Krzysztof **DUBIEL**
Mirosław **JACKOW**
Andrzej **ZELEK**

DZIAŁ BADAWCZY ZAKŁADÓW MECHANICZNYCH „TARNÓW" SPÓŁKA AKCYJNA

Streszczenie. W artykule przedstawiono możliwości badawcze Działu Badawczego Zakładów Mechanicznych „Tarnów" Spółka Akcyjna (dalej w tekście Dział Badawczy ZMT S.A.) w zakresie odporności i wytrzymałości urządzeń na czynniki środowiskowe. Podano parametry techniczne oraz możliwości badawcze wyposażenia omawianego Działu. Zestawiono wymagania normy obronnej NO-06-A103 i możliwości badawczych Działu Badawczego ZMT S.A. dla grupy urządzeń N techniki wojskowej.

Słowa kluczowe: laboratorium badawcze, komora klimatyczna, pomiary specjalistyczne, badania i analizy metalograficzne, normy obronne.

1. WPROWADZENIE

Zapewnienie poprawności działania oraz niezawodności współczesnego sprzętu wojskowego wymaga wykonania wielu badań, już na etapie modelu i prototypu. Zakres niezbędnych badań, warunkujących dopuszczenie sprzętu do eksploatacji określony jest w normach branżowych. Dla wyposażenia uzbrojenia są to normy obronne serii NO-06-A101÷107. Ze względu na specyficzne przeznaczenie i warunki eksploatacji projektowanych urządzeń, już na etapie prototypu wymagane są badania poszczególnych podzespołów. Badaniom takim podlegają urządzenia mechaniczne i elektroniczne, które sprawdzane są pod kątem funkcjonalności i odporności na czynniki środowiskowe, nieuszkadzalności oraz podatności obsługowej i niezawodności.

2. ZAKRES OFEROWANYCH BADAŃ

W strukturze obecnego Działu Badawczego ZMT S.A. można wyróżnić następujące grupy tematyczne badań. Są to badania:

- odporności i wytrzymałości urządzeń na czynniki środowiskowe;
- balistyczne (prędkości i szybkostrzelności broni, celności i skupienia za pomocą tarczy elektronicznej);
- pomiary specjalistyczne różnych wielkości (przyspieszenie, siła, droga, temperatura) oraz rejestracja i analiza wyników;
- rejestracje przy pomocy szybkiej kamery;
- rejestracje rozkładu temperatur przy pomocy kamery termalnej;
- rejestracje wizyjne;
- badania i analizy metalograficzne, składu chemicznego, staloskopowe, defektoskopowe itp.

mgr inż. Krzysztof **DUBIEL**, inż. Mirosław **JACKOW**, mgr inż. Andrzej **ZELEK** – Zakłady Mechaniczne „Tarnów" Spółka Akcyjna, Tarnów

Poszczególne grupy tematyczne zostały skrótowo scharakteryzowane w niniejszym artykule.

3. BADANIE ODPORNOŚCI I WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ NA CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE

3.1. Stanowisko badawcze odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia mechaniczne (wibracje i udary)

Stanowisko do badania odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia mechaniczne składa się z elektromagnetycznej wstrząsarki wibracyjnej firmy ETS Solutions z osprzętem, stołu ślizgowego z wyposażeniem oraz 8-kanałowego kontrolera wibracji i udarów firmy LMS wraz z oprogramowaniem (rys. 1).

Zastosowany kontroler firmy LMS z 8-kanałowym wzmacniaczem umożliwia podłączenie dodatkowych przetworników przyspieszenia, do śledzenia wybranych parametrów badanego urządzenia podczas zaprogramowanych wymuszeń wibracji bądź udarów.

Rys. 1. Widok zestawu stanowiska stosowanego w badaniach na narażenia wibracyjne

Stanowisko umożliwia zadawanie określonych wibracji i udarów badanych elementów i podzespołów o następujących parametrach:

- maksymalna siła wymuszająca (dla przebiegów sinusoidalnych, losowo zmiennych i udarowych) odpowiednio – 10 [kN], 10 [kN], 20 [kN];
- zakres częstotliwości 3 ÷ 3000 [Hz];
- przemieszczenie maksymalne (międzyszczytowe) – 51 [mm];
- prędkość maksymalna – 1,8 [m/s];
- przyspieszenie maksymalne – 980 [m/s^2];
- masa ruchomej armatury wzbudnika – 8 [kg];
- średnica armatury wzbudnika - 440 [mm];
- maksymalna masa badanego obiektu w osi pionowej – do 300 [kg];

- kierunki wymuszeń: w trzech osiach (w osi x-y przez stół ślizgowy z obracaniem badanego obiektu);
- masa ruchoma stołu ślizgowego – 40kg + 5kg łącznik (Drive Bar).

3.2. Stanowiska badawcze odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia klimatyczne (temperatura i wilgotność)

Na wyposażeniu Działu Badawczego ZMT S.A. znajdują się dwie komory klimatyczne:

- typ UC7;
- typ SU1000 C10 ESS.

Rys. 2. Komora klimatyczna typ UC7

Rys. 3. Komora klimatyczna typ SU1000 C10

Obie komory wykorzystywane są do badań oddziaływania środowiska (symulacja temperatury i wilgotności powietrza) i pozwalają na uzyskanie wyników w następującym zakresie:

- badania odporności na działanie warunków klimatycznych urządzeń w trakcie ich pracy oraz w warunkach ich magazynowania;
- symulacja zadanych warunków klimatycznych, odpowiadających międzynarodowym standardom. Parametry komór pozwalają na przeprowadzenie badań w zakresie:
  - temperatury od -60 do +120 [°C] (zakres wilgotności względnej 10÷95 [%] w zakresie temperatur 20÷ 80 [°C]) dla komory typu UC7;
  - temperatury od -70 do +180 [°C] (zakres wilgotności względnej 10÷98 [%] w zakresie temperatur 20 ÷ 95 [°C]) dla komory typu SU1000 C10 ESS;

  z maksymalną prędkością zmian temperatury 10 [°C/min].
- badania odporności na tzw. kondensacyjne osady atmosferyczne (szron i rosa).

Wymiary użytkowe obu komór są następujące:

- typ UC7 (S×W×G): 1,7 × 2,5 × 2,0 [m];
- typ SU1000 C10 ESS (S×W×G): 1 × 1,2 × 1,1 [m];

gdzie: S×W×G oznacza: szerokość × wysokość × głębokość komory.

3.3. Stanowisko badawcze odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia klimatyczne (pył i piasek)

Do celów badania odporności i wytrzymałości urządzeń na odziaływanie pyłu i piasku wykorzystywana jest komora typu TPSD.

Rys. 4. Komora klimatyczna typu TPSD

Parametry komory są następujące:

- wymiary użytkowe S×W×G – 2,0 × 1,9 × 2,2 [m];
- możliwość regulacji temperatury w zakresie od temp. otoczenia do 80[°C];
- 4 sterowane wentylatory do nadmuchu pyłu.

3.4. Stanowiska badawcze odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia klimatyczne (mgła solna)

Do badania odporności i wytrzymałości na korozję wyrobów przeznaczonych do eksploatacji w atmosferze nasyconej solami wykorzystuje się mikrokomorę klimatyczną typu DCTC 1200P.

Rys. 5. Komora klimatyczna typu DCTC 1200

Parametry komory są następujące:

- wymiary użytkowe S×W×G: 0,7 × 0,78 m × 1,7 [m];
- możliwość regulacji temperatury w zakresie od temp. otoczenia do 55 [°C];
- zakres wilgotności: od 50÷98 [%];
- możliwe testy: suchy test korozyjny, stałe spryskiwanie wg ASTM, okresowe spryskiwanie z ustawieniem czasu spryskiwania wg DIN, prohesion test.

3.5. Stanowiska badawcze odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia klimatyczne (deszcz)

Dział Badawczy ZMT S.A. posiada także komorę wilgotności i deszczowania typ WD10000, która służy do badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności urządzeń na opady atmosferyczne (deszcz). Jej parametry są następujące:

- wymiary użytkowe S×W×G – 1,95 × 2,0 m × 3,2 m;
- 20 dysz spryskujących, w tym: 4 pionowe, 8 poziomych oraz 8 kątowych;
- możliwość regulacji temperatury w komorze w zakresie od temp. otoczenia do 80°C;
- intensywność zraszania: minimum 5±2 [mm/min].

Rys. 6. Komora wilgotności i deszczowania typ WD10000

Posiadamy własną stację prób, w której usytuowane są wszystkie wymienione wyżej stanowiska badawcze do badań odporności i wytrzymałości urządzeń na narażenia klimatyczne. Stacja prób umożliwia przeprowadzanie strzelań na dystansie 100 [m] w tunelu strzelniczym lub na dystansie 25 [m] z wnętrz komór klimatycznych (z wyłączeniem małej komory klimatycznej oraz mikrokomory klimatycznej). Badania wyrobów na narażenia klimatyczne można przeprowadzać przez cały rok.

3.6. Badania balistyczne

Jednym z zadań laboratorium Działu Badawczego ZMT S.A. jest przeprowadzanie badań strzelaniem gotowych wyrobów w ramach badań nowych wyrobów oraz badań zdawczo-odbiorczych i okresowych. Badania strzelaniem przeprowadzane są m.in. na terenie stacji prób należącej do ZMT S.A. W trakcie badań strzelaniem dokonywany jest pomiar prędkości, szybkostrzelności oraz celności i skupienia. Do tego celu wykorzystywane są:

- bramki optyczne BP-02;
- tarcza elektroniczna B571.

Parametry bramki optycznej BP-02 (do pomiaru prędkości początkowej pocisków):

- kaliber do 60 [mm];
- zakres mierzonych prędkości 50-1500 [m/s];
- baza pomiarowa 1,5 [m].

Bramka optyczna BP-02 składa się z dwóch modułów, w których umieszczone są nadajniki i odbiorniki światła podczerwonego. Dane pochodzące z modułów transmitowane są łączem RS-232 do komputera, gdzie za pomocą oprogramowania wykonywane są obliczenia.

Tarcza elektroniczna B571 składa się z czterech obszarów czujnika podczerwieni. Czujniki są rozmieszczone w taki sposób, że tor przelatującego pocisku jest obliczany na podstawie czasu lotu pocisku przez obszary przetwornika.

Rys. 7. Tarcza elektroniczna B571

Przestrzenne rozmieszczenie obszarów przetworników pokazuje położenie geometryczne strzału. Zmierzone czasy i sygnały są przetwarzane za pomocą rejestratora czasu, a następnie przesyłane do komputera za pomocą interfejsu RS485, w którym pozycja trafienia jest obliczana.

Parametry tarczy elektronicznej typ B571:

- kaliber 5-20 [mm];
- prędkość 50-2000 [m/s];
- szybkostrzelność do 20000 pocisków/minutę;
- efektywna powierzchnia sensorów: 1000 x 1000[mm];

- dokładność obliczenia współrzędnych <5 [mm];
- odporność na zmianę światła otoczenia.

3.7. Pomiary specjalistyczne różnych wielkości (przyspieszenie, siła, droga, temperatura) oraz rejestracja i analiza wyników

W ramach prowadzonych badań gotowych wyrobów wykonywane są specjalistyczne pomiary m.in. w zakresie przyspieszenia, siły. Rejestracja uzyskanych wyników (przebiegów szybkozmiennych) dokonywana jest przy pomocy wielokanałowych rejestratorów, które współpracują z szeroką gamą czujników posiadanych przez laboratorium (czujniki PCB, Kistler, BRUEL&KJAER).

Wykonywane pomiary są szczegółowo dokumentowane.

Zasadnicze wyposażenie badawcze obejmuje:

- przyrządy do pomiaru przyspieszeń w zakresie do 140000 [m/s^2];
- urządzenia do pomiaru sił do 150 [kN];
- rejestratory cyfrowe (GRAPHTEC; HIOKI, SEFRAM).

Rys. 8. Rejestratory cyfrowe: na pierwszym planie GRAPHTEC GL900 w tle HIOKI 8860-50

Wybrane parametry rejestratorów przedstawiono w tabeli poniżej

Tablica 1

Parametr	Graphtec GL900	HIOKI 8860-50
Liczba kanałów	8 analogowych	16 analogowych
Rodzaj pomiarów	pomiar napięć pomiar temperatury pomiar wilgotności pomiar sygnałów impulsowych	- MEMORY (pamięć) - RECORDER: rejestrator - REC & MEM: rejestrator i pamięć - FFT: analiza harmonicznych
Zakres pomiarowy	Dla napięcia: od 20 [mV] do 500 [V], 1-5 [V] Dla temperatury: termopary K, E, J, T, N, R, S, B, W Dla wilgotności: 0÷100 [%]	5 [mV] do 20 [V/dz], 12 zakresów, rozdzielczość: 1/100 zakresu

Parametr	Graphtec GL900	HIOKI 8860-50
Współpraca z komputerem	TAK	TAK
Częstość próbkowania	od 10[μs] do 1 [min]	od 5 [μs/dz] do 5 [min/dz]
Wyświetlacz	kolorowy LCD, 5,7 cala	kolorowy LCD, 10,4 cala

Uzyskane wyniki badań pozwalają na:

- dokonanie oceny w zakresie bezpieczeństwa użytkowania wyrobu;
- weryfikację wyników w odniesieniu do norm i wymagań dokumentacji technicznej;
- wprowadzenie niezbędnych zmian w wyrobie.

3.8. Rejestracje przy pomocy szybkiej kamery

Do wizualizacji i analizy szybkich procesów w pracach badawczo-rozwojowych stosowana jest kamera typu Phantom v711. Przy pełnej rozdzielczości, tj. 1280 x 800 pikseli Phantom v711 jest w stanie osiągnąć prędkość rejestracji 7 530 klatek na sekundę z przepustowością 7 Gpx/s.

Rys. 9. Kamera szybkich rejestracji Phantom v711

Dołączone wraz z kamerą oprogramowanie Phantom Camera Control umożliwia współpracę kamery z komputerem, zapis oraz poklatkowe przeglądanie zapisanego materiału. Dodatkowo oprogramowanie umożliwia analizę zapisanego materiału w celu uzyskania informacji o przemieszczeniach, prędkości i przyspieszeniach wybranych elementów na zarejestrowanym obrazie wizyjnym.

Wybrane parametry kamery Phantom v711:

- przepustowość 7 [Gpx/s];
- rozdzielczość maksymalna 1 280 x 800 [pikseli];
- prędkość rejestracji w pełnej rozdzielczości 7 530 klatek na sekundę;
- prędkość maksymalna 680 000 klatek na sekundę;
- minimalny czas ekspozycji 1 [μs];
- komunikacja z komputerem za pomocą Gigabit Ethernet;
- mocowanie obiektywu: Canon EOS mount.

W skład wyposażenia kamery wchodzą obiektywy zmiennoogniskowe:

- Canon EF 70-200mm f/2.8 L USM;
- Canon EF 24-70mm f/ 2,8 L USM;
- przenośny statyw Manfrotto;
- oprogramowanie Phantom Camera Control (PCC 1.3);
- przenośny komputer DELL Studio 1749;
- zestaw markerów do określania położenia przestrzennego obiektu badanego.

3.9. Rejestracje rozkładu temperatur przy pomocy kamery termalnej

Dział Badawczy ZMT S.A. ma na swoim wyposażeniu kamerę termalną FLIR T640. Jest to najwyższej skuteczności system do kontroli termowizyjnych wśród urządzeń dostępnych na rynku. Kamera termowizyjna ma możliwość regulacji w wielu płaszczyznach i duży ekran dotykowy. Dzięki wbudowanemu wizjerowi, niewielkiemu ciężarowi, zastosowaniu joysticka i dużych przycisków jest to najnowocześniejsze urządzenie z technologią obsługi dotykowej, zapewniające wygodną pracę i profesjonalne wyniki.

Rys. 10. Kamera FLIR T640

Wybrane parametry kamery FLIR T640

1. Dane obrazowania i optyczne:
   - pole widzenia (FOV) 25 × 19[°];
   - czułość temperaturowa/NETD <40 [mK] przy +30[°C];
   - powiększenie cyfrowe ciągłe 1-8×;
   - cyfrowa korekta obrazu oraz cyfrowa redukcja szumu.
2. Dane detektora:
   - typ detektora: Mikrobolometr niechłodzony typu FPA (ang. Focal Plane Array, matryca pracująca w płaszczyźnie ogniskowej);
   - zakres widmowy 7,5-14 [μm];
   - rozdzielczość obrazu termowizyjnego 640 × 480 pikseli.
3. Prezentacja obrazu: wbudowany duży ekran dotykowy LCD o przekątnej 4,3 cala.

4. Tryby prezentacji obrazu
- obraz termowizyjny: obraz termowizyjny pełnobarwny;
- obraz w świetle widzialnym: pełnobarwny obraz w świetle widzialnym.

5.Pomiar:
- zakres temperatur -40 do +150 [°C]
  +100 do +650 [°C]
  +300 do +2000 [°C]
- dokładność ±2 [°C] lub ±2 [%] odczytu.

6. Funkcje pomiarowe:
- obszar: 5 prostokątnych lub okrągłych obszarów z wartością maks./min./średnią;
- automatyczne wykrywanie miejsc gorących/zimnych: maks./min. wartość temperatury oraz położenie pokazywane w obszarze prostokątnym, okrągłym lub na linii;
- temperatura różnicowa: różnica temperatur między funkcjami pomiarowymi lub temperaturą odniesienia;
- różnica temperatur między funkcjami pomiarowymi lub temperaturą odniesienia.

7. Kamera cyfrowa: wbudowana kamera cyfrowa 5 megapikseli z diodą LED.

8. Wskaźnik laserowy: laser aktywowany specjalnym przyciskiem.

Zastosowanie:
- w instalacjach mechanicznych (np. uzupełnienie informacji w badaniu wibracji urządzeń mechanicznych);
- w instalacjach hydraulicznych (np. przeglądy izolacji rur);
- wysokie napięcie (np. do badania systemów i elementów elektrycznych wszystkich kształtów i rozmiarów);
- niskie napięcie (np. wykrywanie wad takich jak: wysoki opór złącz, korozja złącz, uszkodzenie wewnątrz bezpiecznika, wewnętrzna wada wyłącznika, zły kontakt połączeń i wada wewnętrzna);
- w instalacjach ogniotrwałych i petrochemicznych (np. przegląd pracujących instalacji);
- inne zastosowania (np. wykrywanie poziomu płynów w zbiornikach, wykrywanie gorących punktów w robotach spawalniczych, przegląd materiałów lotniczych itd.).

3.10. Badania geometryczne

Do pomiarów geometrycznych maszyn (precyzyjne pozycjonowanie) stosowany jest laserowy system pomiarowy LSP-30. Zastosowanie tego systemu ułatwia pomiar i pozwala na osiągnięcie znacznie wyższej dokładności pomiarowej w porównaniu z tradycyjnymi metodami pomiarowymi. Laserowy system pomiarowy LSP-30 jest interferometrem dwuczęstotliwościowym. Oprogramowanie umożliwia tworzenie raportów i atestów pomiarowych. Możliwy jest wybór obróbki statystycznej wyników zgodnie z normami:
- PN - 93 M55580 (polska),
- ISO 230-2 (europejska),
- NMTBA (USA),
- VDI/DGQ 3441 (niemiecka)
- i BSI BS 4656 Part 16 (brytyjska).

Bardzo dobre parametry techniczne interferometru pozwalają na zastosowanie go w laboratoriach naukowych, do precyzyjnego pozycjonowania oraz do skalowania liniałów pomiarowych.

Rodzaje pomiarów wykonywanych za pomocą systemu laserowego LSP-30:

- pomiar pozycjonowania liniowego przesuwu maszyn sterownych numerycznie,
- pomiar pozycjonowania kątowego stołów i wrzecion maszyn sterowanych numerycznie,
- pomiar prostoliniowości,
- pomiar płaskości powierzchni,
- pomiar prostopadłości powierzchni,
- pomiar prędkości.

3.11. Badania wizualne

Jesteśmy w posiadaniu wideorejestratora OLYMPUS, model IV8635L1 - kompaktowego zestawu, który posiada między innymi 6,5” monitor z funkcją Daylight-View do pracy w miejscach o dużym nasłonecznieniu oraz wymienne dwa obiektywy. Wyposażony w wymienny akumulator litowo-jonowy jest gotowy do użycia w dowolnym miejscu wykonywanej pracy. Dostęp do prawie każdego menu i funkcji można uzyskać za pomocą maksymalnie trzech naciśnięć szybko dostępnych przycisków. Artykulacja końcówki sondy TrueFeel™ zapewnia łatwą i precyzyjną kontrolę.

Działanie wideoskopu umożliwia wykonywanie pracy na otwartej przestrzeni w różnorodnych warunkach pogodowych, w miejscach o dużym zapyleniu lub zapiaszczeniu czy na obszarach przemysłowych.

Rys. 11. Wideo rejestrator OLYMPUS, model IV8635L1

Wybrane parametry wideorejestratora OLYMPUS.

1. Końcówka sondy:mechanizm artykulacyjny: artykulacja końcówki sondy TrueFeel™ z elektronicznie wspomaganą artykulacją ręczną;

- sterowanie obrazem: 3-stopniowe powiększenie cyfrowe, 8-stopniowa regulacja jasności;
- regulacja jasności obrazu: 3-stopniowa regulacja obrazu z unikalną technologią regulacji poziomu jasności WiDER™;

- oświetlenie: zespół diod LED o dużej intensywności, 2-stopniowa regulacja dla bardzo jasnego oświetlenia;
- identyfikacja adaptera końcówki optycznej: technologia automatycznego rozpoznania SmartTip™.

2. Manipulacje z oprogramowania:

- manipulowanie obrazem 5-stopniowe powiększenie cyfrowe, 8-stopniowa regulacja jasności;
- regulacja jasności obrazu 3-stopniowa regulacja obrazu z unikalną technologią regulacji poziomu jasności WiDER™ N.D.;
- opcje wyświetlania tekstu: wyświetlanie 30 znaków tytułu.

3. Środowisko pracy:

- temperatura robocza: część robocza sondy (w powietrzu: od -25 do 100[˚C], w wodzie: od 10 do 30 [˚C]), inne części (w powietrzu: od -21 do 49 [˚C]);
- wilgotność względna: od 15 do 90 [%].

3.12. Badania i analizy metalograficzne, składu chemicznego, staloskopowe, defektoskopowe itp.

W strukturze Działu Badawczego ZMT S.A. funkcjonuje jednostka, która jest wiodącą w zakresie metaloznawstwa, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej, powierzchniowej, własności mechanicznych, składu chemicznego, powłok ochronnych oraz badań defektoskopowych.

W skład jednostki wchodzą:

- warsztat mechaniczny laboratorium;
- pracownia wytrzymałości materiałów i metalografii;
- pracownia chemiczna i powłok ochronnych;
- pracownia analiz składu chemicznego i badań defektoskopowych.

Do głównych zadań jednostki należą:

- wykonywanie makro- i mikroskopowych badań metali i ich stopów;
- wykonywanie analiz chemicznych metali i ich stopów;
- wykonywanie badań fizyko-chemicznych materiałów pomocniczych;
- wykonywanie badań własności mechanicznych i technologicznych materiałów, sprężyn oraz półfabrykatów;
- wykonywanie badań defektoskopowych (magnetycznych i penetracyjnych oraz rentgenowskich przemysłowych);
- wykonywanie ekspertyz i prac doświadczalnych z zakresu metaloznawstwa i obróbki cieplnej, korozji i powłok ochronnych, wytrzymałości i skrawalności materiałów;
- współpraca z instytutami naukowo-badawczymi i uczelniami technicznymi;
- nadzorowanie i prowadzenie działań związanych z wzorcowaniem przyrządów do pomiaru twardości i siły.

Warsztat mechaniczny laboratorium

Warsztat przyjmuje do badań próbki pobrane z dostaw materiałów hutniczych, odkuwki, odlewy, próbki „świadki” z kontroli procesów obróbki cieplnej, cieplno-chemicznej, galwanicznej, próbki soli i saletry hartowniczej, soli do azotowania, próbki farb i lakierów, olejów i smarów. Z dostarczonych materiałów i półfabrykatów przygotowywane

są drogą obróbki mechanicznej znormalizowane próbki do badań własności mechanicznych, metalograficznych, składu chemicznego oraz hartowności stali.

Pracownia wytrzymałości materiałów i metalografii

Pracownia wykonuje ekspertyzy i prace doświadczalne z zakresu materiałoznawstwa i obróbki cieplnej, pozwalające ustalić charakter różnych wad w materiale w celu jego reklamacji lub rozwiązania problemów pojawiających się przy jego obróbce. Oprócz badań rutynowych dla potrzeb Spółki wykonuje również badania i ekspertyzy zlecane przez firmy zewnętrzne.

Pracowania wykonuje następujące badania:

- własności mechanicznych i technologicznych metali (wyrobów hutniczych, odkuwek, odlewów, drutów sprężynowych);
- twardości metodą: Vickersa, Rockwella, Brinella;
- grubości warstw: zahartowanych indukcyjnie, nawęglanych, azotowanych lub anodowanych przy pomocy pomiaru rozkładu twardości metodą Vickersa lub metodą metalograficzną;
- sił, charakterystyk, wytrzymałości zmęczeniowej sprężyn;
- makroskopowe i mikroskopowe metali i ich stopów.

Pracownia chemiczna i powłok ochronnych

Wykonuje badania:

- składu chemicznego metali metodą klasyczną, spektrometryczną i absorpcji w podczerwieni;
- farb, lakierów, smarów, olejów;
- soli hartowniczych i soli do azotowania metodą „Tenifer”;
- wykonuje ekspertyzy z zakresu korozji i powłok ochronnych.

Pracownia analiz składu chemicznego i badań defektoskopowych

Wykonuje badania:

- składu chemicznego metali metodą spektrometryczną i absorpcji w podczerwieni;
- defektoskopowe : magnetyczne, penetracyjne, rentgenowskie;
- próbę hartowności;
- ustalenie parametrów obróbki cieplnej dla części szczególnie obciążonych mechaniczne, do produkcji "S".

Ww. zadania realizowane są dla potrzeb Spółki, jako integralna część kompleksu obsługi produkcji, jak również dla zleceniodawców zewnętrznych. Wszystkie badania wykonywane są według: instrukcji systemowych pracowni, instrukcji technologicznych i Polskich Norm.

3.13. Badania nieuszkadzalności i podatności obsługowej.

Indywidualnie dla obiektu badanego Dział Badawczy ZMT S.A. jest w stanie opracować uzgodnione z klientem odpowiednie programy badań wraz z metodykami, odpowiadające normie AQAP 2110 w zakresie oceny nieuszkadzalności i podatności obsługowej sprzętu. Programy badań są zwykle opracowywane na podstawie stosownych dokumentów odniesienia definiujących wymagania np. WZTT i stosownie do wymagań realizowane są we współpracy z Rejonowym Przedstawicielstwem Wojskowym. W zależności od typu SW badania mogą obejmować wstępne badania kontrolne oraz pełne badanie żywotnościowe.

Badania podatności obsługowej mogą być realizowane na podstawie oceny spełnienia założeń z wykorzystaniem specjalistycznych stanowisk, narzędzi i przyrządów opracowanych indywidualnie do zadania.

4. ZESTAWIENIE MOŻLIWOŚCI BADAWCZYCH

Norma obronna NO-06-A103 obejmuje wymagania dotyczące różnych rodzajów urządzeń wojskowych. Są to urządzenia: naziemne (klasa N), morskie (klasa M), lotnicze (klasa S) oraz rakietowe i urządzenia (wyposażenie) amunicji artyleryjskiej (klasa T).

W tabeli 2 zostały przedstawione rodzaje badań, jakie są przewidziane dla urządzeń klasy N i możliwości badawcze Działu Badawczego ZMT S.A. Urządzenia klasy N podzielono na 14 grup. W zależności od grupy urządzenia w ramach danej klasy, szczegółowe parametry narażeń są zawężone zgodnie z wymaganiami normy.

Tablica 2. Zakres możliwości realizacji badań przez Dział Badawczy ZM „TARNÓW" na przykładzie urządzeń grupy N wg NO-06-A103

Czynnik środowiskowy	Jedno-stka miary	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
Drgania sinusoidalne	$m \cdot s^{-2}$	badania nie wykonuje się					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Drgania akustyczne	dB	badania nie wykonuje się					—	—	—	—	—	—	—	—	—
Udary mechaniczne pojedyncze	$m \cdot s^{-2}$	badania nie wykonuje się					✓	badania nie wykonuje się	✓	badania nie wykonuje się	—	✓	✓	badania nie wykonuje się	✓
Udary mechaniczne wielokrotne	$m \cdot s^{-2}$	badania nie wykonuje się					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niskie ciśnienie atmosferyczne	hPa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Podwyższona temperatura otoczenia dla wykonania UZ	°C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Obniżona temperatura otoczenia dla wykonania UZ	°C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zmiany temperatury otoczenia dla wykonania UZ	°C	badania nie wykonuje się			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zwiększona wilgotność dla wykonania UZ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Opady atmosferyczne (deszcz)	—	badania nie wykonuje się				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kondensacyjne osady atmosferyczne (rosa, szron, lód)	—	badania nie wykonuje się				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mgła solna (morska) dla wykonania UZ	—	✓	✓	✓	badania nie wykonuje się	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pył statyczny (piasek)	—	badania nie wykonuje się				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	badania nie wykonuje się
Pył dynamiczny	—	badania nie wykonuje się				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Czynnik środowiskowy	Jedno-stka miary	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
(piasek)															
Promienie słoneczne (pełne ultrafioletowe)	$W \cdot m^{-2}$	badania nie wykonuje się				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Strumień powietrzny (wiatr)	$m \cdot s^{-1}$	badania nie wykonuje się				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grzyby pleśniowe	—	badania nie wykonuje się													
Specjalne środowiska: składniki paliwa rakietowego: amyl (N2O4) heptyl [(CH3)2 NNH2]	$mg \cdot m^{-2}$	—	—	—	—	—	badania nie wykonuje się								
UWAGI: ✓ - możliwość przeprowadzenia badania — - brak możliwości przeprowadzenia badania															

5. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono parametry techniczne stanowisk badawczych, stanowiących wyposażenie Działu Badawczego ZMT S.A. umożliwiających:

- badania odporności i wytrzymałości pojazdów i urządzeń na czynniki środowiskowe, takie jak: wibracje, udary, temperatura i wilgotność otoczenia;
- badań w zakresie metaloznawstwa, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej, powierzchniowej;
- badań własności mechanicznych, składu chemicznego, powłok ochronnych;
- oraz badań defektoskopowych.

Realizacja przedstawionego w tabeli 2 zakresu wymagań norm obronnych pozwala zweryfikować możliwości badawcze tego laboratorium w zastosowaniu do klasy N urządzeń techniki wojskowej. Informacje zawarte w tabeli 2 mogą być pomocne również przy wstępnym opracowywaniu programu badań i wykorzystane zarówno przez pracowników laboratorium, jak i przez klienta zewnętrznego.

6. LITERATURA

[1] Norma obronna NO-06-A103: 2005. Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania środowiskowe.

[2] Norma obronna NO-06-A107: 2005. Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych.

[3] System wibracyjny ETS Solutions MPA403/M124M GT700. Karta katalogowa firmy ETS Solutions.

[4] Komora klimatyczna UC7. Karta katalogowa firmy Angelantoni Group.

[5] Komora klimatyczna SU1000 C 10 ESS. Karta katalogowa firmy Angelantoni Group.

[6] Komora klimatyczna TPSD. Karta katalogowa firmy Tprofile.

[7] Komora klimatyczna DCTC 1200P. Karta katalogowa firmy Angelantoni Group.

[8] Komora klimatyczna WD10000. Karta katalogowa firmy Tprofile.

[9] Tarcza elektroniczna B571. Karta katalogowa firmy HPI.

[10] Rejestrator GRAPHTEC GL900. Karta katalogowa firmy Graphtec Corporation.

[11] Rejestrator HIOKI 8860-50. Karta katalogowa firmy HIOKI.

[12] Kamera szybkich rejestracji Phantom v711. Karta katalogowa firmy Vision Research.

[13] Kamera FLIR T640. Karta katalogowa firmy FLIR.

[14] Wideorejestrator OLYMPUS IV8635L1. Karta katalogowa firmy OLYMPUS.

RESEARCH LABORATORY FOR TESTING THE RESISTANCE OF MILITARY TECHNIQUE DEVICES TO ENVIRONMENTAL FACTOR

Abstract. Article describes research capabilities of Research Department of ZM TARNÓW S.A. in the field of device resistance for environmental factors. Technical parameters and research possibilities of discussed laboratory are shown. Requirements of defense standard NO-06-A103 and research capabilities of ZMT TARNÓW S.A. Research Department for N equipment group of military technology are compiled.

Keywords: research laboratory, climatic chamber, specialized measurements, metallographic researches and analysis, defense standards.