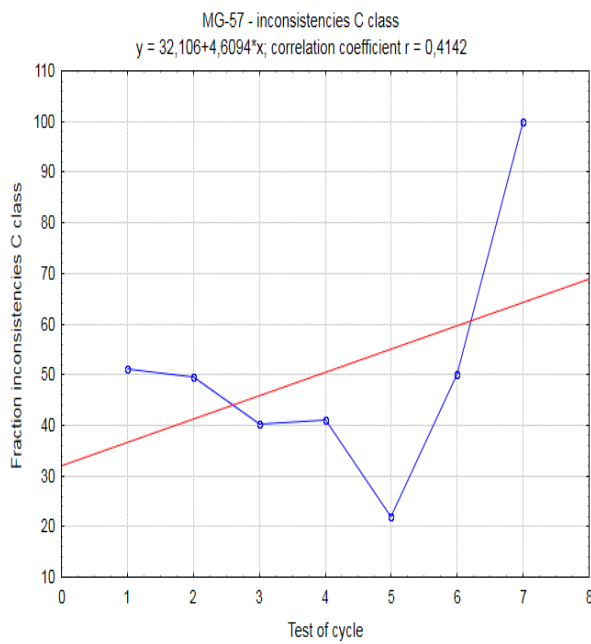
Rys.15. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.15. Fraction inconsistencies A class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



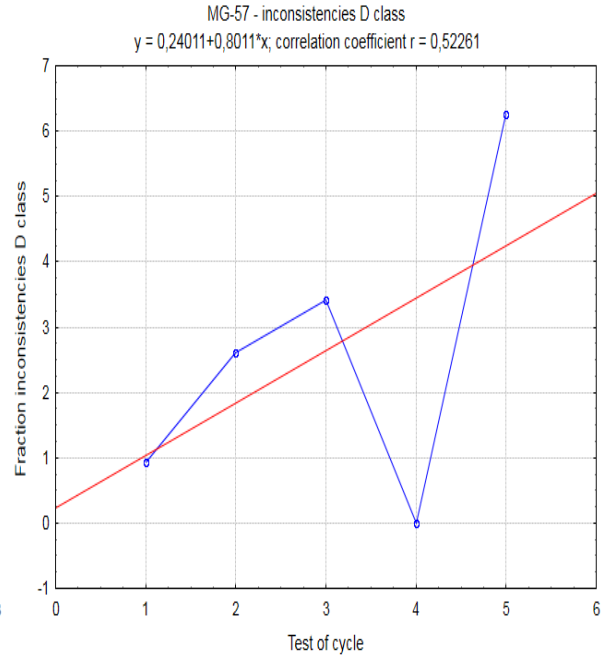
Rys.16. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.16. Fraction inconsistencies B class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



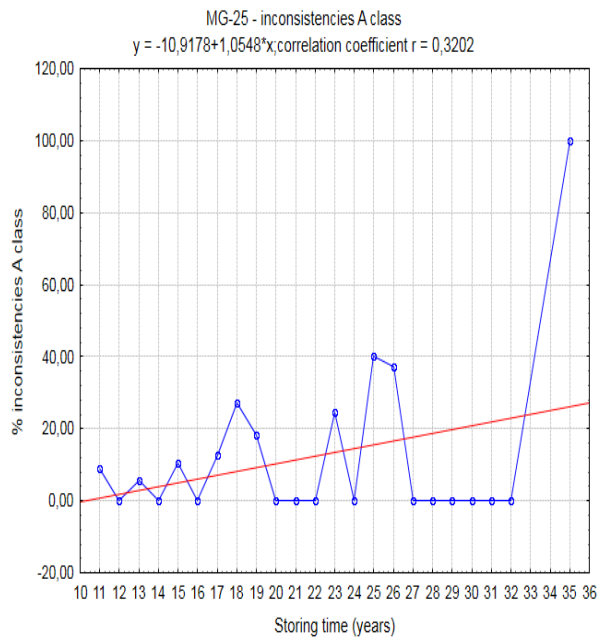
Rys.17. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.17. Fraction inconsistencies C class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



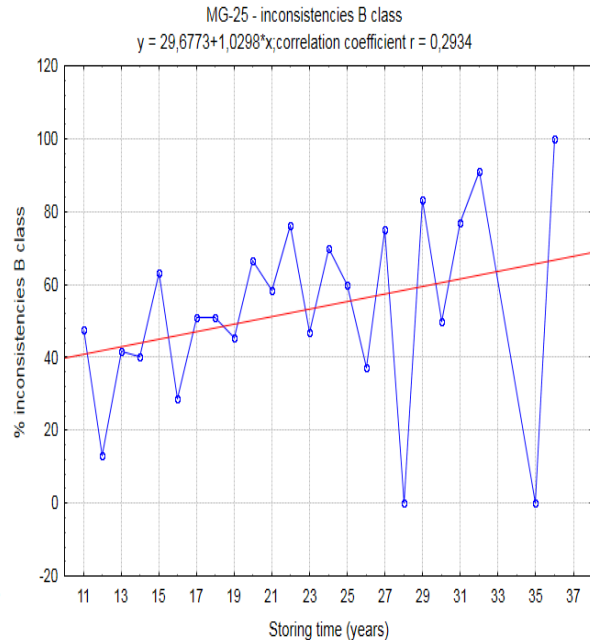
Rys.18. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.18. Fraction inconsistencies D class in the dependence from test cycle and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



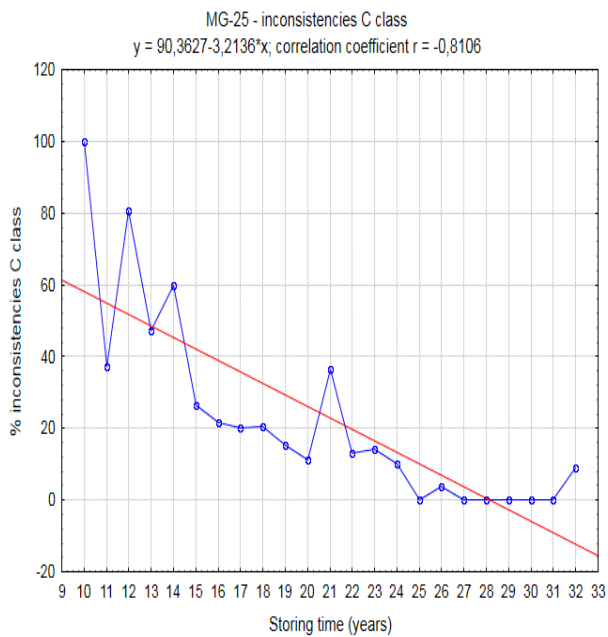
Rys.19. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-25.

Fig.19. Fraction inconsistencies A class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



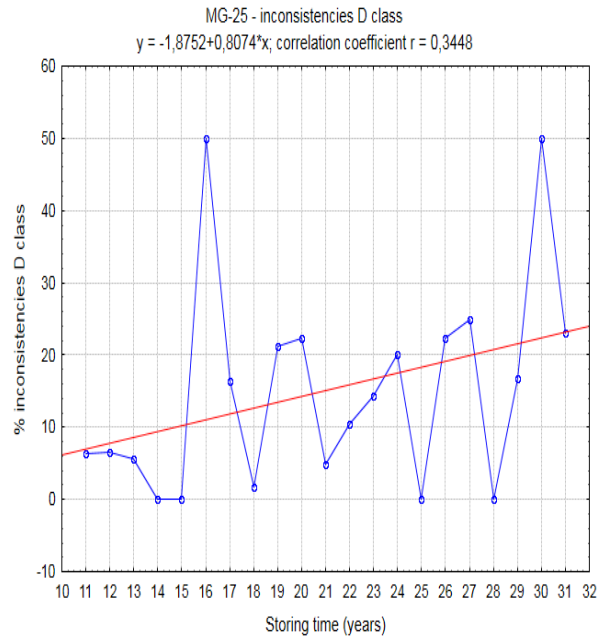
Rys.20. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-25.

Fig.20. Fraction inconsistencies B class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



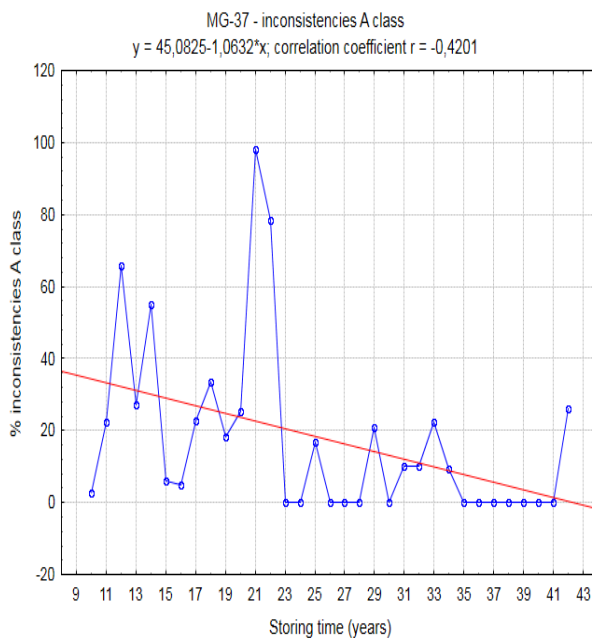
Rys.21. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-25.

Fig.21. Fraction inconsistencies C class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



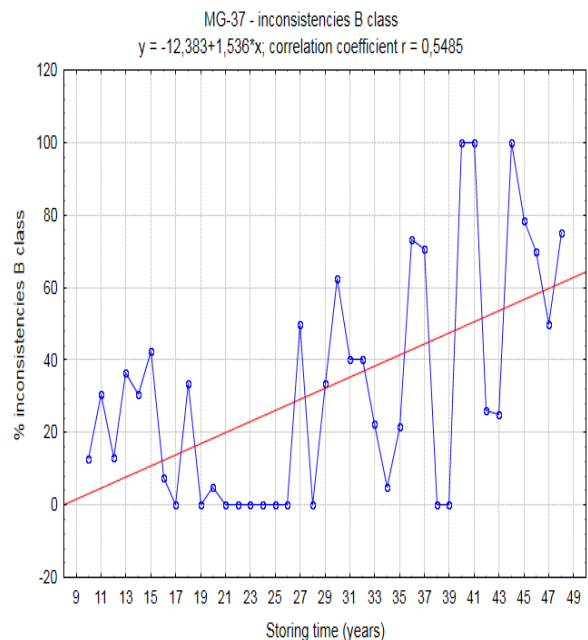
Rys.22. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-25.

Fig.22. Fraction inconsistencies D class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-25 fuses.



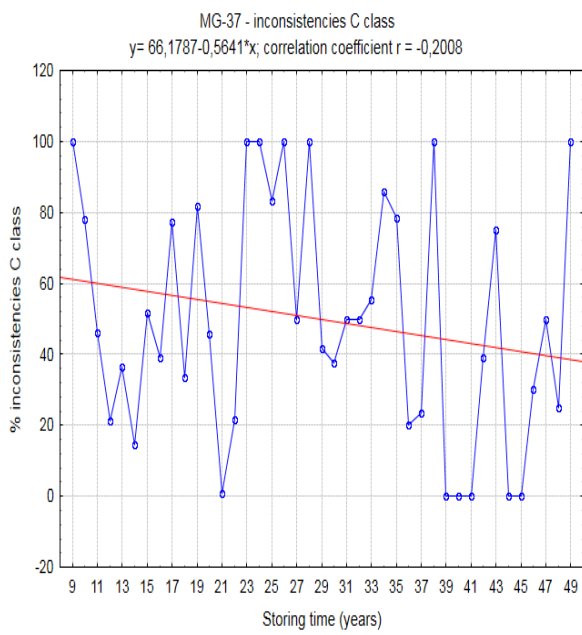
Rys.23. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.23. Fraction inconsistencies A class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



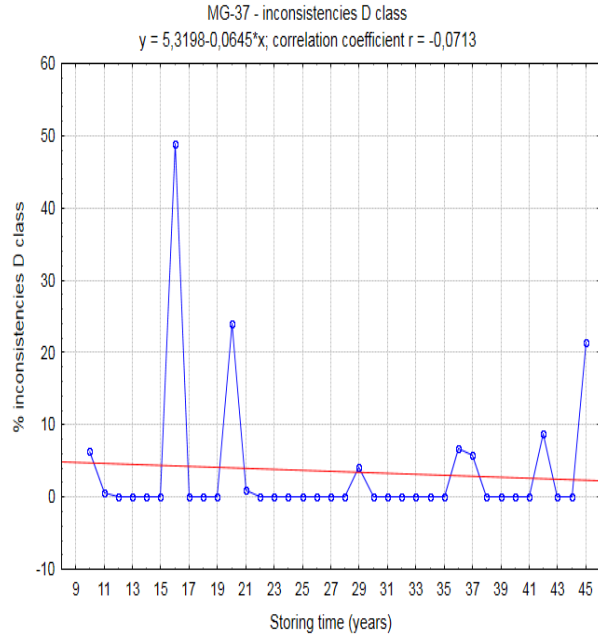
Rys.24. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.24. Fraction inconsistencies B class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



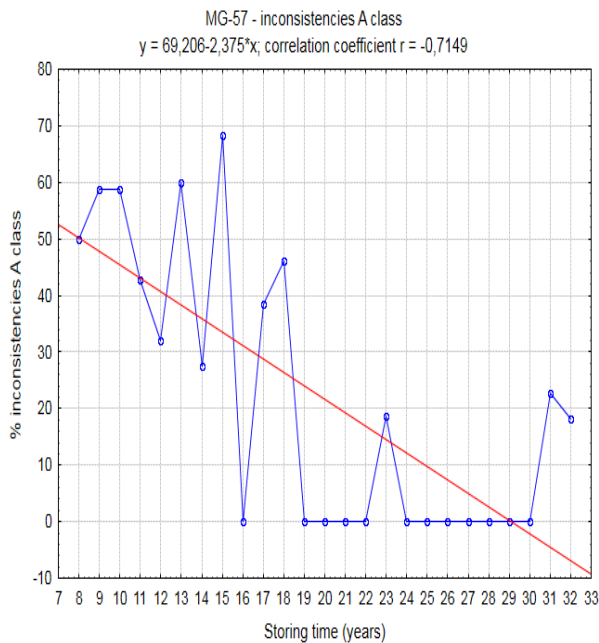
Rys.25. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.25. Fraction inconsistencies C class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



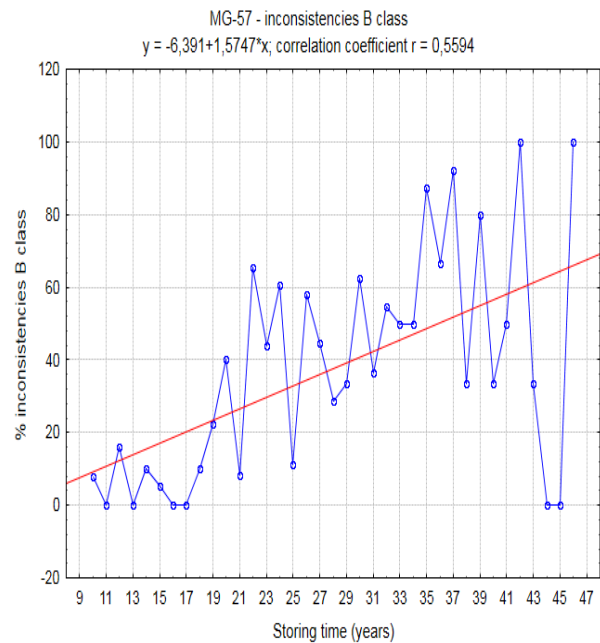
Rys.26. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-37.

Fig.26. Fraction inconsistencies D class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-37 fuses.



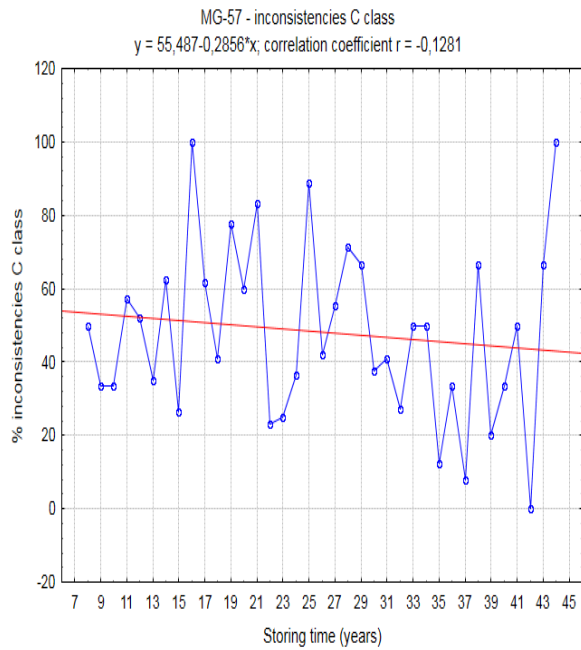
Rys.27. Frakcja niezgodności klasy A w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.27. Fraction inconsistencies A class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



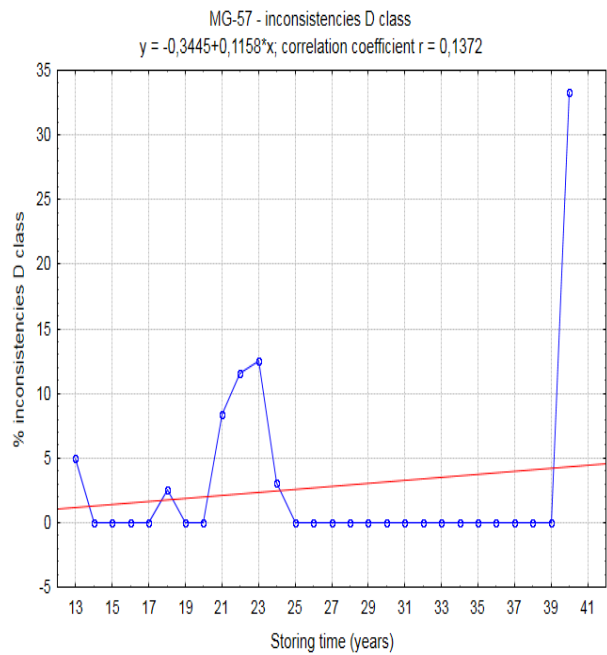
Rys.28. Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.28. Fraction inconsistencies B class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



Rys.29. Frakcja niezgodności klasy C w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.29. Fraction inconsistencies C class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.



Rys.30. Frakcja niezgodności klasy D w zależności od czasu składowania oraz linia regresji dla zapalników MG-57.

Fig.30. Fraction inconsistencies D class in the dependence from storing time and regress line describing this dependence for MG-57 fuses.

