



Andrzej ZBROWSKI

STANOWISKO BADAWCZE DO TESTOWANIA TRWAŁOŚCI I NIEZAWODNOŚCI KSIĄŻECZEK PASZPORTOWYCH

Streszczenie

W artykule zaprezentowano mechatroniczny system badawczy umożliwiający badania trwałości i niezawodności wysoko zabezpieczonych dokumentów specjalnego przeznaczenia w postaci książeczek paszportowych z zaimplementowanymi układami RFID. Prezentowany system w szczególności jest przeznaczony do badania trwałości nowych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych stosowanych w zaawansowanych, hybrydowych generacjach dokumentów podróży zawierających układy RFID. Procedury badawcze i wykonana modelowa aparatura pozwalają na realizację badań testowych dotyczących określania: odporności książeczki paszportowej na wielokrotne udarowe obciążenia stemplem, odporności na wielokrotne dokonywanie napisów długopisem, odporności na ścieranie napisów kompatybilnych ze standardem ICAO.

WSTĘP

Od 2006 w Polsce rozpoczęto wydawanie nowych elektronicznych paszportów z wbudowanym mikroprocesorem. Nowe paszporty posiadają na ostatniej stronie (okładce) wbudowany mikroprocesor RFID (Radio Frequency Identification) zawierający dane personalne posiadacza paszportu wraz ze zdigitalizowanym zdjęciem [1, 4, 13]. Dane zapisane w układzie RFID mogą być odczytane na odległość. Dodatkowo od czerwca 2009 wprowadzono stosowanie paszportu z dwiema cechami biometrycznymi. Drugą cechą biometryczną są odciski palców zakodowane jedynie w warstwie elektronicznej paszportu i nie są one odwzorowane graficznie w dokumencie [8].

W 2010 roku Sejm RP uchwalił ustawę o dowodach osobistych. W jej efekcie 1 lipca 2013 r. zostanie wprowadzany w życie dokument posiadający nowe właściwości i systemy zabezpieczeń wzbogacone o warstwę elektroniczną. Wprowadzenie w Polsce biometrycznego dowodu z dwiema cechami biometrycznymi i technologią RFID jest etapem do upowszechnienia Europejskiej Karty Obywatela, czyli unijnego dowodu osobistego.

Dokumenty, karty, identyfikatory i inne wyroby zabezpieczone układami RFID są jednak narażone na różnego rodzaju niekorzystne działanie czynników eksploatacyjnych prowadzące do utraty posiadanych zabezpieczeń w wyniku uszkodzenia mechanicznego. Spersonalizowana książeczka paszportowa, w której niemożliwe jest odczytanie danych biometrycznych, w tym potwierdzenie zgodności odcisków linii papilarnych jest uznawana za wadliwą i podlega unieważnieniu.

Chip zawierający dane biometryczne wraz z anteną są umieszczone w tylnej okładce paszportu, a więc najszybszym elementem książeczki. Ma to na celu maksymalną

ochronę układu przed uszkodzeniami mechanicznymi. Sam mikroprocesor nie jest zbyt narażony na uszkodzenia, ponieważ jest małym kwadratem o boku kilku milimetrów. Najbardziej newralgiczną częścią układu jest jego antena, mająca postać cewki, najczęściej z miedzianego drutu. Dlatego w branży dokumentów biometrycznych używa się określenia „inlet” - czyli wkładka w postaci folii, w której zatopiona jest antena i osadzony chip przylutowany do tej anteny.

Każdy układ biometryczny (inlet), przeznaczony do umieszczania w dokumentach podróży, jest poddawany szczegółowym testom wytrzymałościowym, regulowanym przez międzynarodowe normy [7, 10, 11]. Organizacją, która jest szczególnie zaangażowana w rozwiązanie tego zagadnienia jest Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO). Wg istniejących przepisów dokumenty muszą charakteryzować się dużą odpornością na obciążenia mechaniczne wynikające z długotrwałego użytkowania.

Powstawanie nowych rodzajów zabezpieczeń [2, 12] i rozpowszechnienie metod RFID [3, 9] powoduje konieczność opracowania i wdrożenia efektywnego i elastycznego systemu ich testowania [5, 6]. Szczególnie ostre wymagania są stawiane dokumentom podróży, do których zalicza się także dowody osobiste.

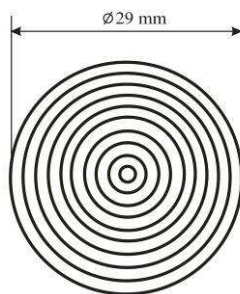
1. PROCEDURY BADAWCZE

Czynnościami, które mogą mieć duży wpływ na trwałość dokumentów, a w szczególności na sprawność zainstalowanego w nich układu RFID i możliwość bezbłędnego odczytu znajdujących się w nim zapisów graficznych jest stemplowanie, dokonywanie ręcznych zapisów za pomocą np. długopisu lub oddziaływanie ściernie na powierzchnię innego elementu dokumentu lub przedmiotu. Zabiegi takie są typowymi czynnościami użytkowymi wynikającymi z wypełniania dokumentów, wprowadzaniem w nich zmian i długotrwałym użytkowaniem. Sprawdzenie odporności książeczek paszportowych na stemplowanie, zapisywanie oraz wycieranie napisów jest jednym z najważniejszych testów dokumentu podróży.

Prezentowane rozwiązanie umożliwia realizację testów umożliwiających diagnostykę trwałości paszportów wg zaleceń sformułowanych przez ICAO. Przedstawiony uniwersalny system badawczy opracowano w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu. Struktura systemu obejmuje procedury badań oraz mechatroniczne stanowisko testowe.

1.1. Badanie odporności na stemplowanie

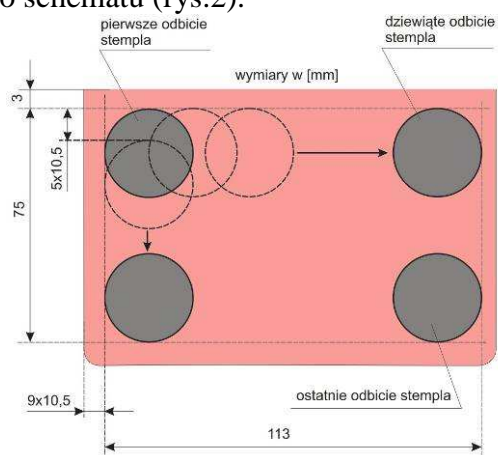
Celem testu jest sprawdzenie odporności dokumentu na określone obciążenia udarowe symulujące stemplowanie dokumentu. Procedura przewiduje siłowe oddziaływanie na dokument za pomocą stalowego, płaskiego stempla z wygrawerowanymi współśrodkowymi kołami (rys.1).



Rys. 1. Wzór odcisku stempla do badania odporności dokumentów na „stemplowanie”. [7]

Testowana książeczka paszportowa jest ułożona na płaskiej płycie stalowej pokrytej warstwą gumy. Podczas badania następują cykliczne uderzenia stempla w badany obiekt, w

taki sposób aby liczba i rozmieszczenie uderzeń umożliwiły pełne pokrycie powierzchni dokumentu wg opracowanego schematu (rys.2).



Rys. 2. Rozmieszczenie uderzeń stempla i kolejność poszczególnych uderzeń podczas badania na powierzchni dokumentu.[7]

Energia pojedynczego uderzenia wynosi 0,02 kgm. Ruch stempla o masie M jest wywoływany grawitacyjnie. Energia uderzenia wynika z masy stempla, którą wylicza się jako energię potencjalną wg wzoru:

$$P = H \cdot M \quad (1)$$

gdzie H jest wysokością z jakiej jest zwalniany stempel (powinna wynosić $0,05 \div 0,2$ m).

1.2. Badanie odporności na dokonywania zapisów

Test ma na celu sprawdzenie odporności dokumentu zabezpieczonego elektronicznie na dokonywanie w nim zapisów za pomocą długopisu kulkowego. W zależności od konstrukcji dokumentu, pisanie długopisem może spowodować uszkodzenie układu RFID, inletpu, lub papieru.

Pisanie jest realizowane za pomocą długopisu z kulką o średnicy 0,7 mm, na przeznaczonej do tego celu stronie w dokumencie podróży.

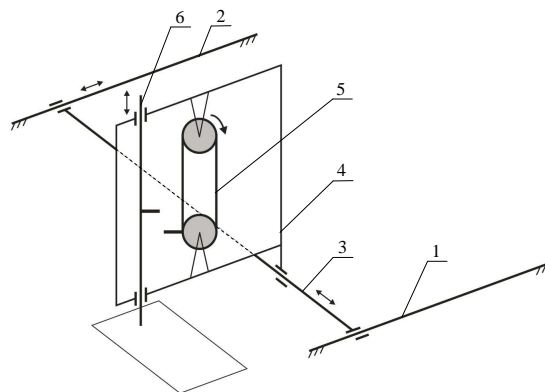
Długopis jest utrzymywany w pozycji prostopadłej do zapisywanej kartki. Ruchy długopisu są realizowane w prostopadłych kierunkach osi X i Y .

Docisk długopisu do kartki wynosi 250 g. Prędkość przesuwu nie może przekraczać 150 mm/s. Najpierw linie są „rysowane” wzdłuż dłuższego boku dokumentu. Po przemieszczeniu długopisu w jedną i drugą stronę po tej samej linii następuje jego przesunięcie na początek następnego wiersza. Po wykonaniu kompletu linii wzdłuż dłuższego boku następuje kreślenie linii wzdłuż boku krótszego (rys.3).

2. STRUKTURA URZĄDZENIA

W celu realizacji badań odporności na stemplowanie, wykonywanie i ścieranie napisów opracowano uniwersalne, mechatroniczne urządzenie testowe. Struktura urządzenia charakteryzuje się budową modułową odpowiednią do uniwersalnego przeznaczenia systemu badawczego.

Podstawowym elementem wykonawczym jest głowica wielofunkcyjna umożliwiająca manipulowanie wymiennymi, specjalizowanymi modułami roboczymi. Kinematyka głowicy wielofunkcyjnej umożliwia unoszenie modułów roboczych za pomocą zabieraka współpracującego z napędem łańcuchowym (rys.5). Opuszczenie modułu roboczego się odbywa automatycznie i przebiega w stanie swobodnego spadku pod działaniem siły grawitacji.



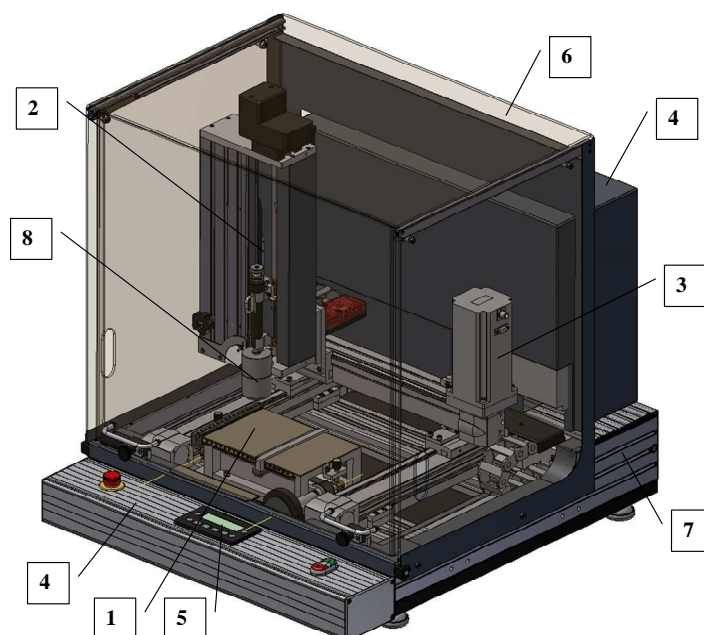
Rys. 5. Schemat kinematyczny urządzenia badawczego: 1, 2 – moduł liniowy podłużny, 3 – moduł liniowy poprzeczny, 4 – głowica wielofunkcyjna, 5 – przekładnia łańcuchowa, 6 – wymienna głowica robocza, 7 - zabierak.

Źródło: Opracowanie własne

Pozycja głowicy jest ustalana za pomocą portalowego manipulatora XY. Manipulator posiada dwie sprzężone mechanicznie osie posuwu podłużnego, do których zamocowana jest oś posuwu poprzecznego. Na suporcie osi poprzecznej znajduje się głowica wielofunkcyjna odpowiedzialna za realizację ruchu modułu roboczego w kierunku pionowym. Głowica posiada uchwyt, w którym wymiennie mogą być instalowane robocze moduły stemplujące, piszące i ścierające. Badany dokument jest unieruchomiony i znajduje się w obszarze pozycjonowania głowicy wielofunkcyjnej.

3. MODEL WIRTUALNY

W korpusie urządzenia (rys.6) umieszczone są wszystkie mechanizmy odpowiedzialne za realizację trzech rodzajów testów dokumentów zabezpieczonych elektronicznie: stemplowanie, ścieranie napisów i zapis długopisem.

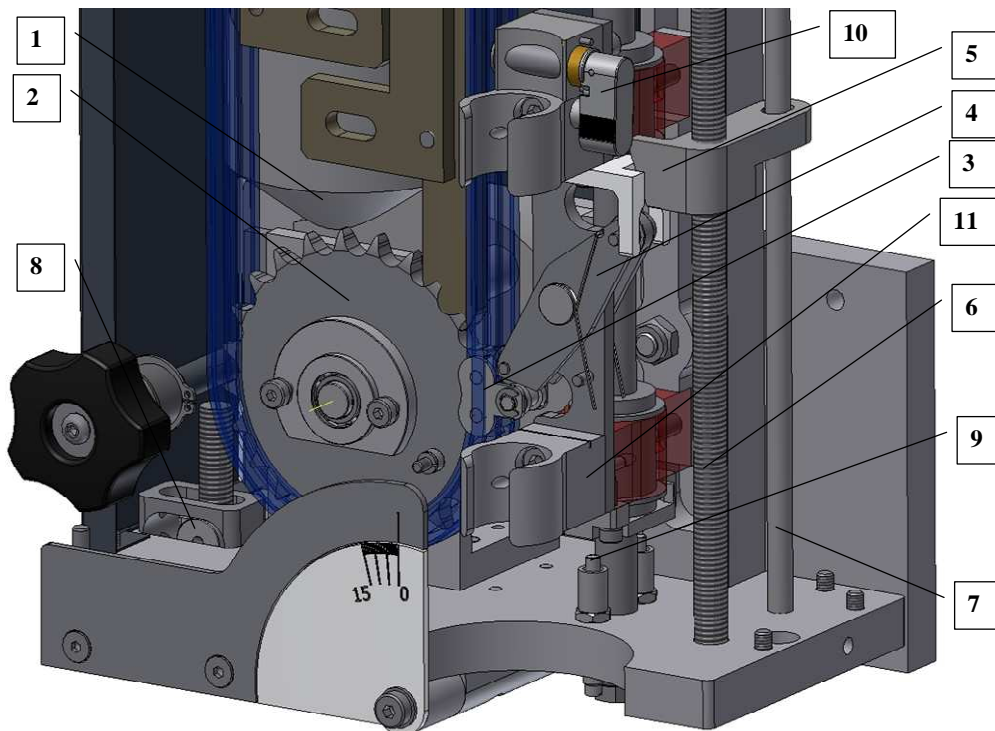


Rys. 6. Model wielofunkcyjnego urządzenia testowego do badania dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym: 1 – stolik roboczy, 2 – głowica uniwersalna, 3 – napęd ruchu poziomego, 4 – kasetka z układem sterowania, 5 – panel sterowania, 6 – osłona, 7 – korpus, 8 – moduł roboczy

Źródło: Opracowanie własne

Pozycjonowanie głowicy w płaszczyźnie "X" i "Y" zrealizowano z wykorzystaniem liniowych mechanizmów śrubowych napędzanych silnikami krokowymi. Ruch w osi "Z" jest wykonywany z zastosowaniem głowicy uniwersalnej wyposażonej w windę do unoszenia modułów roboczych. Dodatkowo głowica posiada regulację pozycji kątowej, która umożliwia ustalenie kierunku uderzenia stempla w badany dokument. Dzięki temu istnieje możliwość odtwarzania prostopadłego oraz skośnego uderzenia stempla.

Napęd osi Z zabudowany wewnątrz głowicy zrealizowano z zastosowaniem przekładni łańcuchowej (rys.7). Zastosowanie mechanizmu łańcuchowego z zabierakiem upraszcza strukturę kinematyczną windy unoszącej moduły robocze. Łańcuch napędowy wyposażono w specjalne rolkowe zaczepy, przechwytyjące uniwersalny uchwyt modułów roboczych.

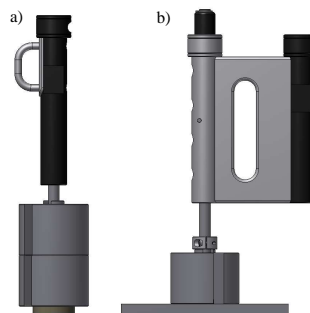


Rys. 7. Model mechanizmu windy realizującej ruch w osi pionowej: 1 – motoreduktor, 2 – koło czynne przekładni łańcuchowej, 3 – ogniwo łańcucha z zaczepem rolkowym, 4 – dźwignia wahliwa, 5 – zderzak ruchomy, 6 – śruba napędowa zderzaka, 7 – prowadnik zderzaka, 8 – mechanizm przechyłu, 9 – amortyzator hydrauliczny, 10 – blokada głowicy wymiennej, 11 – uchwytu modułu roboczego

Źródło: Opracowanie własne

Napęd z motoreduktora prądu stałego przenoszony jest na koło czynne przekładni łańcuchowej i dalej na łańcuch, w którym ogniwo z wbudowaną rolką stanowi zaczep dla wahliwej dźwigni uniwersalnego uchwytu modułów roboczych. Zaczep poprzez dźwignię przechwytuje uchwyt z umieszczonym i zablokowanym w nim modulem i transportuje go do góry. Podnoszenie jest realizowane do momentu natrafienia na skośną powierzchnię zderzaka, ustawionego na wysokość zgodną z procedurą danego testu. Działanie zderzaka wywołuje obrót dźwigni i uwolnienie uchwytu z zaczepu. Po uwolnieniu następuje swobodny ruch uchwytu z głowicą do dołu i w przypadku testu – „stemplowanie”, uderzenie stempla z określoną energią w badany dokument.

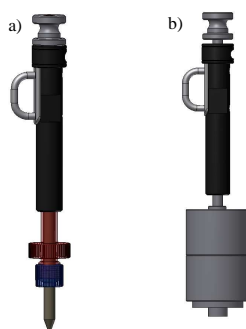
Wszystkie moduły robocze posiadają uniwersalny system mocowania w uchwycie głowicy uniwersalnej. Robocze moduły stemplujące przeznaczone są do cyklicznej pracy udarowej (rys.8).



Rys. 8. Udarowe moduły stemplujące: a) stempel okrągły, b) stempel prostokątny

Źródło: Opracowanie własne

Moduły piszący oraz ścierający przeznaczone są do realizacji cyklicznego ruchu liniowego (rys.9).

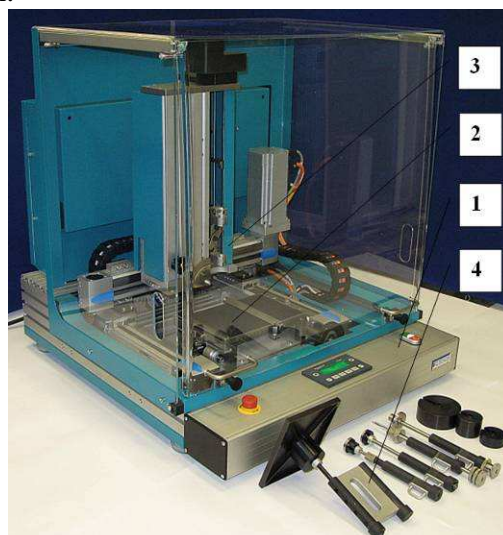


Rys. 9. Moduły robocze o ruchu liniowym: a) moduł piszący, b) moduł ścierający

Źródło: Opracowanie własne

4. PROTOTYP URZĄDZENIA

Zbudowany prototyp (rys.10) umożliwia realizację testów odporności dokumentu na stemplowanie, dokonywanie zapisów długopisem oraz odporności na ścieranie drukowanych informacji alfanumerycznych.



Rys. 10. Tester wielofunkcyjny do badania odporności dokumentów z zabezpieczeniem: 1 - moduł sterowania, 2 - moduł stołu, 3 - zespół napędów osi "X", "Y", "Z", 4 - moduły głowic wymiennych

Źródło: Kolekcja autora

Układ sterowania uniwersalnego urządzenia do testowania rozmieszczono w dwóch sektorach. W sektorze pierwszym - sektorze sterownika PLC, umieszczono większość elementów tworzących układ sterowania urządzenia, na które składają się: sterownik PLC, zasilacz sieciowy sterownika, zasilacz sieciowy silników DC, sterowniki silników skokowych, zasilacz sieciowy sterownika silników skokowych oraz elementy dodatkowe, takie jak: filtr przeciwzakłóceń, brzęczyk, styczniki i przekaźniki (rys.11).



Rys. 11. Rozmieszczenie układu sterowania w sektorze sterownika PLC.

Źródło: Kolekcja autora

W sektorze drugim - sektorze interfejsu operatora, umieszczono klawisze załącz-wyłącz, wyłącznik bezpieczeństwa oraz terminal operatorski

Opracowane i wykonane oprogramowanie sterujące urządzenia umożliwia komunikację sterownika PLC z operatorem poprzez terminal operatorski, informując o stanie urządzenia i wyświetlając na właściwych panelach komunikaty, dotyczące na przykład: wyboru rodzaju wykonywanego testu, stanie zaawansowania testu, zakończeniu testu, parametrów konfiguracyjnych.

5. REALIZACJA BADAŃ

Przeprowadzono badania weryfikacyjne testera wielofunkcyjnego. Przeprowadzone testy obejmowały badania odporności na wielokrotne uderowe obciążenia stemplem, badania odporności na wielokrotne ręczne dokonywanie napisów oraz badania odporności na ścieranie napisów. Za pomocą prototypu urządzenia przebadano 6 książeczek paszportowych (rys. 12). Badania przeprowadzono we współpracy z Polską Wytwórnią Papierów Wartościowych w Warszawie.



Rys. 12. Badane książeczki paszportowe: a) rzeczywista książeczka paszportu, b) demonstracyjna książeczka paszportu.

Źródło: Kolekcja autora

Testy identyfikatorów występujących w formie książeczek przeprowadzono z zastosowaniem produkowanych przez PWPW rzeczywiste dokumenty identyfikacyjne oraz książeczek paszportowych stanowiących modelowych książeczek paszportowych przeznaczonych do celów demonstracyjnych.

Przeprowadzono test odporności na stemplowanie strony wizowej stemplem okrągłym (rys.13). Tester uzbrojono w głowicę do stemplowania obciążoną dodatkowym obciążnikiem. Zderzak zwalnający głowicę ustawiony został na wysokości pozwalającej na uzyskanie energii potencjalnej równej 0,02 kGm.



Rys. 13. Stemplowanie całej strony wizowej stemplem okrągłym.

Źródło: Kolekcja autora

Przeprowadzono także testy stemplowania całej strony dokumentu stemplem prostokątnym (rys.14). Tester został uzbrojony w głowicę przeznaczoną do stemplowania całej strony książeczki paszportowej. Energia uderzenia wynosiła 0,02 kGm.



Rys. 14. Stemplowanie całej strony wizowej stemplem prostokątnym.

Źródło: Kolekcja autora

Przeprowadzone testy stemplowania nie spowodowały uszkodzeń mechanicznych dokumentów. Nie wystąpiła także utrata funkcjonalności bezstykowego układu scalonego w żadnym z testowanych egzemplarzy.

Przeprowadzono test odporności na ręczne zapisywanie strony wizowej za pomocą długopisu (rys.15). Tester uzbrojono w głowicę do zapisu obciążoną standardowym obciążnikiem.



Rys. 15. Zapisywanie strony wizowej długopisem.

Źródło: Kolekcja autora

Test nie spowodował uszkodzeń mechanicznych dokumentów. Nie spowodował także utraty funkcjonalności bezstykowego układu scalonego w żadnym z egzemplarzy.

Przeprowadzono test odporności na ścieranie napisów kompatybilnych ze standardem ICAO (rys.16). Tester uzbrojono w głowicę do ścierania obciążoną standardowym obciążnikiem.



Rys. 16. Test ścierania napisów.

Źródło: Kolekcja autora

Test nie spowodował uszkodzeń mechanicznych dokumentów. Nie spowodował także wytarcia napisów uniemożliwiającego odczytanie danych alfanumerycznych.

PODSUMOWANIE

Opracowane metody i procedury badawcze oraz system aparatury testującej umożliwiają prowadzenie badań produktu zgodnie z wymaganiami dotyczącymi dokumentów podróży definiowanymi przez przepisy ICAO. Prezentowany zestaw metod i procedur badawczych przeznaczonych do badania trwałości nowych rozwiązań w zakresie konstrukcji i wytwarzania wysoko zabezpieczonych dokumentów zawierających układy RFID, dopełnia pętlę sprzężenia zwrotnego w procesie: konstruowanie - wytwarzanie - weryfikacja innowacyjnych, nowoczesnych produktów i technologii wytwarzania.

Procedury badawcze i wykonana modelowa aparatura pozwalają na realizację badań testowych dotyczących określania:

- odporności na wielokrotne udarowe obciążenia stemplem,
- odporności na wielokrotne, ręczne dokonywanie napisów,
- odporności na ścieranie napisów kompatybilnych ze standardem ICAO.

Przeprowadzone badania trwałościowe potwierdziły skuteczność opracowanego systemu badawczego. Wyniki testów pozytywnie zweryfikowały mechaniczną trwałość badanych książeczek paszportowych oraz zaimplementowanych układów RFID. Prototyp systemu został wdrożony w Polskiej Wytwórni Papierów Wartościowych w Warszawie.

Prezentowane rozwiązanie wspomaga proces poprawy bezpiecznej eksploatacji obiektów technicznych oraz podnosi poziom bezpieczeństwa publicznego i technicznego zgodnie z obowiązującymi standardami zrównoważonego rozwoju gospodarki.

THE TEST STAND FOR TESTING THE DURABILITY AND RELIABILITY OF THE PASSPORT BOOKLETS

Abstract

The article presents the mechatronic test system for testing the durability and reliability of the highly-protected special purpose documents with implemented RFID chips. The presented system is particularly intended for testing the durability of new construction and material solutions used in production of advanced hybrid generations of the travel documents containing the RFID chips. The test procedures and the fabricated model apparatus allow performance of the tests for determination of the: durability of the passport booklet against multiple impact load with use of the seal, durability against multiple marking with the ball-pen and resistance the rubbing off the texts compatible with the ICAO standard

BIBLIOGRAFIA

1. Danev B., Heydt-Benjamin T., Capkun S.: *Physical-layer Identification of RFID Devices*. Proceedings of the USENIX Security Symposium, 2009.
2. Duc D. N., Park J., Lee H., Kim K.: *Enhancing security of EPCglobal Gen-2 RFID tag against traceability and cloning*. In Proc. Symposium on Cryptography and Information Security, 2006
3. Higuera A., Montalvo A.: *RFID-enhanced multi-agent based control for a machining system*. International Journal of Flexible Manufacturing Systems. Vol: 19, Issue: 1, March 2007.
4. Juels A.: *Rfid security and privacy: A research survey*. IEEE Journal on Selected Areas in Communications 24, 2 (2006).
5. Kozioł S., Zbrowski A., Samborski T.: *Aparatura do testowania trwałości użytkowej dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym*. - Problemy Eksploatacji 2011 nr 3, str. 157-168.
6. Kozioł S., Zbrowski A., Samborski T., Wiejak J.: *Koncepcja systemu testowania połączeń montażowych w dokumentach z zabezpieczeniem elektronicznym*. Technologia i automatyzacja montażu, 4/2010, s. 6-9
7. *Machine Readable Travel Documents*. Technical Report: Durability of Machine Readable Passports Version 3.2, ICAO 2006.
8. Neuby B. L., Rudin E.: *Radio Frequency Identification: A Panacea for Governments?* Public Organization Review. Vol: 8, Issue: 4, December 2008.
9. Penttilä K., Keskilammi M., Sydänheimo L., Kivikoski M.: *Radio frequency technology for automated manufacturing and logistics control. Part 2: RFID antenna utilisation in industrial applications*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol: 31, Issue: 1-2, November 2006.

10. PN-ISO/IEC 7810:1997/Ap1:2002 *Karty identyfikacyjne - Charakterystyki fizyczne.*
11. PN-ISO/IEC 10373-1:2008 *Karty identyfikacyjne - Metody badań*
12. Rasmussen K., Capkun S.: *Implications of Radio Fingerprinting on the Security of Sensor Networks*, Proceedings of IEEE SecureComm, 2007.
13. Witschnig, H.; Merlin, E.: *About history, basics and applications of RFID technology.* Elektrotechnik und Informationstechnik, Vol: 123, Issue: 3, March 2006, pp. 61 - 71

Autor:

dr inż. Andrzej ZBROWSKI - Instytut Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu;