

WPLYW TEMPERATURY NA PARAMETRY UKŁADU ZABEZPIECZEŃ DLA RAKIETY 3M9M3E

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań parametrów układów zabezpieczających UZ-K3 dla raket 3M9M3E takich jak: T_M - maksymalny czas lotu rakiety, T_s - czas reakcji układu na brak sygnału PRZECHWYT na startowym odcinku lotu rakiety, mierzony od sygnału ZRZUT DYSZY, T_m - czas reakcji układu na brak sygnału PRZECHWYT na marszowym odcinku lotu rakiety, mierzony od zaniku sygnału PRZECHWYT i T_u - czas reakcji układu na zanik napięcia zasilania. Do pomiarów wybrano próbkę układów po jednej z lat 2002, i 2008 i poddano je badaniom w szerokim zakresie temperatur wytworzonych przez komorę klimatyczną. Po otrzymaniu wyników sporządzono wykresy dla poszczególnych rodzajów parametrów wraz z dopuszczalnym ich przedziałem oraz ze współczynnikami kierunkowymi na podstawie, których zbadano wpływ temperatury na parametry układu zabezpieczeń. Poddano także ocenie zgodność parametrów układów UZ-K3 z założeniami taktyczno-technicznymi oraz przedstawiono wnioski dotyczące wpływu temperatury na zachowanie się poszczególnych parametrów testowanych układów zabezpieczeń. Do badań wykorzystano zautomatyzowany tester UZ-KX i UZ-K3 wykonany w WITU.

1. Wstęp

Rakieta 3M9M3E jest nowszą wersją rakiety 3M9ME. W trakcie budowy i eksploatacji kolejnych partii układów zabezpieczeń UZ-K3 zaistniała potrzeba kontroli parametrów i odporności układów na określone czynniki środowiskowe. Partie układów budowanych w kolejnych latach ze względu na dostępność podzespołów elektronicznych zawierały układy różnych producentów charakteryzujące się często odmiennymi parametrami. Ponieważ układy zabezpieczeń dostarczane są użytkownikowi wraz z gwarancją prawidłowego ich działania przez określony czas oraz nierzadko przechowywane są w różnych warunkach u odbiorcy, w rakietach po modernizacji, badania stabilności parametrów układów zabezpieczeń zyskują ważną rolę w procesie produkcyjnym. Na przestrzeni lat powstawały także unowocześnione wersje układów zabezpieczeń. Należało zatem zweryfikować dokonane usprawnienia. Do badań wytypowano dwa układy zabezpieczeń z roku 2002 i 2008.

2. Przyrząd pomiarowy

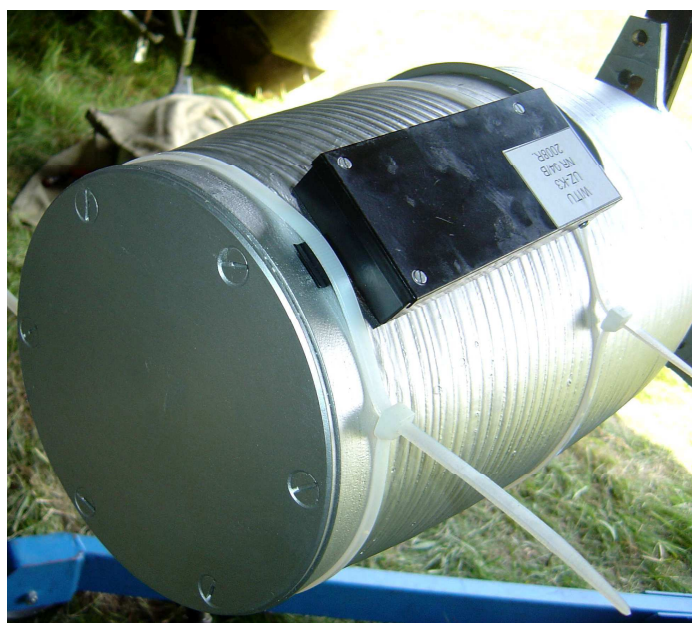
Badania wykonano w oparciu o urządzenie służące do badania i kontroli układów zabezpieczenia UZ-K3 do raket 3M9ME oraz 3M9M3E w warunkach poligonowych. Widok takiego urządzenia przedstawia rys. 1. Tester ten powstał w oparciu o zaprogramowany system mikroprocesorowy, umożliwiający kontrolę układów zarówno autonomicznie jak i kompleksowo wraz z zamontowanym radiozapalnikiem.



Rys. 1. Widok stanowiska do pomiarów parametrów technicznych układów zabezpieczeń UZ-K3.

3. Metoda badawcza

Zasadniczym sposobem działania układów zabezpieczających UZ-K3 jest wypracowanie sygnału zadziałania pobudzającego ładunek bojowy rakiety w sytuacjach uznanych za niebezpieczne. Montaż tego układu odbywa się na samym ładunku, co pokazane jest na rysunku 2. Układy zabezpieczeń montowane są na rakiecie 3M9M3E i zapewniają jej bezpieczne użytkowanie na polskich poligonach.



Rys. 2. Widok miejsca montażu układu zabezpieczenia UZ-K3 na ładunku bojowym rakiety 3M9M3E.

Dzięki układom rakietę ulega samozniszczeniu w przypadku przekroczenia ustalonego czasu lotu ograniczonego rozmiarami poligonu, w przypadku braku sygnału naprowadzania w startowym odcinku toru lotu jak i w marszowym odcinku toru lotu oraz w przypadku zaniku napięcia zasilania pokładowego rakiety.

Parametry czasowe realizowane przez układ zabezpieczeń przedstawia tablica 1.

Tablica.1

Lp.	Opis	Parametr	Wartość
1	Maksymalny czas lotu rakiety	Tz	17 ÷ 19 sek.
2	Czas reakcji układu na brak sygnału PRZECHWYT na startowym odcinku lotu rakiety, mierzony od sygnału ZRZUT DYSZY	Ts	2,7 ÷ 3,3 sek.
3	Czas reakcji układu na brak sygnału PRZECHWYT na marszowym odcinku lotu rakiety, mierzony od zaniku sygnału PRZECHWYT	Tm	2,7 ÷ 3,3 sek.
4	Czas reakcji układu na zanik napięcia zasilania	Tu	2 ÷ 3 sek.



Rys. 3. Widok komory klimatycznej do zadawania żądanych temperatur w celu zbadania wpływu temperatury na parametry techniczne badanych układów zabezpieczeń UZ-K3

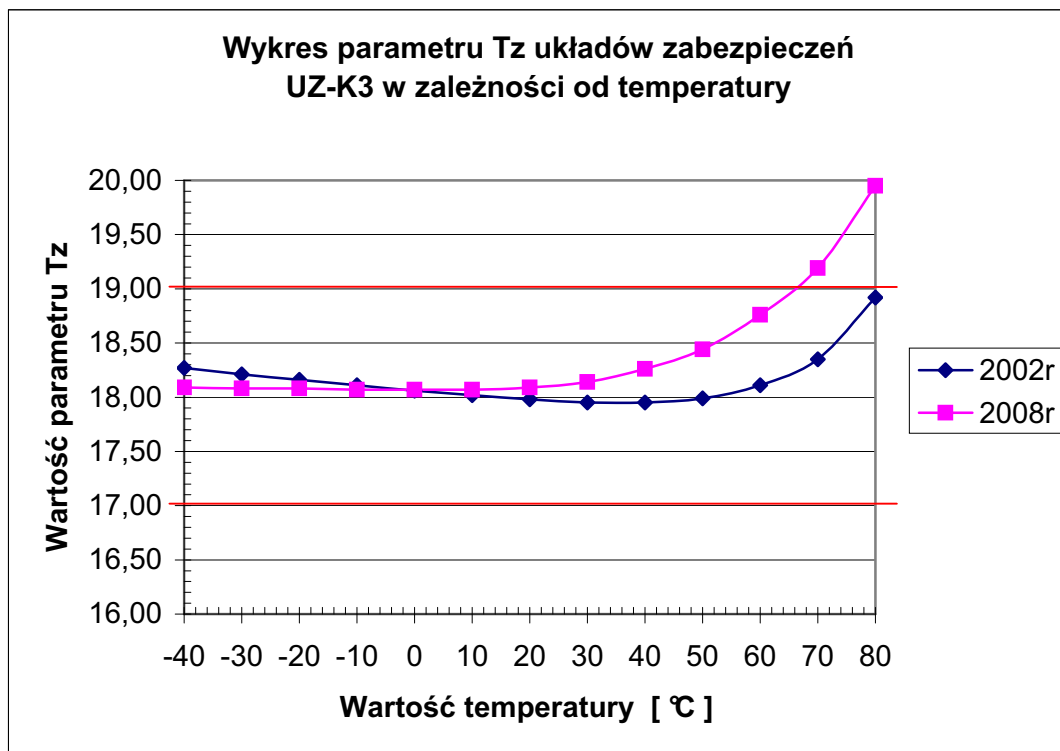
Metoda badawcza opierała się na wykonaniu pomiarów wszystkich parametrów czasowych Tz, Ts, Tm i Tu. W celu sprawdzenia działania układu zabezpieczeń konieczne jest zasymulowanie lotu rakiety w postaci odpowiednich sekwencji sygnałów elektrycznych. Nieprawidłowości występujące w tych sygnałach przyczyniają się do wygenerowania odpowiednich czasów przez układ zabezpieczenia.

Układy przetestowano badając realizację poszczególnych funkcji układu w zależności od zmiennych warunków klimatycznych w komorze klimatycznej WEISS typ WK 340 widocznej na rys. 3.

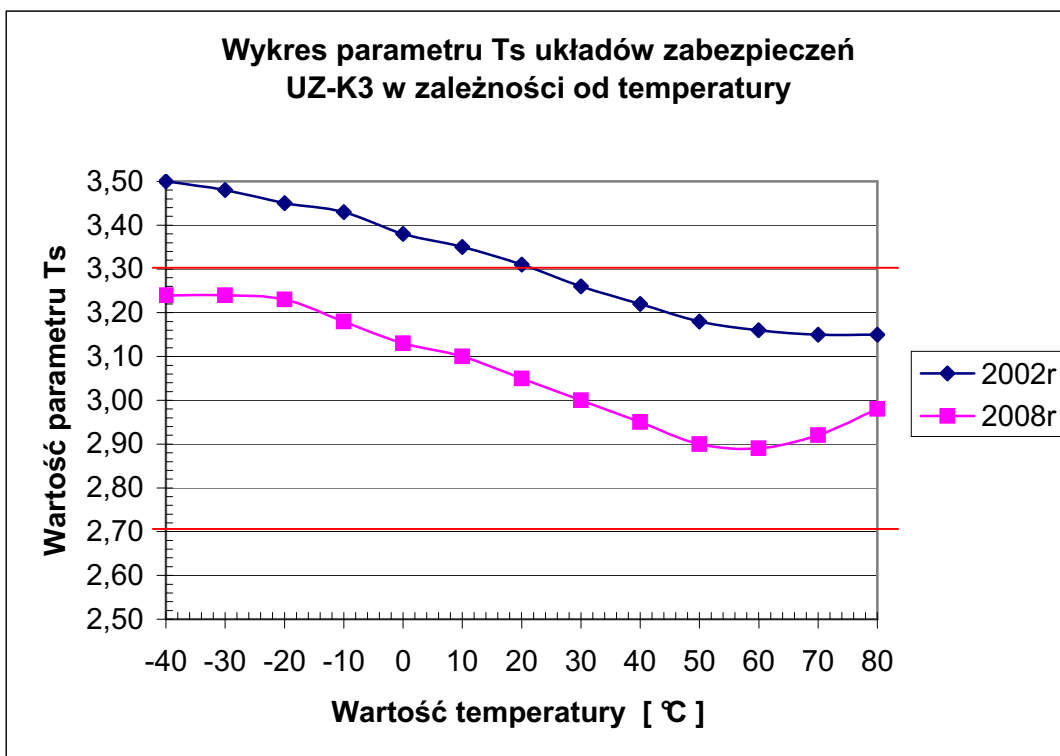
3. Wyniki badań

Podczas badań układy UZ-K3 znajdowały się w komorze klimatycznej a przewody kontrolne wyprowadzone były przez przepust na zewnątrz gdzie znajdowała się aparatura pomiarowa. Przełączenie układu wykonywano ręcznie, na chwilę otwierając drzwi komory. Doświadczalnie przyjęto czas ustalania się temperatury na 60 minut. Następnie wykonywano pomiary poszczególnych parametrów układów UZ-K3 za pomocą testera. Przedział

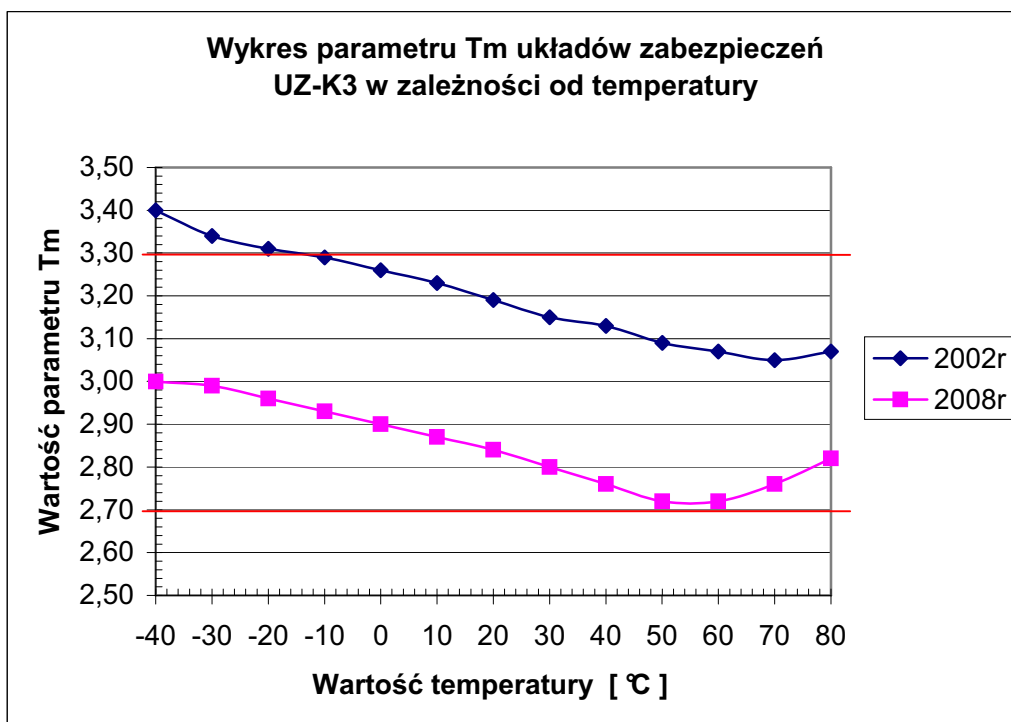
temperatur, dla których wykonano pomiary wynosił od -40°C do 80°C . Pomiary wykonywano co 10°C . Wyniki przedstawiają wykresy na rysunkach 4 ÷ 7.



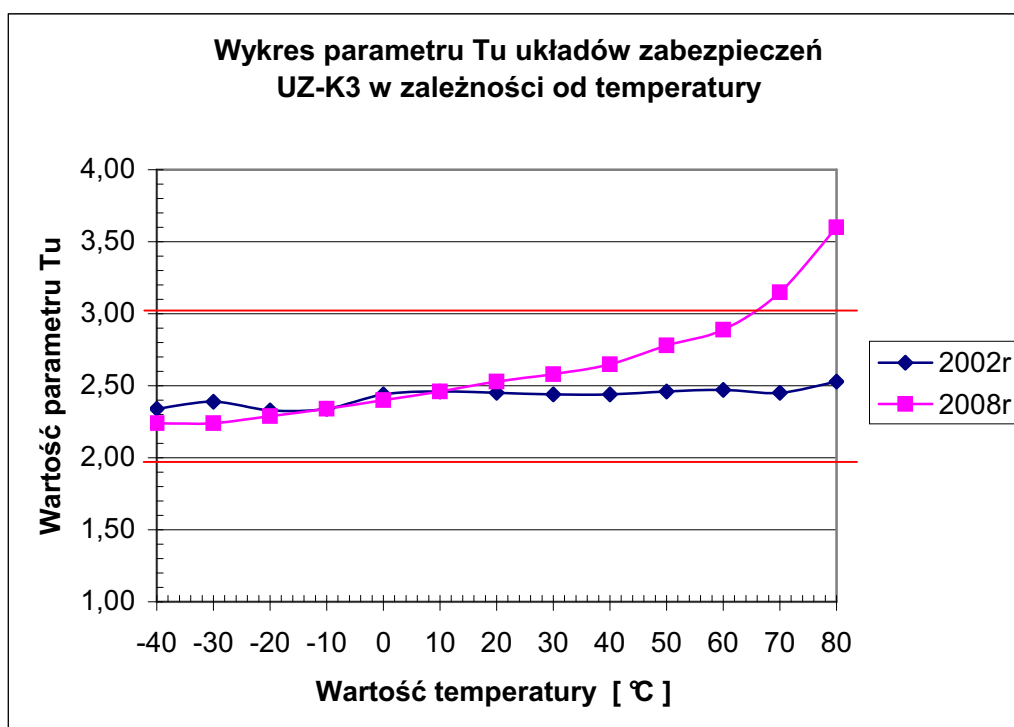
Rys. 4. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Tz układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz z dopuszczalnym przedziałem.



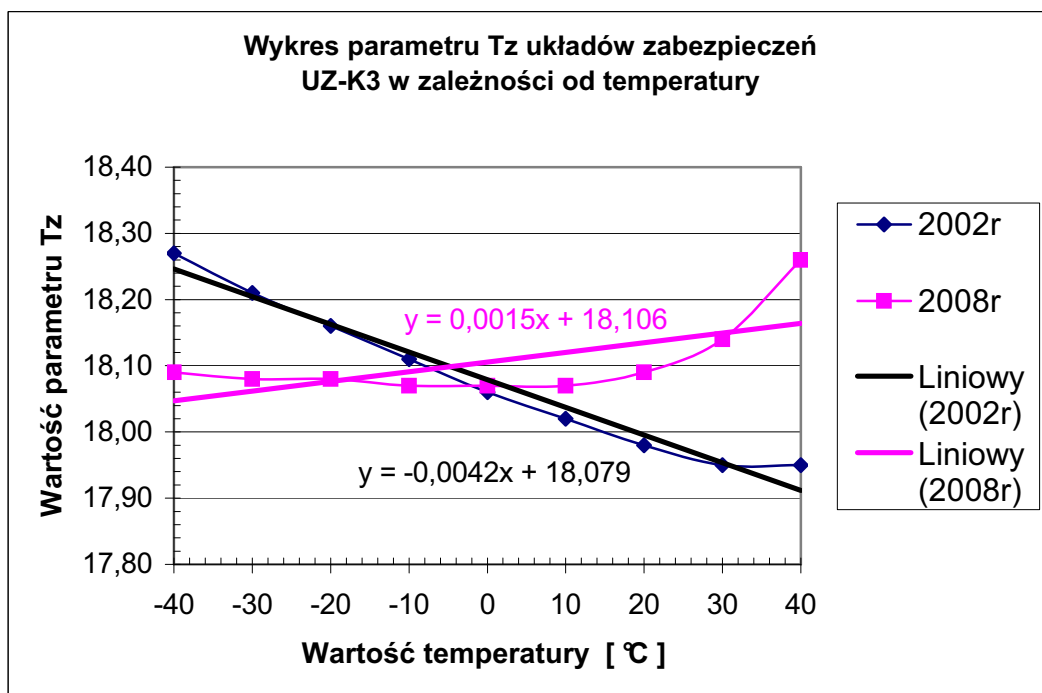
Rys. 5. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Ts układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz z dopuszczalnym przedziałem.



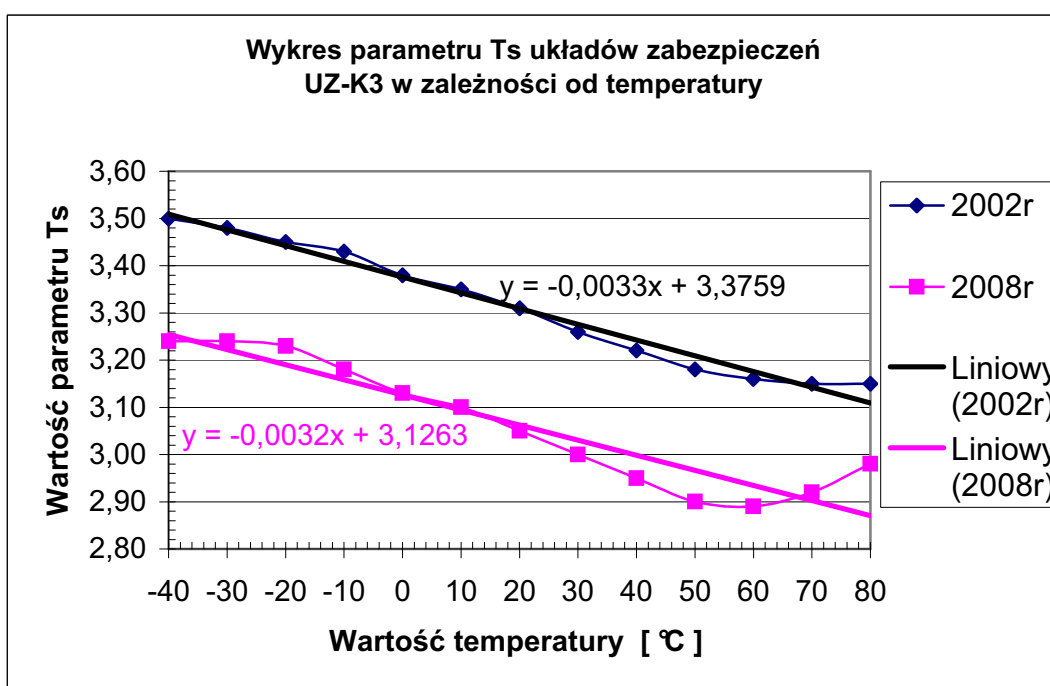
Rys. 6. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Tm układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz z dopuszczalnym przedziałem.



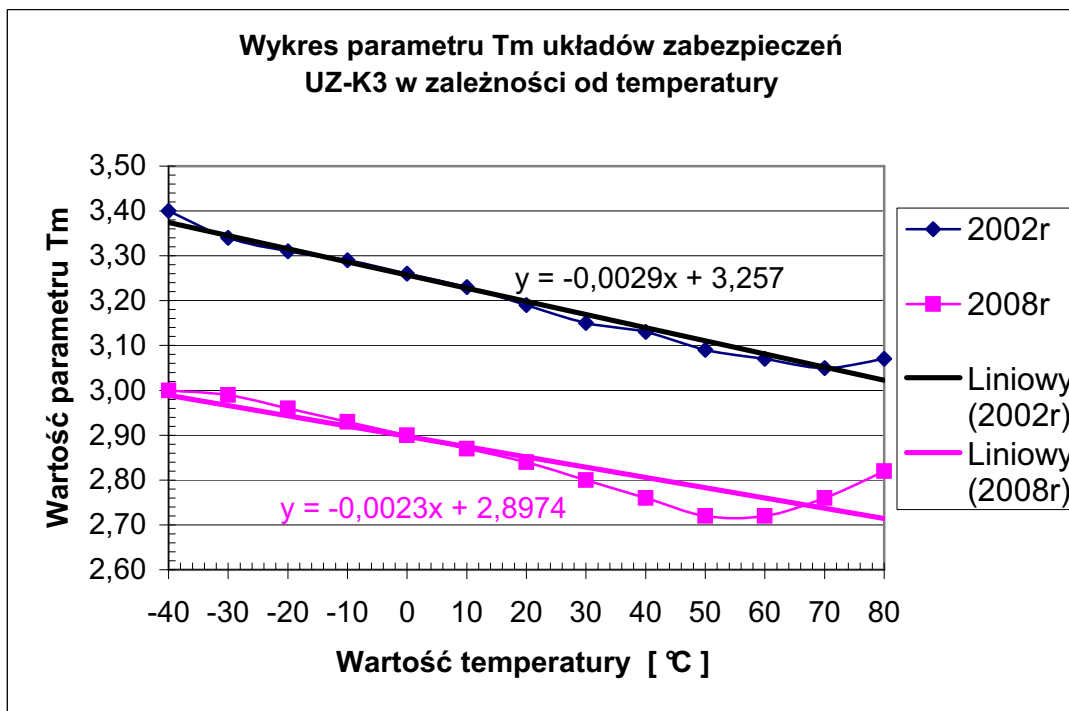
Rys. 7. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru TU układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz z dopuszczalnym przedziałem.



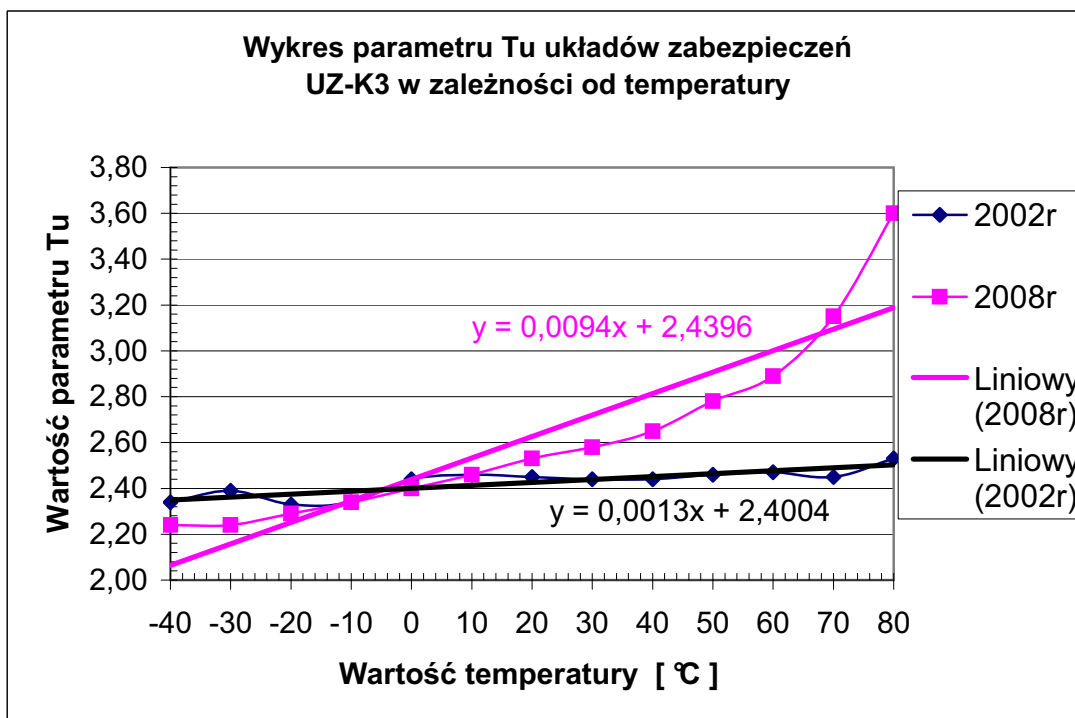
Rys. 8. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Tz układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz ze współczynnikami kierunkowymi.



Rys. 9. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Ts układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz ze współczynnikami kierunkowymi.



Rys. 10. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Tm układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz ze współczynnikami kierunkowymi.



Rys. 11. Wykres przedstawiający wyniki dla parametru Tu układu zabezpieczeń UZ-K3 z lat 2002 i 2008 wraz ze współczynnikami kierunkowymi.

Z przedstawionych powyżej wykresów wynika, że parametr T_z badanych układów w granicach temperatur od -40°C do 40°C generalnie zachowywał stabilność w tym przedziale, co pokazane jest na rysunku 4. Jednak powyżej 40°C następował powolny, ale wraz ze zwiększaniem temperatury coraz bardziej dynamiczny wzrost wartości tego parametru. Parametr T_z w układzie z roku 2002 w całym badanym zakresie mieścił się w dopuszczalnym przedziale, natomiast w układzie z roku 2008 w wysokich temperaturach przedział ten został przekroczony. Z tego też powodu należałoby ustawić wartość parametru T_z nieznacznie niżej niż obecnie, gdyż powyżej 65°C istnieje tendencja do wychodzenia parametru poza dopuszczalne granice stawiane przez warunki techniczne dla tego urządzenia. Średni współczynnik nachylenia dla tego parametru w badanych układach zabezpieczeń z lat 2002 i 2008 wyniósł $-0,00135$ dla temperatur z przedziału -40°C do 40°C . Dlatego też dla tego przedziału wpływ temperatury jest niewielki, ponieważ współczynniki dopasowanych prostych bliskie są wartości 0. Oznacza to, że czas T_z praktycznie nie zmieniał się w zależności od temperatury, co przedstawione jest na rysunku 8.

Z wykresu 5 wynika, że parametr T_s badanych układów w granicach temperatur od -40°C do 60°C generalnie w miarę liniowo zmniejszał swoją wartość. Natomiast powyżej 60°C w przypadku układu z roku 2008 następował wzrost jego wartości. Parametr T_s w układzie z roku 2008 w całym badanym zakresie mieścił się w dopuszczalnym przedziale, natomiast w układzie z roku 2002 w niskich temperaturach przedział ten został przekroczony. Z tego też powodu należałoby ustawić wartość parametru T_s z roku 2002 niżej niż obecnie, gdyż w niskich temperaturach istnieje tendencja do wychodzenia parametru poza dopuszczalne granice stawiane przez warunki techniczne dla tego urządzenia. Średni współczynnik nachylenia dla tego parametru z lat 2002 i 2008 wyniósł $-0,00325$ dla temperatur z przedziału -40°C do 80°C , co przedstawia rysunek 9. Dlatego też dla tego przedziału wpływ temperatury ma znaczenie dla ustawienia żądanych wartości parametru, ponieważ generalnie zmniejsza się jego wartość wraz ze wzrostem temperatury.

Z wykresu 6 wynika, że parametr T_m badanych układów w granicach temperatur od -40°C do 60°C zachowywał się podobnie do parametru T_s , czyli generalnie w miarę liniowo zmniejszał swoją wartość. Natomiast powyżej 60°C w przypadku układu z roku 2008 i powyżej 70°C w przypadku układu z roku 2002 następował wzrost jego wartości. Parametr T_m w układzie z roku 2008 w całym badanym zakresie mieścił się w dopuszczalnym przedziale i był o około 0,2 sekundy niżej od parametru T_s , natomiast w układzie z roku 2002 w niskich temperaturach przedział ten został przekroczony. Z tego też powodu należałoby ustawić wartość parametru T_m z roku 2002 niżej niż obecnie, gdyż w niskich temperaturach istnieje tendencja do wychodzenia parametru poza dopuszczalne granice stawiane przez warunki techniczne dla tego urządzenia. Średni współczynnik nachylenia dla tego parametru z lat 2002 i 2008 wyniósł $-0,0026$ dla temperatur z przedziału -40°C do 80°C , co przedstawia rysunek 10. Dlatego też dla tego przedziału wpływ temperatury ma znaczenie dla ustawienia żądanych wartości parametru, ponieważ generalnie zmniejsza się jego wartość wraz ze wzrostem temperatury.

Z wykresu 7 wynika, że parametr T_u dla badanych układów w granicach temperatur od -40°C do 60°C w przeciwieństwie do parametrów T_s i T_m generalnie w miarę liniowo zwiększał swoją wartość. Jednak powyżej 60°C w przypadku układu z roku 2008 następował wraz ze wzrostem temperatury coraz bardziej dynamiczny przyrost wartości tego parametru. Sprawdzane parametry w przypadku układu z 2002 roku w całym badanym zakresie temperatur mieściły się w dopuszczalnych granicach. Natomiast w przypadku układu z roku 2008 powyżej 65°C parametr T_u wychodził poza dopuszczalne granice. Z tego też powodu należałoby ustawić wartość parametru T_u nieznacznie niżej niż obecnie, aby nie dopuścić do wychodzenia parametru poza dopuszczalne granice stawiane przez warunki techniczne dla tego urządzenia. Średni współczynnik nachylenia dla tego parametru z lat 2002 i 2008

wyniósł 0,00535 dla temperatur z przedziału -40°C do 80°C , co przedstawia rysunek 11. Jednak w przypadku układu z roku 2002 był on mniejszy niż z roku 2008. W związku z tym dla układu z roku 2002 wpływ temperatury jest niewielki, ponieważ współczynnik dopasowanej prostej bliski jest wartości 0. Dlatego też dla układu z roku 2008 wpływ temperatury ma większe znaczenie dla ustawienia żądanych wartości parametru niż w przypadku układu z roku 2002, ponieważ w sposób istotny zwiększa się jego wartość wraz ze wzrostem temperatury.

4. Wnioski

Z wykonanych badań wynika, że parametr T_z w badanych układach zabezpieczeń w zakresie -40°C do 30°C był mało wrażliwy na zmianę temperatury. Jednak powyżej 30°C jego wartość coraz bardziej wzrastała wraz ze wzrostem temperatury. Parametry T_s i T_m wykazywały podobny charakter zmian wartości wraz ze wzrostem temperatury. Jednak parametr T_s posiadał większą wartość od parametru T_m przy tej samej temperaturze. Parametry te w zakresie -40°C do około 30°C zmniejszały swoją wartość wraz ze wzrostem temperatury, a powyżej tych temperatur zaczynały ją zwiększać. Najmniej wrażliwy na zmiany temperatury był parametr T_u z 2002 roku, natomiast parametr T_u z 2008 roku był najbardziej wrażliwy. Budowa układów zabezpieczeń w technologii analogowej wymaga stosowania wielu reżimów i wykorzystania podzespołów wysokiej jakości. Szczególną rolę odgrywa odpowiedni dobór kondensatorów wyselekcjonowanych w ten sposób, aby jak najmniej zmieniały swoją pojemność w zależności od zmian temperatury, w szerokim jej zakresie. Istotne jest zatem wykonywanie badań kontrolnych na próbkach kolejnych partii. Biorąc na uwadze to, że Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia daje okresowe gwarancje na wyprodukowane układy zabezpieczeń, istotne jest ich badanie w warunkach intensywnych wymuszeń klimatycznych. Ważne jest poznanie ich granic bezpieczeństwa i niezawodności. Badane układy spełniły wymagane założenia, jednak badania wykazały, że parametry czasowe układów w zależności od temperatury nie są stabilne, co należy uwzględnić przy konstrukcji nowych układów.

IMPACT OF TEMPERATURE INTO CHARACTERISTICS OF THE PROTECTING UNIT OF MISSILE 3M9M3E

The results of tests of technical characteristics for protecting units UZ-K3 for missiles 3M9M3E are presented in the paper. Following characteristics were tested: T_M – maximum time of missile flight, T_s – time of unit reaction, measured from the moment the nozzle is discarded, for lacking the signal of locking-on in the missile launching trajectory, T_m – time of unit reaction, measured from the moment when the lock-on signal disappears, for lacking the signal of locking-on on the missile marching trajectory, T_u – time of unit reaction for the lack of onboard voltage. One unit was selected from each year of the period 2002 – 2008 to be tested in the wide range of temperatures in the climatic chamber. After measurement the graphs of results were made for particular characteristics indicating the limits of acceptable changes caused by the impact of temperature. The compliance of UZ-K3 unit measured characteristics with technical-tactical requirements is evaluated and conclusions are provided on the dependence of particular characteristics on the temperature. Tester UZ-KX and UZ-K3 developed in WITU was used for tests.