

Autoreferat

1. Dane osobowe

Imiona i nazwisko: Grzegorz Michał Socha

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

Magister inżynier mechanik, technologia maszyn , Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, 28.05.1987, Symulacja komputerowa operacji głębokiego tłoczenia

Doktor nauk technicznych, mechanika, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, 30.11.1995, Zmiany anizotropii plastycznej metali w czasie

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

1987 - 1989, konstruktor, Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie

1989 - 1995, asystent, Zakład Wytrzymałości Materiałów, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa

1995 - 1996, adiunkt, Zakład Wytrzymałości Materiałów, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa

1996 - 1997, pracownik naukowo - badawczy, Ship Laboratory, Helsinki University of Technology, Finlandia

1997- 2005, adiunkt, Zakład Wytrzymałości Materiałów, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa

2005 - 2012, adiunkt, Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji, Instytut Lotnictwa, Warszawa

Pełnione funkcje kierownicze:

1997 - 2005, kierownik Laboratorium Badań Wytrzymałościowych w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN

2005 - 2011, kierownik Laboratorium Badań Materiałowych w Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji Instytutu Lotnictwa

2007 - 2011, dyrektor Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji w Instytucie Lotnictwa

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

4.1 Jednotematyczny cykl publikacji: „Metoda badania i monitorowania kumulacji uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych” stanowiący osiągnięcie naukowe po otrzymaniu stopnia doktora.

1. G. Socha, Experimental investigations of fatigue cracks nucleation, growth and coalescence in structural steel, Int J Fat, vol. 25/2, pp. 139-147, 2003
2. G. Socha, Experimental investigations of the fatigue damage in A10 structural steel, Proc. Of 5th Int. Conf. FATIGUE 2003, pp. 351-358, Engineering Integrity Society, Cambridge 2003
3. D. Kukla, L. Dietrich, G. Socha, K.J. Kurzydłowski, W. Manaj, Nieniszczące metody badania degradacji zmęczeniowej stali Cr–Mo, Dozór Techniczny, 6(210), str. 135-138, 2003
4. G. Socha, Prediction of the fatigue life on the basis of damage progress rate curves, Int J Fat, vol.26/4, pp.339-347, 2004
5. G. Socha, Nowa metoda wczesnego wykrywania i monitorowania kumulacji zniszczenia zmęczeniowego stali konstrukcyjnych, 103 strony, Wydawnictwo Centrum Doskonałości LAPROMAT, Warszawa, 2004

6. G. Socha, L. Dietrich, Patent PL 199326: Samocentrujący uchwyt do mocowania przedmiotów zaopatrzonych we współosiowe gwintowane końcówki, Wiadomości Urzędu Patentowego, 09/08, 2008
7. G. Socha, Changes of the yield condition due to accumulation of damage of metal alloys, Engineering Transactions, 56, 3, pp. 227-245, 2008
8. G. Socha, L. Dietrich, Patent PL 204561: Sposób określania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego wywołanego obciążeniami konstrukcyjnymi, Wiadomości Urzędu Patentowego, 01/10, 2010
9. G. Socha, L. Dietrich, Accumulation of damage in A336 GR5 structural steel subject to complex stress loading, Strain, 48, pp. 279-285, 2012

4.2 Omówienie celu naukowego poszczególnych prac oraz osiągniętych wyników

Cykl publikacji dotyczących metody badania i monitorowania kumulacji uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych obejmuje dziewięć wybranych publikacji z lat 2003 - 2012. Prace te opisują nową metodę badania kumulacji uszkodzenia materiałów sprężysto - plastycznych polegającą na monitorowaniu zmian lokalnej odpowiedzi niesprężystej materiału poddanego obciążeniom cyklicznie zmiennym.

Badania trwałości zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych wykonuje się w laboratoriach badawczych poddając próbkę materiału cyklicznie zmiennym obciążeniom, przy jednoczesnym zliczaniu liczby cykli do zniszczenia próbki lub utworzenia makropęknięcia. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w ten sposób formułowane jest kryterium zniszczenia materiału, które to kryterium służy następnie do określenia trwałości elementu konstrukcji poddanego obciążeniom eksploatacyjnym. W zdecydowanej większości przypadków obliczeń trwałości elementów konstrukcji stosowany jest liniowy model kumulacji uszkodzeń Palmgrena-Minera. Podstawowym założeniem liniowej zasady kumulacji uszkodzeń jest stwierdzenie, że każdy cykl obciążenia o stałej amplitudzie w jednakowym stopniu przyczynia się do uszkodzenia. Założenie to, stosowane bez weryfikacji eksperymentalnej może doprowadzić do uzyskania wyniku obarczonego bardzo dużym błędem. Weryfikacja zasady liniowej kumulacji wymaga prześledzenia zmian parametru uszkodzenia jako funkcji liczby cykli obciążenia (ilustracją graficzną tych zmian jest

wykres uszkodzeń). Niestety, na obecnym etapie rozwoju wiedzy nie ma powszechnie zaakceptowanej definicji parametru uszkodzenia pozwalającej na wiarygodny pomiar stopnia uszkodzenia materiału. Propozycja definicji parametru uszkodzenia w postaci podanej w pierwszej z wymienionych prac pozwala na obserwację zmian uszkodzenia dla sprężysto-plastycznych materiałów wykazujących cykliczne osłabienie, a co za tym idzie, eksperymentalne wyznaczenie wykresu uszkodzeń. Wykres ten jednoznacznie określa przebieg uszkodzenia materiału i pozwala na dobranie odpowiedniej hipotezy sumowania uszkodzeń zmęczeniowych, co w rezultacie pozwala na zminimalizowanie błędu oszacowania trwałości elementu konstrukcji. Dodatkowym atutem zaproponowanej metody pomiaru kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego jest możliwość monitorowania uszkodzenia materiału w fazie poprzedzającej utworzenie makropęknięcia. Fakt ten może zostać wykorzystany do kalibracji obecnie stosowanych nieniszczących metod diagnostycznych i zastosowania tych metod do pomiaru uszkodzenia materiału w fazie poprzedzającej utworzenie makropęknięcia.

Celem naukowym pracy [1] - *„Experimental investigations of fatigue cracks nucleation, growth and coalescence in structural steel”* było zaproponowanie nowej, eksperymentalnej metody badania kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego stali konstrukcyjnych wykazujących osłabienie cykliczne. Opisana została technika badawcza i zaprezentowane zostały wyniki badań zmęczeniowych w postaci zmian lokalnej odporności niesprężystej materiału jako funkcji liczby cykli obciążenia. Analiza wyników umożliwiła podział procesu zniszczenia zmęczeniowego na trzy fazy: stabilizację cykliczną, wzrost mikrouszkodzeń i propagację makropęknięcia, oraz określenie proporcji pomiędzy długością poszczególnych faz procesu. Ponadto na podstawie wspomnianej analizy wykazana została zgodność zaproponowanej metody z podejściem tradycyjnym (zliczanie cykli do zniszczenia). Zaproponowana została także definicja parametru uszkodzenia dla drugiej fazy procesu i algorytm obliczania trwałości elementu konstrukcji poddanego obciążeniom eksploatacyjnym.

Celem pracy [2] - *„Experimental investigations of the fatigue damage in A10 structural steel”* było przedstawienie techniki badawczej oraz wyników badań dla stali A10 wraz ze

wskazaniem i omówieniem potencjalnych możliwości wykorzystania nowo opracowanej metody badawczej:

- do badań kumulacji uszkodzenia sprężysto-plastycznych stopów metali w warunkach laboratoryjnych,
- do szacowania trwałości elementów konstrukcji,
- do pomiaru stopnia uszkodzenia materiału na podstawie badań próbek wyciętych z elementu konstrukcji (metoda niszcząca),
- do pomiaru stopnia uszkodzenia na podstawie lokalnego pomiaru odpowiedzi niesprężystej elementu konstrukcji z wykorzystaniem polowych metod pomiaru odkształceń i naprężeń (metoda nieniszcząca),
- do kalibracji nieniszczących metod diagnostycznych za pomocą próbek uszkodzonych w określonym stopniu z zastosowaniem zaproponowanej metody.

Celem pracy [3] - „*Nieniszczące metody badania degradacji zmęczeniowej stali Cr-Mo*” było wykonanie i przedstawienie wyników badań korelacji pomiarów nieniszczących wykonanych metodą ultradźwiękową oraz prądowirową ze stopniem uszkodzenia zmęczeniowego stali A336 GR5, A387 GR22 oraz A387 GR12 w fazie poprzedzającej utworzenia makropęknięcia. Próbkę wykonaną ze wspomnianych trzech gatunków stali zostały uszkodzone w warunkach laboratoryjnych, przy czym stopień uszkodzenia był monitorowany poprzez pomiar odpowiedzi niesprężystej zgodnie z zaproponowaną w pracy [1] metodą. Dla próbek o znanym stopniu uszkodzenia wykonano pomiary współczynnika tłumienia fal ultradźwiękowych i właściwości elektrycznych (metoda prądowirowa). Stwierdzono brak korelacji pomiędzy zmierzonym współczynnikiem tłumienia fal ultradźwiękowych a stopniem uszkodzenia materiału co wskazuje na konieczność modyfikacji metody pomiaru tłumienia fal do detekcji uszkodzenia zmęczeniowego badanych stali. Metoda prądowirowa okazała się czuła na zmiany strukturalne materiału spowodowane uszkodzeniem zmęczeniowym co pozwala na stwierdzenie, że dalszy rozwój tej nieniszczącej techniki diagnostycznej może umożliwić jej zastosowanie do detekcji uszkodzenia w fazie poprzedzającej utworzenie makropęknięcia.

Celem pracy [4] - „*Prediction of the fatigue life on the basis of damage progress rate curves*” było zaproponowanie nowej metody szacowania trwałości zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych w oparciu o koncepcję Krzywej Szybkości Kumulacji Uszkodzeń. Krzywa Szybkości Kumulacji Uszkodzeń przedstawia szybkość kumulacji uszkodzeń dD/dn jako funkcję amplitudy parametru sterującego σ_a , którym w przypadku opisywanych badań było naprężenie. Powstaje ona jako aproksymacja punktów doświadczalnych wyznaczonych na podstawie eksperymentalnie wyznaczonych wykresów uszkodzeń. Wykresy uszkodzeń oraz Krzywe Szybkości Kumulacji Uszkodzeń (KSKU) zostały wyznaczone w sposób opisany w pracy dla trzech gatunków stali: A336 GR5, A387 GR22 oraz 15HM. W celu weryfikacji zaproponowanej koncepcji wykonano dla trzech badanych gatunków stali badania polegające na obciążaniu próbek blokami o stałych amplitudach naprężenia w sekwencji Hi-Lo (wysoka-niska) oraz Lo-Hi (niska-wysoka). Średnią z trzech testów dla danej sekwencji porównano z wynikiem oszacowania trwałości bazującego na szybkości kumulacji uszkodzenia otrzymanej z równania KSKU. Błąd oszacowania w porównaniu z wynikiem doświadczalnym tylko w jednym przypadku przekroczył wartość 10% i wyniósł 56% dla stali 15HM i sekwencji Hi-Lo. Było to spowodowane wczesną aktywacją pasm Lüdersa (zjawiskiem charakterystycznym dla stali wykazujących fizyczną granicę plastyczności).

Monografia [5] - „*Nowa metoda wczesnego wykrywania i monitorowania kumulacji zniszczenia zmęczeniowego stali konstrukcyjnych*”, na podstawie której otwarty został w 2004 roku w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN mój przewód habilitacyjny powstała jako suma doświadczeń zdobytych w trakcie prac nad rozwojem techniki badawczej i koncepcji Krzywej Szybkości Kumulacji Uszkodzeń jako narzędzia umożliwiającego szacowanie trwałości elementów konstrukcji. Monografia ta zawierała przegląd eksperymentalnych metod badania zjawiska zniszczenia zmęczeniowego, przegląd hipotez kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych, przegląd stosowanych przez badaczy metod pomiaru uszkodzenia i parametrów uszkodzenia, opis nowej metody badania kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego, opis koncepcji Krzywej Prędkości Zniszczenia Zmęczeniowego (nazwa ta została później zmieniona na Krzywą Szybkości Kumulacji Uszkodzeń) oraz opis możliwości wykorzystania nowo opracowanej metody w

praktyce inżynierskiej. Po otrzymaniu recenzji zawierających uwagi krytyczne dotyczące między innymi zastosowanego słownictwa i zakresu pracy podjąłem decyzję o wycofaniu pracy w celu dokonania sugerowanych przez recenzentów poprawek i uzupełnień. Na mój wniosek przewód habilitacyjny został decyzją Rady Naukowej IPPT PAN zamknięty. Poprawiona wersja monografii została opublikowana w kwartalniku Prace Instytutu Lotnictwa w 2007 roku.

Opublikowany w Biuletynie Urzędu Patentowego opis wynalazku [6] - „*Samocentrujący uchwyt do mocowania przedmiotów zaopatrzonych we współosiowe gwintowane końcówki*” zawiera opis ułatwiającego osiowanie próbki układu chwytowego zastosowanego w badaniach kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych [1]. Osiowanie próbki ma decydujące znaczenie w wypadku badań odpowiedzi niesprężystej ponieważ niejednorodny rozkład naprężeń w badanym przekroju próbki może spowodować lokalne uplastycznienie materiału. Zjawisko to, spowodowane obciążeniami zginającymi, wpływa na wyniki pomiaru odkształceń, a co za tym idzie na wyznaczoną wartość odpowiedzi niesprężystej w cyklu obciążenia. Opisany wynalazek pozwala na otrzymanie wyników badań zmian odpowiedzi niesprężystej materiału próbki w badanym przekroju nie obarczonych błędem systematycznym spowodowanym nieosiowym przyłożeniem obciążenia do próbki.

Celem pracy [7] - „*Changes of the yield condition due to accumulation of damage of metal alloys*” było, obok zaprezentowania wyników badań stabilizacji cyklicznej stopów A336 GR5 oraz A387 GR22, zaproponowanie rozszerzenia modelu matematycznego opisującego kumulację uszkodzeń na złożone stany naprężenia. Badania polegały na obciążaniu próbki blokami po 30 cykli przy stałej amplitudzie naprężenia, ze zwiększaniem amplitudy pomiędzy kolejnymi blokami. Na podstawie zaprezentowanych wyników badań oraz zacytowanych wyników badań z innej pracy autora została zaproponowana postać równania opisującego zmiany powierzchni plastyczności wywołane redystrybucją naprężeń resztkowych (stabilizacja cykliczna) oraz kumulacją uszkodzenia materiału w złożonym stanie naprężenia.

Opublikowany w Biuletynie Urzędu Patentowego opis wynalazku [8] - „Sposób określania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego wywołanego obciążeniami eksploatacyjnymi” zawiera dokładny opis metody wyznaczania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego polegającej na porównaniu charakterystyki materiału nieuszkodzonego w postaci próbki „świadka” z charakterystyką materiału w postaci próbki wyciętej z elementu konstrukcji po eksploatacji. Jest to metoda niszcząca (konieczne jest wycięcie próbki) pozwalająca na określenie trwałości rezydualnej konstrukcji po obciążeniach eksploatacyjnych. Zastosowanie tej metody w praktyce może przyczynić się do obniżenia kosztów eksploatacji konstrukcji poprzez przedłużenie ресурсu lub umożliwić wczesne wykrycie uszkodzenia zmęczeniowego.

Celem naukowym pracy [9] - „*Accumulation of damage in A336 GR5 structural steel subject to complex stress loading*” było zaprezentowanie wyników badań kumulacji uszkodzenia stali A336 GR5 obciążanej wzdłuż proporcjonalnych i nieproporcjonalnych (kołowych) ścieżek w złożonym stanie naprężenia. Do badań została opracowana nowa technika badawcza pozwalająca na użycie zminiaturyzowanych próbek rurkowych obciążanych siłą osiową i momentem skręcającym. Obciążenia realizowano przy sterowaniu odkształceniem w blokach po 30 cykli ze stałą amplitudą, po zakończeniu bloku amplituda odkształceń była zwiększana. Analiza wyników dla cykli proporcjonalnych i kołowych wykazała, że w obu przypadkach kumulacja uszkodzeń objawia się w sposób podobny do obciążeń w prostym stanie naprężenia - zmniejszeniem granicy plastyczności dla kierunku zastosowanych obciążeń cyklicznych. Ponadto, przedstawienie wyników w postaci powierzchni plastyczności pozwoliło na sformułowanie niezwykle istotnego wniosku: pod wpływem kumulacji uszkodzeń materiał nabiera cech anizotropowych (zmiana wymiaru powierzchni plastyczności była największa w kierunku obciążeń cyklicznych). Wniosek ten ma niezwykle istotne konsekwencje: parametr uszkodzenia nie może być miarą skalarną, potrzebna jest definicja miary o charakterze tensorowym uwzględniająca anizotropię nabytą w procesie kumulacji uszkodzeń.

4.3 Podstawowe osiągnięcie naukowe w jednotematycznym cyklu publikacji

Analiza wyników badań zmęczeniowych materiałów jednorodnych oraz spoin stosowanych w przemyśle stoczniowym doprowadziła mnie do zaprojektowania nowej techniki badań zjawiska kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego materiałów konstrukcyjnych polegającej na lokalnej obserwacji zmian odpowiedzi niesprężystej materiału poddanego cyklicznemu obciążeniu o stałej amplitudzie naprężenia. Technika ta była rozwijana i doskonalona w ramach krajowych i międzynarodowych programów badawczych. W Laboratorium Badań Wytrzymałościowych IPPT PAN wykonano przy użyciu nowej techniki badawczej badania dla wielu gatunków stali stosowanych w przemyśle stoczniowym i przemyśle petrochemicznym. Badania te potwierdziły użyteczność opracowanej metody w praktyce inżynierskiej. Na podstawie uzyskanych wyników opracowany został nowy rodzaj charakterystyki zmęczeniowej sprężysto-plastycznych materiałów konstrukcyjnych zwany Krzywą Szybkości Kumulacji Uszkodzeń. Dalsze prace umożliwiły zastosowanie nowej techniki badawczej jako metody pomiaru stopnia degradacji zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych a także umożliwiły kalibrację nieniszczących metod pomiaru uszkodzenia materiału oraz określanie trwałości zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych. Wyniki prac opublikowane zostały w artykułach zamieszczonych między innymi w renomowanych czasopismach International Journal of Fatigue oraz Strain: An International Journal for Experimental Mechanics. Ponadto, niektóre aspekty zastosowanej techniki badawczej stały się przedmiotem dwóch zgłoszeń patentowych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1 Podsumowanie dorobku

Praca dyplomowa, którą obroniłem na wydziale Mechanicznym – Technologicznym Politechniki Warszawskiej była poświęcona zagadnieniom obróbki plastycznej stopów metali. W ramach tej pracy opracowania została metodyka komputerowej symulacji operacji głębokiego tłoczenia blach. Kiedy w roku 1988 zostałem zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych Instytutu

Podstawowych Problemów Techniki postanowiłem kontynuować swoje zainteresowania naukowe. Moja praca w laboratorium koncentrowała się na badaniach zjawiska plastycznego płynięcia stopów konstrukcyjnych w warunkach złożonego stanu naprężenia. Badania te, prowadzone na próbkach rurkowych pozwalały na prześledzenie wpływu różnych rodzajów obciążeń stałych, monotonicznie zmiennych oraz cyklicznie zmiennych na ewolucję właściwości mechanicznych badanego materiału takich jak na przykład anizotropia plastyczna lub naprężenia resztkowe. Podstawową techniką stosowaną w tych badaniach były opracowane przy moim współudziale metodyka eksperymentalnego wyznaczania powierzchni plastyczności. Praca ta wymagała opanowania obsługi nowoczesnego sprzętu przeznaczonego do badań wytrzymałościowych - wieloosiowych maszyn wytrzymałościowych pracujących w pętli sprzężenia zwrotnego. Jako że maszyny te są sterowane za pomocą sterowników cyfrowych do ich obsługi było niezbędne także opanowanie technik programowania skomplikowanych schematów obciążeń połączonych z wielokanałową akwizycją danych pochodzących z przetworników pomiarowych. Analiza danych otrzymywanych w postaci cyfrowej była wykonywana za pomocą odpowiednich programów komputerowych.

Zdobyte umiejętności wykorzystałem w badaniach opisanych w pracy doktorskiej zatytułowanej „Zmiany anizotropii plastycznej metali w czasie” obronionej w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN. Praca ta była poświęcona analizie zmian wybranych parametrów anizotropii plastycznej metali zachodzących w badanym materiale bezpośrednio po przeciążeniu wywołującym odkształcenie plastyczne. Opisane w tej pracy wyniki badań umożliwiły lepsze zrozumienie i rozwój metodyki badania zjawiska plastycznego płynięcia metali w warunkach złożonego stanu naprężenia.

Po obronieniu pracy doktorskiej pracowałem w ośrodku badawczo-rozwojowym firmy Daewoo-FSO. Praca ta umożliwiła mi zapoznanie się z technikami badań podzespołów konstrukcji stosowanymi w przemyśle samochodowym.

W roku 1997 nawiązałem współpracę z badaczami fińskimi i wyjechałem na roczny kontrakt w ramach IV Programu Ramowego Unii Europejskiej do Helsinek. Praca w Laboratorium Budowy Okrętów Politechniki w Helsinkach umożliwiła mi rozwinięcie zainteresowań naukowych w kierunku zagadnień związanych ze zjawiskiem

uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Bogaty program badań obejmujący zarówno badania eksperymentalne wytrzymałości doraźnej, zniszczenia zmęczeniowego oraz mechaniki pękania umożliwił mi zdobycie nowych umiejętności niezbędnych do prowadzenia wspomnianych badań.

Po powrocie do kraju kontynuowałem zarówno prace z zakresu badań uszkodzenia materiałów konstrukcyjnych jak i badania właściwości mechanicznych w złożonym stanie naprężenia. Drugie ze wspomnianych zagadnień zostało rozwinięte w ramach współpracy Polsko-Japońskiej a technika badawcza opracowana w laboratorium IPPT PAN została wykorzystana do badań tytanowo-niklowych stopów z pamięcią kształtu zaliczanych do tak zwanych inteligentnych materiałów konstrukcyjnych. W ramach wieloletniego programu badawczego, którego zakres i stosowane metody badawcze omawiałem w trakcie moich wizyt w Japonii w latach 1999/2000, wykonano dużą liczbę sterowanych odkształceniem lub naprężeniem testów w warunkach złożonego stanu naprężenia. Wyniki badań umożliwiły poznanie zjawiska przemian fazowych zachodzących w badanym stopie, wywołanych temperaturą lub złożonym stanem naprężeń. Dodatkowo, wyniki przeprowadzonych badań umożliwiły lepsze zrozumienie wpływu rodzaju sterowania testu na przebieg badanych przemian fazowych.

W tym samym czasie pogłębiałem swoją wiedzę z zakresu kumulacji uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych. Moje zainteresowania koncentrowały się wokół eksperymentalnych badań kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego materiałów sprężysto-plastycznych. W ramach kontynuowanej współpracy z badaczami fińskimi przeprowadzono w Laboratorium Badań Wytrzymałościowych IPPT PAN innowacyjne badania zmęczeniowe materiałów jednorodnych oraz spoin stosowanych w przemyśle stoczniowym.

W roku 2005 zostałem zatrudniony w Instytucie Lotnictwa na stanowisku kierownika Laboratorium Badań Materiałów wchodzącego w skład Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji. Laboratorium to wykonuje głównie badania wytrzymałości zmęczeniowej i odporności na pełzanie stopów stosowanych do budowy silników lotniczych (stopy tytanu, niklu, renu), co pozwala mi na kontynuowanie moich zainteresowań naukowych związanych z kumulacją uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych w procesie pełzania i zmęczenia. Niektóre aspekty opracowanej techniki badawczej (układy chwytowe,

wczesna detekcja uszkodzenia materiału) zostały z powodzeniem zastosowane w badaniach prowadzonych na zamówienie korporacji produkujących silniki lotnicze takich jak Pratt&Whitney czy General Electric. Jednocześnie podjąłem próbę dostosowania techniki badawczej opisanej w cyklu prac opublikowanych w International Journal of Fatigue do badań w złożonym stanie naprężenia. Wykonana została na próbkach rurkowych seria testów polegająca na cyklicznym obciążaniu materiału wzdłuż proporcjonalnych i kołowych ścieżek w przestrzeni odkształceń z jednoczesną obserwacją zmian odkształcenia niesprężystego. Technika badawcza jest w tym wypadku sumą doświadczeń zdobytych podczas badań w złożonym stanie naprężenia prowadzonych przez wiele lat w Laboratorium Badań Wytrzymałościowych IPPT PAN i doświadczeń zdobytych przy badaniach kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego wykonywanych w prostym stanie naprężenia. Rezultaty tych badań są przedstawione w pracy, która została opublikowana w renomowanym czasopiśmie Strain: An International Journal for Experimental Mechanics (2012).

W roku 2007 zostałem powołany na stanowisko Dyrektora Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji, w skład którego wchodzi Laboratorium Badań Materiałów, Laboratorium Badań Elementów Konstrukcji i Laboratorium Badań Nieniszczących oraz Metalografii. Potencjał badawczy laboratoriów pozwala na planowanie i prowadzenie złożonych programów badawczych w ramach których osiągnięcia naukowe mogą znaleźć zastosowanie w praktyce inżynierskiej. Producenci silników lotniczych, dla których stosunek masy materiałów konstrukcyjnych do ich wytrzymałości jest jednym z kluczowych czynników są zainteresowani udoskonaleniem technik badawczych i modeli opisujących kumulację uszkodzeń w procesie pełzania oraz zmęczenia w prostych i złożonych stanach naprężenia. Jednoczesne badania wytrzymałościowe elementów silników lotniczych połączone z badaniami nieniszczącymi pozwalają na zweryfikowanie udoskonalonych modeli opisujących proces uszkodzenia materiału w warunkach laboratoryjnych. Historia techniki pokazuje, że największe osiągnięcia nauki związane są z rozwiązaniem konkretnych problemów konstrukcyjnych. Fakt, że silniki lotnicze są konstrukcjami, w których znajdują zastosowanie najnowsze osiągnięcia nauki o materiałach otwiera nowe możliwości w zakresie prowadzenia badań oraz zastosowania wyników tych badań w praktyce inżynierskiej.

5.2 Publikacje

W trakcie mojej pracy naukowo-badawczej opublikowałem 62 prace w wydawnictwach krajowych oraz renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Niektóre z czasopism o zasięgu międzynarodowym, w których opublikowane zostały moje prace pokazane zostały w poniższej tabelce wraz z indeksami.

Tytuł	Skrócony tytuł	Impact Factor	5-Year IF
Archives of Mechanics	Arch Mech	0.396	0.591
Journal of Strain Analysis for Engineering Design	J Strain Anal Eng	1.085	0.992
Strain	Strain	1.103	1.473
Thin-walled Structures	Thin Wall Struct	1.252	1.477
International Journal of Fatigue	Int J Fat	1.546	1.822

Cytowalność moich prac mierzona indeksem Hirscha wynosi:

według Web of Knowledge - 3 (21 cytowań),

według bazy Scopus - 3 (27 cytowań),

według Google Scholar - 4 (60 cytowań).

Swoje prace prezentowałem na licznych konferencjach w kraju i za granicą.

5.3 Patenty

Jestem współautorem dwóch patentów i jednego wniosku patentowego z zakresu techniki badań właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych:

10.G. Socha, L. Dietrich, Patent PL 199326: Samocentrujący uchwyt do mocowania przedmiotów zaopatrzonych we współosiowe gwintowane końcówki, Wiadomości Urzędu Patentowego, 09/08, 2008

11.G. Socha, L. Dietrich, Patent PL 204561: Sposób określania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego wywołanego obciążeniami konstrukcyjnymi, Wiadomości Urzędu Patentowego, 01/10, 2010

12. L. Dietrich, G. Socha, Z. L. Kowalewski, Przyrząd do badań wytrzymałościowych cienkich, płaskich próbek materiałów konstrukcyjnych, zwłaszcza blach, Zgłoszenie Patentowe P398245, złożone 27.02.2012

5.4 Staża i szkolenia zagraniczne

W trakcie mojej pracy odbyłem następujące staże i szkolenia zagraniczne:

- Finlandia - Ship Laboratory, Helsinki University of Technology, 11 miesięcy, 1997/1998
- Japonia -Tokyo Metropolitan University of Technology, University of Tsukuba, 1 tydzień, 1999
- Japonia - Tokyo Metropolitan University of Technology, University of Tsukuba, Mie University, Aichi Institute of Technology, 2 tygodnie, 2000
- USA – Pratt&Whitney Corp. – 2 tygodnie, 2005
- USA – General Electric Corp. – 1 tydzień, 2006

5.5 Działalność dydaktyczna i popularyzatorska

W ramach działalności dydaktycznej przygotowałem i wygłosiłem następujące wykłady:

- „Badania anizotropii plastycznej metali”, seminarium „Badania mechanicznych właściwości materiałów”, Zakopane, 4-6 grudnia 1996
- Ćwiczenia z wytrzymałości materiałów w Szkole Nauk Ścisłych PAN, 24 godziny, 1996
- „Weryfikacja wytrzymałościowa połączeń laserowych stosowanych w przemyśle stoczniovym”, Seminarium Szkoleniowe nt. Badania mechanicznych właściwości materiałów i konstrukcji – stan obecny i kierunki rozwoju, Zakopane, 2-4 grudnia 1998
- „Badanie odporności materiałów konstrukcyjnych na pękanie”, Seminarium Szkoleniowe nt. Badania mechanicznych właściwości materiałów i konstrukcji, Zakopane, 8-10 grudnia 1999
- „Complex stress state material testing technique and its applications”, University of Tsukuba (Japonia), 1999
- „Testing technique and recent results of TiNi SMA testing ”, Tokyo Metropolitan University of Technology, Aichi Institute of Technology, Mie University (Japonia), 2000

- „Nowa metoda pomiaru zniszczenia zmęczeniowego materiałów konstrukcyjnych”, Trzecie Warsztaty Techniczne – Eksploatacja Rurociągów Wysokoprężnych, Międzyzdroje, 17-20 czerwca 2002
- „Wczesne wykrywanie i monitorowanie zniszczenia zmęczeniowego materiałów konstrukcyjnych”, Seminarium szkoleniowe badań nieniszczących, Zakopane, 11-14 marca 2003
- „Koncepcja Krzywej Prędkości Zniszczenia Zmęczeniowego – eksperymentalna metoda określania trwałości zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych”, Badania Mechanicznych Własności Materiałów i Konstrukcji, Zakopane, 10-13 grudnia 2003
- “Early detection and monitoring of fatigue damage” CoE LAPROMAT Workshop Cedzyna, 6-8 czerwca, 2003
- “New method for early detection and monitoring of fatigue damage”, Fraunhofer Institute for Nondestructive Testing (Niemcy), listopad 2003
- Udział w Festiwalu Nauki, wykłady i pokazy na temat badania wytrzymałości materiałów, 1998-2004
- „System do badania odporności na zderzenie elementów konstrukcji samolotów i pojazdów lądowych”, XVIII Seminarium Nieniszczące Badania Materiałów, Zakopane, 13-16 marca 2012

Trzykrotnie byłem członkiem Komitetu Organizacyjnego seminarium szkoleniowego „Badania mechanicznych właściwości materiałów i konstrukcji”:

Mechanika pękania i laserowa obróbka materiałów, Zakopane, 10-13 grudnia 2003,
Monitorowanie uszkodzeń strukturalnych i laserowe obróbki materiałów, Zakopane, 15-17 grudnia 2004,

Ocena stopnia degradacji materiałów i laserowe obróbki materiałów, Zakopane, 5 - 8 grudnia 2005.

5.6 Udział w badaniach naukowych

Byłem wykonawcą lub głównym wykonawcą w następujących projektach badawczych:

- Grant nr 3 P404 012 07, „Doświadczalne wyznaczenie cech pierwotnej i wtórnej anizotropii w warunkach złożonego stanu naprężenia dla materiałów konstrukcyjnych”,

Grant nr 7 T07A 048 14, „Doświadczalne wyznaczanie charakterystyki mechanicznej materiałów konstrukcyjnych z uwzględnieniem ich cech lepko-sprężystych”

- Grant nr 7 T07A 005 13, „Badanie zjawiska pseudosprężystości w stopach z pamięcią kształtu w złożonych stanach naprężenia”
- Grant nr 7 T07A 002 18, „Makro i mikro efekty wywołane przez proces pełzania stopu aluminium w warunkach złożonego stanu naprężenia”
- Grant nr 7 T07A 021 18, „Opracowanie doświadczalnej metody badania lepko-plastycznych własności metali w zakresie bardzo wysokich prędkości odkształcenia $10^4 < \dot{\epsilon} < 10^5$ 1/s”
- Projekt FP4-BRITE/EURAM 3, BRPR960323, „Advanced Welding for Closed Structures (AWCS)”, 4 Program Ramowy Unii Europejskiej
- Projekt PHARE SCI-TECH II PL9611/03.01.1/5, „Wstępne studia i pilotażowe wprowadzenie modelu Centrów Doskonałości w zakresie Centrum Doskonałości Systemów Ciśnieniowych o Ekstremalnych Warunkach Pracy”
- Projekt badawczy zamawiany Nr PBZ KBN/03/CD/2000, „Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy”
- Projekt FP5-GROWTH, G5MA-CT-2002-04054, „Centre of Excellence for Laser Processing and Material Advanced Testing (LAPROMAT)”, 5 Program Ramowy Unii Europejskiej
- Grant nr 7 T08C 005 20, „Metoda oceny wpływu parametrów obróbki laserowej na trwałość zmęczeniową elementów gładkich i z kątem konstrukcyjnym”,
- Grant nr N501 078435 „Opracowanie metodyki monitorowania rozwoju uszkodzeń oraz ich lokalizacji w stalach niskostopowych i stopach aluminium”

Kierowałem projektem:

- Projekt Rozwojowy 0 R00 0152 09 „Metody badawcze oraz system do badania odporności na zderzenie elementów konstrukcji samolotów i pojazdów lądowych służące ocenie bezpieczeństwa pasażerów”

5.7 Współpraca z przemysłem

W swojej pracy dwukrotnie kierowałem laboratoriami badawczymi: w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN (8 lat) oraz w Instytucie Lotnictwa (6 lat).

Ponadto, do ubiegłego roku pełniłem funkcję dyrektora Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji Instytutu Lotnictwa. W trakcie pełnienia wyżej wymienionych funkcji, a także podczas moich pobytów w Finlandii, Japonii oraz USA nawiązałem współpracę z licznymi firmami przemysłowymi wliczając w to największe korporacje produkujące między innymi silniki lotnicze (United Technologies Corporation, General Electric). Spośród firm, z którymi nawiązałem współpracę wymienić można:

Pratt&Whitney - badania materiałów na silniki lotnicze,
Hamilton Sundstrand - badania stopów lekkich,
Sikorsky Aircraft - badania odporności konstrukcji na uderzenie wysokoenergetyczne,
GE Aviation - badania stopów na silniki lotnicze,
GE Energy - badania stopów stosowanych w energetyce,
MTU - badania stopów stosowanych w silnikach lotniczych,
Avio - badania stopów stosowanych w silnikach lotniczych i przekładniach,
EATON - badania stopów aluminium,
FINCANTIERI - badania stali stosowanych w przemyśle stoczniowym,
RAUTARUUKKI - badania stali stosowanych w przemyśle stoczniowym,
KONECRANES - badania materiałów konstrukcyjnych,
STOMIL Sanok - badania elementów podatnych układu kierowniczego i napędowego,
THOMSON Polcolor - badania rozkładu odkształceń,
Apsel Sp. z o.o., Jurex Sp. z o.o. - badania kompozytów.

5.8 Nagrody i wyróżnienia

W latach 1999 oraz 2000 zostałem wyróżniony za działalność naukowo-badawczą przez dyrektora Instytutu Podstawowych Problemów Techniki polskiej Akademii Nauk.

W trakcie pracy w Instytucie Lotnictwa otrzymałem dwie nagrody za wdrożone prace aplikacyjne naukowo-badawcze i techniczne:

- Opracowanie i uruchomienie techniki badań niskocyklicznych sterowanym odkształceniem , I nagroda, 2009
- Metody badawcze oraz system do badania odporności na zderzenie elementów konstrukcji samolotów i pojazdów lądowych służące ocenie bezpieczeństwa pasażerów, III nagroda, 2012

5.9 Członkostwo w zrzeszeniach, stowarzyszeniach i organizacjach naukowych

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS) oraz Engineering Integrity Society (EIS).

G. Soder