



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Załącznik 4

Autoreferat

dr inż. Lidia Gałda

Rzeszów 2020

Spis treści

I.	Imię i nazwisko.....	3
II.	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
III.	Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
IV.	Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy.....	4
	IV-1. Uzasadnienie wyboru obszaru badawczego.....	5
	IV-2. Podejście metodologiczne w realizowanych badaniach.....	7
	IV-3. Opis otrzymanych wyników badań.....	9
	IV-4. Implikacje praktyczne wyników z przeprowadzonych badań.....	15
V.	Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.....	15
VI.	Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.....	17
VII.	Inne informacje niewymienione w pkt. I – VI.....	19
VIII.	Sumaryczne zestawienie osiągnięć naukowych wykazanych w poszczególnych punktach niniejszego dokumentu z podziałem na okresy przed i po uzyskaniu stopnia doktora.....	21

I. Imię i nazwisko

Lidia Gałda

II. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- 11.06.2008** Uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych w zakresie dyscypliny:
Budowa i eksploatacja maszyn
Uchwała Rady Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
Tytuł rozprawy doktorskiej: *Wpływ mikrokieszeni smarowych wygniatanych udarowo na właściwości tribologiczne elementów ślizgowych*
Promotor: prof. dr hab. inż. Jerzy Łunarski (Politechnika Rzeszowska)
Recenzenci: prof. dr hab. inż. Włodzimierz Przybylski (Politechnika Gdańska)
prof. dr hab. inż. Jarosław Sęp (Politechnika Rzeszowska)
- 30.09.2005** Ukończenie studiów doktoranckich na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
- czerwiec 2000** Ukończenie studium pedagogicznego przy Politechnice Rzeszowskiej
- 29.06.2000** Uzyskanie tytułu magistra inżyniera na kierunku: Mechanika i budowa maszyn
i specjalności: Organizacja i zarządzanie w przemyśle
na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
Tytuł pracy magisterskiej: *Analiza systemu szkoleń w Firmie Oponiarskiej „Dębica” S.A.*
Promotor: dr hab. inż. Andrzej Pacana, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska)
Recenzent: prof. dr hab. inż. Jarosław Sęp (Politechnika Rzeszowska)

III. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 01.09.2008 - obecnie** **adiunkt** w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
- 31.08.2008 – 01.10.2001** **asystent** w Katedrze Technologii Maszyn i Organizacji Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
- lipiec 2001 – październik 2000** **doktorant** w Katedrze Technologii Maszyn i Organizacji Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej
- czerwiec 2000 – grudzień 1999** **stażysta** w Katedrze Technologii Maszyn i Organizacji Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

IV. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy

Osiągnięciami naukowymi, stanowiącymi znaczny wkład w rozwój dyscypliny **Inżynieria mechaniczna**, według art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, są:

- 1 monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy oraz
- cykl powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy oraz
- 3 oryginalne osiągnięcia konstrukcyjne i technologiczne, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2c Ustawy.

Wykaz prac naukowych stanowiących osiągnięcia naukowe:

Monografia naukowa:

- M1** - Gałda L.: Wieloaspektowa analiza wpływu topografii powierzchni ślizgowych na właściwości tribologiczne węzłów maszyn w styku smarowanym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2020, s. 179, ISBN: 978-83-7934-419-2
Recenzenci wydawniczy:
dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska)
dr hab. inż. Michał Wodtke, prof. PG (Politechnika Gdańska)

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych:

- A1** – Sęp J., Gałda L., Oliwa R., Dudek K.: Surface layer analysis of helical grooved journal bearings after abrasive tests. *Wear* **2020**, t. 448-449, artykuł: 203233
200 pkt. wg punktacji MNiSW w 2020, IF: 4,108 za 2019 r.
- A2** – Gałda L., Smykla J.: The effect of surface roughness and material hardness on the tribological performance of the sliding pair WC-42CrMo4 under starved lubrication. **2019**, *TRIBOLOGIA*, t. 286, z. 4, s. 5-13
20 pkt. wg punktacji MNiSW w 2019 r.
- A3** – Gałda L., Sęp J., Olszewski A., Żochowski T.: Experimental investigation into surface texture effect on journal bearings performance. **2019**, *TRIBOLOGY INTERNATIONAL*, t. 136, s. 372-384
200 pkt. wg punktacji MNiSW w 2019 r., IF: 4,271
- A4** – Sęp J., Tomczewski L., Gałda L., Dzierwa A.: The study on abrasive wear of grooved journal bearings. **2017**, *WEAR*, t. 376–377, Part A, s. 54-62
35 pkt. wg punktacji MNiSW w 2017 r., IF: 2,960
- A5** – Gałda L., Sęp J., Prucnal S.: The effect of dimples geometry in the sliding surface on the tribological properties under starved lubrication conditions. **2016**, *TRIBOLOGY INTERNATIONAL*, t. 99, s. 77-84
35 pkt. wg punktacji MNiSW w 2016 r., IF: 2,903
- A6** – Gałda L.: An examination of oil film thickness in a ball-on-disc assembly. **2016**, *TRIBOLOGIA*, z. 6, s. 45-56
15 pkt. wg punktacji MNiSW w 2016 r.
- A7** – Gałda L.: Wybrane czynniki wpływające na odporność na zużycie węzłów ślizgowych. **2016**, *AUTOBUSY. TECHNIKA, EKSPLOATACJA, SYSTEMY TRANSPORTOWE*, t. 17, z. 6/CD, s. 861-865
7 pkt. wg punktacji MNiSW w 2016 r.

- A8 – Gałda L.:** Mikrogeometria powierzchni elementów pracujących w warunkach tarcia ślizgowego [w:] Inżynieria warstwy wierzchniej: monografia, (pod red.) Tadeusz Zaborowski, **2014** Gorzów Wielkopolski: INSTYTUT BADAŃ I EKSPERTYZ NAUKOWYCH W GORZOWIE WLK., s. 233-243
4 pkt. wg punktacji MNiSW w 2014 r.
- A9 –** Sęp J., Pawlus P., **Gałda L.:** The effect of helical groove geometry on journal abrasive wear. **2013**, ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING, t. 13, z. 2, s. 150-157
20 pkt. wg punktacji MNiSW w 2013 r., IF: 1,331

Oryginalne osiągnięcia konstrukcyjne i technologiczne:

- O1 – Lidia Gałda,** Waldemar Koszela: Głowica narzędziowa do wytwarzania wężła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego. Patent nr 230836, 2018 r.
- O2 – Lidia Gałda:** Łożysko ślizgowe, zwłaszcza jednoimienne, sposób jego wytwarzania oraz narzędzie do stosowania tego sposobu. Patent nr 234484, 2020 r.
- O3 – Lidia Gałda:** Opracowanie koncepcji, budowa oraz badania wstępne prototypowego testera tribologicznego o pełnym kącie opasania. Projekt badawczy nr U-8319/DS/M, 2011 r.

IV-1. Uzasadnienie wyboru obszaru badawczego

Przed uzyskaniem stopnia doktora moja działalność badawcza rozpoczęła się od zagadnień związanych z kształtowaniem struktury geometrycznej powierzchni elementów maszyn i wiązała się głównie z opracowywaniem technologii obróbki powierzchni w celu podniesienia jakości wyrobów maszynowych. Wraz z opracowaniem technologii i badaniem warstwy wierzchniej obrabianych elementów maszyn sprawdzałam efektywność zastosowanej technologii z punktu widzenia właściwości użytkowych ze szczególnym uwzględnieniem parametrów tribologicznych. Jedną z ciekawszych technologii, którą zastosowałam do kształtowania powierzchni była technologia nagniatania. Technologia ta najczęściej jest stosowana do obróbki powierzchni elementów maszyn w celu umocnienia i utwardzenia warstwy wierzchniej, co zwykle powoduje podwyższenie wytrzymałości zmęczeniowej obrabianych elementów. Przy zastosowaniu odpowiedniego sterowania i konstrukcji narzędzi można było kształtować wgłębienia o zróżnicowanych kształtach i w zdeterminowanym układzie na obrabianej powierzchni. W pracy doktorskiej przedstawiłam wyniki badań technologicznych i tribologicznych, w których wykazałam efektywność opracowanej technologii kształtowania wgłębień i poprawę właściwości tribologicznych badanego wężła ślizgowego. W literaturze przedmiotu pojawiło się szereg publikacji, w których uzyskane przez różnych autorów wyniki dotyczące wpływu teksturowania powierzchni na parametry tribologiczne są rozbieżne. Kontrowersje występowały nie tylko między rezultatami prac modelowych i eksperymentalnych, co można by tłumaczyć przyjęciem założeń upraszczających lub niedoskonałością metod obliczeniowych w przypadku modelu, ale rozbieżności występowały również w badaniach eksperymentalnych przy niewielkich różnicach w przyjętych warunkach badań. W prowadzonych przeze mnie badaniach uzyskałam wyraźną poprawę odporności na zużycie, zatarcie oraz rozszerzenie zakresu tarcia płynnego badanego wężła ślizgowego w jednoimiennym skojarzeniu materiałowym: stal-żeliwo, dzięki ukształtowaniu wgłębień o odpowiednim kształcie, wymiarach i rozmieszczeniu na powierzchni ślizgowej.

Analizując literaturę przedmiotu stwierdziłam, że w przypadku innych wężłów ślizgowych poprawa właściwości tribologicznych nie jest tak spektakularna lub czasem występuje

pogorszenie charakterystyk tarcia po zastosowaniu teksturowania powierzchni. W budowie maszyn spotykane są węzły ślizgowe zróżnicowane pod względem kształtu, rodzaju i twardości materiału, kierunku przenoszenia obciążeń, dynamiki i wielkości przenoszonych obciążeń, kinematyki, rodzaju smarowania czy temperatury pracy. Smarowane węzły tarcia mogą przenosić obciążenie zewnątrz poprzez nierówności powierzchni i/lub jak w przypadku hydrodynamicznych łożysk ślizgowych poprzez wytworzenie odpowiedniego ciśnienia filmu smarnego w szczelinie smarowej. Z punktu widzenia minimalizacji oporów ruchu i strat mocy najkorzystniejszym rozwiązaniem jest praca w zakresie tarcia płynnego, gdzie powierzchnie elementów współpracujących tarciovo są rozdzielone substancją smarującą, natomiast smarowanie hydrodynamiczne łożysk ślizgowych uzyskuje się dopiero przy osiągnięciu odpowiedniej prędkości wału oraz przy odpowiedniej lepkości substancji smarującej. Przy zatrzymywaniu i uruchamianiu maszyn, ale także przy niewystarczającym smarowaniu powierzchnie elementów łożyska pozostają w styku i część obciążenia przenoszona jest przez nierówności powierzchni. Specyficzne i zmienne warunki pracy węzłów ciernych będą miały wpływ na efektywność teksturowania, ponieważ przykładowo w zakresie tarcia płynnego wgłębienia w powierzchni mogą wspomagać prawidłową pracę, a po przejściu do tarcia mieszanego wgłębienia mogą zakłócać funkcjonowanie danej pary cierniej lub odwrotnie. Bez zbadania i wyjaśnienia mechanizmu działania specjalnie ukształtowanych wgłębień w poszczególnych zakresach pracy węzłów ślizgowych, uzyskany wynik będzie można odnieść jedynie do danego konkretnego przypadku.

Analizując specyficzne warunki pracy, jak chociażby w środowisku o zwiększonym zapyleniu powietrza i zanieczyszczeniu substancji smarującej, można stwierdzić, że wgłębienia w powierzchni ślizgowej będą mieć pozytywny wpływ na ograniczanie zużycia ściernego warstwy wierzchniej elementów współpracujących. Natomiast w literaturze przedmiotu spotykane są również rezultaty świadczące o negatywnym wpływie wgłębień na odporność na zużycie. Dlatego tu również celowym wydaje się zbadanie mechanizmów, jakie towarzyszą współpracy elementów ślizgowych smarowanych substancją zawierającą zanieczyszczenia, których zresztą w rzeczywistych obiektach nie jesteśmy w stanie wyeliminować.

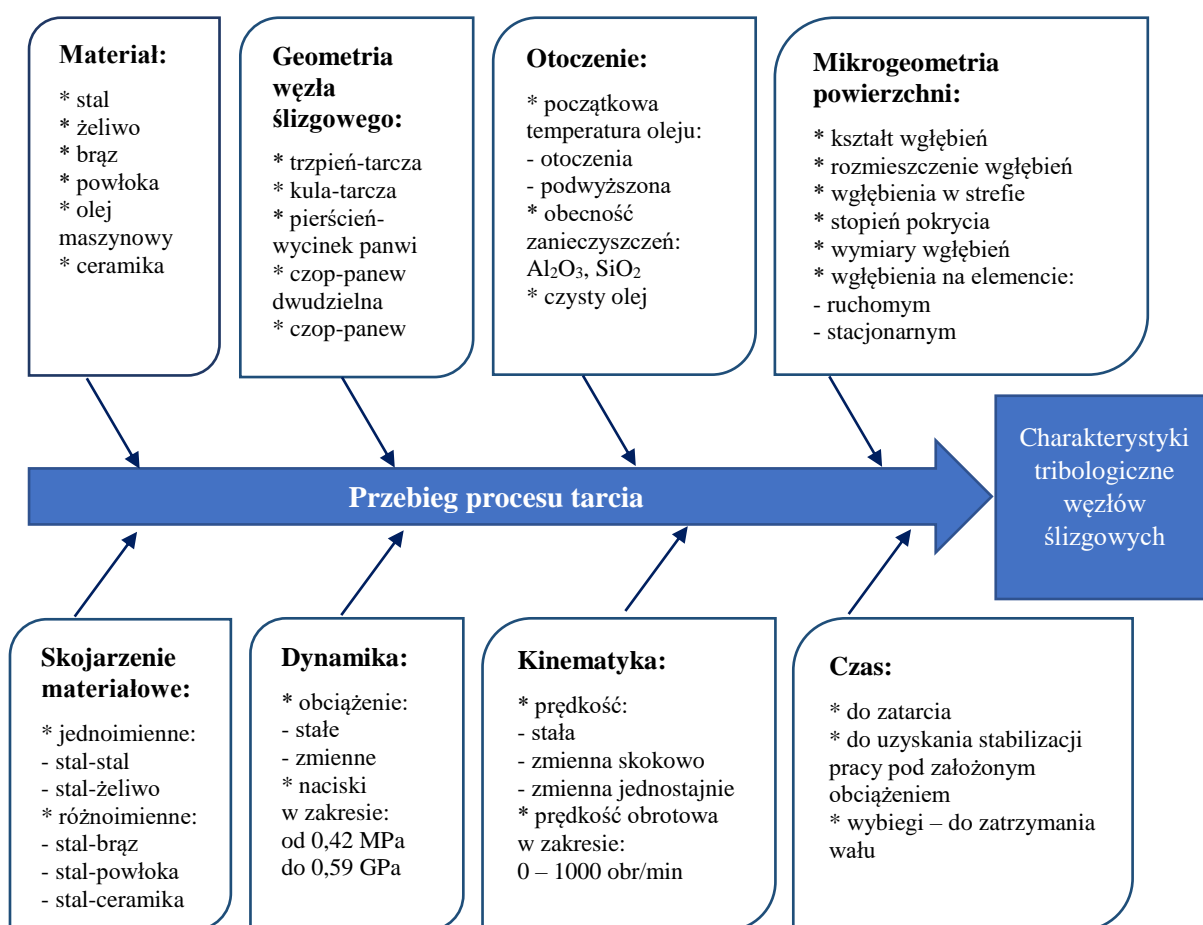
Pomimo istniejących zaleceń niełączenia materiałów jednoimiennych w budowie węzłów ślizgowych to ze względu na ich zalety, węzły tarcia w skojarzeniu materiałowym typu: stal-stal, żeliwo-stal czy żeliwo-żeliwo spotykane są w praktyce przemysłowej. Węzły te w sposób szczególny narażone są na zacieranie adhezyjne, ale biorąc pod uwagę kinetyczny model zacierania, proces katastrofalnego niszczenia warstwy wierzchniej można przerwać, poprzez przerywanie styku tarciowego przez specjalnie ukształtowane w powierzchni ślizgowej wgłębienia. Jednak mechanizm ten należy zbadać i określić oddziaływanie technologicznej warstwy wierzchniej zawierającej specjalnie ukształtowane wgłębienia na budowę eksploatacyjnej warstwy wierzchniej.

W literaturze, dotyczącej zagadnień teksturowanych węzłów tarcia, spotykane są różnorodne wgłębienia w powierzchni, zróżnicowane pod względem kształtu, wymiarów, stopnia pokrycia powierzchni, pokrywające całą lub pewną część powierzchni ślizgowej, a wnioski dotyczą jedynie konkretnego zastosowania, często bez wystarczającego wyjaśnienia przyczyn osiągniętych wyników. Pomimo, że bibliografia dotycząca teksturowania jest bardzo obszerna, to niewiele jest publikacji prezentujących negatywne oddziaływanie wgłębień na charakterystyki tribologiczne. Dodatkowo nie ma żadnego kompleksowego opracowania w tym obszarze badań, gdzie uwzględnione zostałyby szereg czynników z różnych kryteriów, które istotnie wpływają na właściwości tribologiczne węzłów ślizgowych.

W mojej ocenie najłabszym punktem jest niewystarczające lub w ogóle nieistniejące wyjaśnienie mechanizmów zużycia, które występują w czasie współpracy z teksturowanym elementem ślizgowym. Dlatego po uzyskaniu stopnia doktora postanowiłam zająć się identyfikacją mechanizmów zużycia i wyjaśnieniem poprawy lub pogorszenia właściwości tribologicznych różnych węzłów ślizgowych po ukształtowaniu zróżnicowanych wgłębień w powierzchni i pracujących w szerokim zakresie wymuszeń w celu przeprowadzenia kompleksowej oceny oddziaływania wgłębień na właściwości tribologiczne węzłów ślizgowych w styku smarowanym.

IV-2. Podejście metodologiczne w realizowanych badaniach

Aby zrealizować tak postawiony cel, konieczne okazało się rozszerzenie badań i analiz w kilku kierunkach jednocześnie, tj. w zakresie technologii, badań warstwy wierzchniej oraz badań eksploatacyjnych z obszaru tribologii. Aby nie pominąć ważnych czynników oddziałujących na właściwości smarowanych węzłów maszyn, zaplanowałam badania węzłów ślizgowych zróżnicowanych pod względem: kształtu, skojarzenia materiałowego, rodzaju i właściwości materiału, sposobu smarowania, topografii powierzchni, w tym kształtu i wymiaru wgłębień, a także zróżnicowanych wymuszeń. Na poniższym schemacie (rys. 1) przedstawiono czynniki, które zostały uwzględnione w ramach prowadzonych badań, których rezultaty zostały przedstawione we wniosku jako osiągnięcia naukowe w postaci publikacji (M1, A1-A9).



Rys. 1. Czynniki wpływające na przebieg procesu tarcia, uwzględnione w prowadzonych badaniach

Realizacja badań tribologicznych węzłów ślizgowych o zróżnicowanej geometrii wymagała opracowania nowego urządzenia do teksturowania powierzchni ślizgowej. Stanowisko do wygniatań wgłębień, które w ramach pracy doktorskiej zmodernizowałam, posiadało ograniczenia odnośnie wymiarów przedmiotu obrabianego oraz jego kształtu. Dlatego w celu teksturowania powierzchni o zróżnicowanych kształtach oraz w większym zakresie wymiarowym przedmiotu obrabianego, opracowałam urządzenie do kształtowania wgłębień, które można stosować na obrabiarkach uniwersalnych (O1). Głowica charakteryzowała się budową modułową, złożoną z modułu, gdzie zaprojektowano napęd oraz modułu narzędziowego. Zostały również skonstruowane i zbudowane dwa moduły narzędziowe i w zależności od przeznaczenia, tj. do obróbki powierzchni walcowych, cylindrycznych, płaskich czy materiałów o podwyższonej twardości, stosuje się odpowiedni moduł narzędziowy. Dla opracowanych modułów narzędziowych opracowałam specjalne wymienne bity, które cechowały się przede wszystkim zróżnicowaną geometrią końcówki roboczej w celu umożliwienia kształtowania specyficznych wgłębień w powierzchni (O2).

W celu szybkiej weryfikacji charakterystyk tribologicznych teksturowanych węzłów ślizgowych, opracowałam projekt koncepcyjny testera tribologicznego i po zbudowaniu przeprowadziłam badania poprzecznych łożysk ślizgowych o gładkich i teksturowanych powierzchniach na prototypowym testerze tribologicznym o pełnym kącie opasania (O3). Stanowisko zostało zrealizowane w ramach projektu badawczego nr U-8319/DS/M, którego byłam kierownikiem i wykonawcą, i posłużyło do wstępnej oceny właściwości tribologicznych węzłów teksturowanych w porównaniu do tych niemodyfikowanych. Aktualnie stanowisko jest modernizowane, tj. budowa nowego systemu smarowania i obciążania oraz dostosowanie głowicy badawczej do nowych systemów. Badania łożysk ślizgowych, które wymagały pełnego oprzyrządowania stanowiska, realizowano w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów Politechniki Gdańskiej (A1, A3-A4, A9).

Cześć badań tribologicznych (A2, A5-A7) realizowano z wykorzystaniem istniejących testerów tribologicznych z ewentualną zmianą konstrukcji węzła ciernego (A5) w celu uzyskania styku rozłożonego współpracujących ślizgowo powierzchni. W przypadku węzłów ślizgowych w styku skoncentrowanym (A2 i A6-A7) do ukształtowania wgłębień w powierzchni zastosowano obróbkę polerowania i/lub docierania. Wgłębienia po obróbce polerowaniem i docieraniem charakteryzowały się losowym rozmieszczeniem i niejednorodnym kształtem w odróżnieniu do tych wygniatań, występujących w zdeterminowanym układzie, natomiast na podstawie przedstawionych wyników można było wyciągnąć pewne wnioski o naturze zjawiska.

W poszukiwaniu mechanizmów działania wgłębień na powierzchni ślizgowej zastosowano kilka technik analizy warstwy wierzchniej, które wiązały się z badaniem zarówno technologicznej, jak i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej węzłów ślizgowych. W celu zbadania właściwości technologicznej warstwy wierzchniej przeprowadzono analizę obrazów powierzchni z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i skaningowej (SEM), pomiar i analizę parametrów struktury geometrycznej powierzchni z wykorzystaniem profilometrów stykowego i optycznego, analizę naprężeń własnych oraz analizę widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDS) wybranych obszarów warstwy wierzchniej. Po zrealizowaniu badań tribologicznych ukształtowana eksploatacyjna warstwa wierzchnia została poddana podobnym badaniom, ale w większym zakresie i dodatkowo zastosowano obrazowanie z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych (AFM) w celu identyfikacji wszystkich możliwych zmian, powstałych w wyniku tarcia. Zwrócono szczególną uwagę na

morfologię powierzchni, strukturę geometryczną powierzchni, skład pierwiastkowy warstwy wierzchniej oraz mikrostrukturę materiału warstwy wierzchniej.

Uwzględnienie wyników badań stanu technologicznej warstwy wierzchniej, warunków pracy i typu węzła ciernego oraz stanu eksploatacyjnej warstwy wierzchniej pozwoliło na identyfikację mechanizmów działania wgłębień w określonych sytuacjach i określenie wiążących zaleceń dotyczących stosowania teksturowania powierzchni elementów ślizgowych.

IV-3. Opis otrzymanych wyników badań

Zasadniczym celem prowadzonych prac było wyjaśnienie roli kształtowanych wgłębień w procesie tarcia i określenie ich wpływu na charakterystyki teksturowanych węzłów ślizgowych w styku smarowanym. Ponieważ jest wiele czynników z różnych kategorii, które istotnie wpływają na właściwości węzłów ciernych, do oceny mechanizmów działania wgłębień i mechanizmów zużycia powierzchni teksturowanych zastosowano podejście wieloaspektowe.

Biorąc pod uwagę doświadczenie własne oraz studia literaturowe można stwierdzić, że jednym z ważniejszych czynników wpływających na właściwości pary cierniej jest skojarzenie materiałowe. W przypadku jednoimiennych węzłów ciernych według kinetycznego modelu zacierania można przyjąć, że przerywanie styku tarcowego ograniczy występowanie szczepień adhezyjnych. Przeprowadzone badania tarcia potwierdziły korzystny wpływ wgłębień na ograniczenie, a nawet wyeliminowanie zacierania takich węzłów pracujących pod dużym obciążeniem i przy niewielkiej prędkości, natomiast badania eksploatacyjnej warstwy wierzchniej elementów węzła typu stal-żeliwo pozwoliły określić rolę wgłębień i mechanizm zużycia współpracujących powierzchni (M1). W wyniku analizy widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego wybranych obszarów eksploatacyjnej warstwy wierzchniej teksturowanych stalowych elementów ślizgowych zidentyfikowano warstwę tlenków i siarczków, które zabezpieczały czysty metal przed inicjacją szczepień adhezyjnych. Powierzchnia eksploatacyjnej warstwy wierzchniej teksturowanych pierścieni pokryta była w całości warstwą graniczną, która charakteryzuje się mniejszą wytrzymałością na ścinanie niż stal i w ten sposób wytworzona warstwa zabezpieczała jednoimienny węzeł przed katastrofalnym zużyciem. W wyniku analizy widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego wybranych obszarów w miejscu zatarcia eksploatacyjnej warstwy wierzchniej gładkiego pierścienia wykazano brak obecności tlenu i siarki. Do zatarcia dochodziło w środkowej części obszaru współpracującego ślizgowo z elementem żeliwnym, gdzie temperatura w styku jest największa, co powodowało lawinowy rozrost szczepień adhezyjnych. W przypadku teksturowanych węzłów ciernych, pomimo dłuższej pracy pod znacznie większym obciążeniem niż węzły o gładkich powierzchniach, nie dochodziło do zatarcia zarówno w przypadku obecności wgłębień sferycznych, jak również w kształcie kropli. Wgłębienia, ukształtowane na elemencie ruchomym, podczas obrotu wału dostarczały pewną porcję oleju o niższej temperaturze do strefy styku i obniżały temperaturę elementów ciernych na tyle skutecznie, że nie dochodziło do zniszczenia warstwy granicznej. Ewentualne okresowe przerywanie warstwy tlenków lub siarczków nie inicjowało gwałtownego rozrostu szczepień adhezyjnych w głąb materiału, ponieważ przy napotykanii kolejnych wgłębień dochodziło do przerwania styku tarcowego.

W wyniku badań węzła ślizgowego w skojarzeniu materiałowym jednoimiennym typu stal-stal zidentyfikowano inny mechanizm poprawy właściwości tribologicznych dzięki teksturowaniu (A5, M1). Badaniom poddano powierzchnie ślizgowe ułożone względem siebie równolegle, które podczas pracy były skąpo smarowane. W próbach tarcia powierzchnia

teksturowana z płytkimi wgłębieniami, charakteryzującymi się małym współczynnikiem głębokości do średnicy, wyróżniała się ponad dwukrotnie mniejszymi oporami ruchu niż powierzchnia gładka w tych samych warunkach pracy. Analizując obrazy eksploatacyjnej warstwy wierzchniej, jedynie na powierzchni gładkiej obserwowano ślady zużycia w postaci spłaszczonych wzniesień powierzchni po próbach tarcia. Teksturowana powierzchnia eksploatacyjna warstwy wierzchniej nie nosiła żadnych śladów tarcia, ponieważ została oddzielona od powierzchni współpracującej przez substancję smarującą zgromadzoną we wgłębieniach. Przy zbliżeniu współpracujących powierzchni pod obciążeniem węzła tarcia substancja smarująca zgromadzona we wgłębieniach była wciskana między powierzchnie współpracujące tarciovo, co pozwoliło na pracę w zakresie tarcia płynnego, znaczące obniżenie oporów ruchu i ograniczenie (wyeliminowanie) zużycia powierzchni teksturowanej.

Możliwość lokalnego zwiększenia grubości filmu olejowego potwierdzono w badaniach zrealizowanych w nietypowym węźle tarcia, złożonym ze stalowej kulki i szklanej tarczy z powłoką chromową. Badania prowadzono z wykorzystaniem specjalnego stanowiska do badań grubości filmu olejowego w smarowanym styku skoncentrowanym w zakresie smarowania elastohydrodynamicznego (A6). Badaniom grubości filmu olejowego poddano powierzchnie, których struktura geometryczna powierzchni po obróbce charakteryzowała się w jednym przypadku anizotropią ($Str = 0,175$) a w drugim izotropią ($Str = 0,831$). Powierzchnia o strukturze izotropowej posiadała wgłębienia i wzniesienia powierzchni o nieokreślonej kierunkowości, i ukształtowane wgłębienia mogły stanowić zasobniki substancji smarującej, podobnie jak specjalnie kształtowane wgłębienia sferyczne. W rezultacie prowadzonych badań przy znacznym obciążeniu węzła ślizgowego otrzymano wzrost grubości filmu olejowego w wyniku wzrostu ciśnienia ściskanej substancji smarującej, zgromadzonej we wgłębieniach powierzchni izotropowej. Powierzchnie o anizotropowej strukturze powierzchni pracowały przy mniejszej grubości filmu olejowego w porównaniu do powierzchni izotropowych w całym zakresie prędkości i obciążeń, ponieważ podczas zbliżania powierzchni przy określonych wymuszeniach, substancja mogła wydostawać się ze strefy kontaktu i nie wspomagała tak efektywnie przenoszenia obciążenia.

Podobny mechanizm działania wgłębień zaobserwowano w przypadku badania węzłów tarcia w skojarzeniu różnoimiennym, gdy pozostawały w zakresie tarcia mieszanego (A2-A3, A7), niezależnie czy węzeł cierny pracował w styku skoncentrowanym (A2, A7) czy styku rozłożonym (A3). W przypadku różnoimiennnej pary cierniej złożonej z elementu ceramicznego (WC lub SiC) i stalowego (A2, A7), dla stalowej tarczy zastosowano obróbkę powierzchni przez polerowanie i docieranie, podobnie jak w przypadku badań opisanych w (A6). W przeprowadzonych badaniach wykazano, że zastosowanie elementu ceramicznego pozwoliło na zmniejszenie oporów ruchu o około 30% w porównaniu do siły tarcia występującej w węźle ślizgowym typu stal – stal, natomiast ukształtowanie powierzchni o wzniesieniach płaskowyżowych (ujemna wartość współczynnika asymetrii Rsk), poprzez ukształtowanie lub pozostawienie wgłębień po obróbce poprzedzającej, umożliwiło zmniejszenie siły tarcia o kolejne 10% w prowadzonych warunkach badań. W wyniku analizy eksploatacyjnej warstwy wierzchniej wykazano, że substancja smarująca, zgromadzona we wgłębieniach w postaci zamkniętych rys pod wpływem obciążenia i nacisku współpracującej powierzchni, brała udział w przenoszeniu obciążenia węzła tarcia. Powierzchnia o płaskowyżowych wzniesieniach nierówności i zamkniętych wgłębieniach nie nosiła tak wyraźnych śladów zużycia, jak powierzchnia szlifowana pokryta nieprzerwanymi rysami, z których substancja smarująca bez przeszkód mogła wypływać poza obszar styku tarciowego. Powierzchnie o płaskowyżowych wzniesieniach nierówności (po obróbce polerowaniem i docieraniem) charakteryzowały się

mniejszymi oporami ruchu, ale na wartość sił tarcia wpływ wywierała również twardość materiału elementu współpracującego. Zależność współczynnika tarcia od analizowanych czynników wejściowych opisywały zarówno wyrażenia liniowe, kwadratowe, jak również w postaci interakcji parametrów określających nierówności powierzchni i twardość materiału.

W przypadku poprzecznego łożyska ślizgowego w skojarzeniu materiałowym różnoimiennym typu stal-brąz, który zasadniczo pracuje w zakresie tarcia płynnego w wyniku smarowania hydrodynamicznego, a zakres tarcia mieszanego lub granicznego występuje podczas uruchomienia i wybiegu łożyska, udało się wydłużyć zakres pracy tarcia płynnego i istotnie obniżyć opory ruchu podczas zatrzymania łożyska, dzięki teksturowaniu powierzchni ślizgowej (M1, A3). Zarówno wgłębienia ukształtowane na powierzchni stalowego czopa, jak i te ukształtowane na powierzchni panwi z brązu stanowiły zbiorniki oleju, w których przy zatrzymywaniu wału, pozostającego pod obciążeniem, substancja smarująca zastała ściśnięta, co powodowało wzrost jej ciśnienia i lokalne rozdzielenie współpracujących powierzchni czopa i panwi. Łagodne wyhamowywanie łożyska z teksturowanymi powierzchniami skutkowało ograniczeniem kontaktu nierówności powierzchni i w efekcie ich zużycia. Analiza obrazów i parametrów struktury geometrycznej powierzchni eksploatacyjnej warstwy wierzchniej wykazała, że największe ślady zużycia charakteryzują powierzchnie czopa i panwi, których powierzchnie nie poddano teksturowaniu. Najmniejsze zużycie powierzchni po badaniach tarcia otrzymano w odniesieniu do łożyska z teksturowaną panwią, co potwierdza celowość teksturowania powierzchni, pracujących przy małych prędkościach poślizgu.

Badania hydrodynamicznych łożysk ślizgowych wykazały, że głębokie wgłębienia na powierzchni czopa lub panwi mają negatywny wpływ na charakterystyki tribologiczne łożyska w ustalonych warunkach pracy (A3, M1). Głębokość kształtowanych na powierzchni ślizgowej wgłębień porównywalna do wielkości luzu promieniowego znacząco pogarsza charakterystyki łożyska. Obecność wgłębień w powierzchni panwi o głębokości ok. 50 μm w łożysku z luzem promieniowym równym 50 μm wpłynęła na zwiększenie wartości współczynnika tarcia nawet o 100% w porównaniu do wartości przy badaniu łożyska o standardowych (gładkich) powierzchniach w ustalonych warunkach pracy. Zmniejszenie głębokości wgłębień do ok. 25 μm umożliwiło znaczne zmniejszenie momentu tarcia w porównaniu do wartości momentu tarcia, gdy wgłębienia w panwi miały 50 μm głębokości, ale wciąż łożyska standardowo wykończone charakteryzowały się mniejszymi oporami ruchu. Wgłębienia, których głębokość była większa niż minimalna wysokość szczeliny smarowej zaburzały przepływ oleju, zwiększając opory ruchu i zmniejszając efektywność przenoszenia obciążenia przez film smarny. Miejsce, gdzie występują wgłębienia na powierzchni panwi również oddziałuje na parametry hydrodynamicznych poprzecznych łożysk ślizgowych. Częściowe teksturowanie powierzchni panwi w obszarze zbieżnej strefy łożyska spowodowało pogorszenie charakterystyk tribologicznych w porównaniu do charakterystyk łożyska standardowego.

W wyniku prowadzonych badań wykazano, że wgłębienia w powierzchni ślizgowej elementu ruchomego wężła ciernego znacząco ograniczają zużycie ściernie zarówno w przypadku skojarzeń materiałowych jedno-, jak i różnoimiennych (M1, A1, A4, A9). Jednoimiennie wężły ślizgowe typu stal-żeliwo o standardowo wykończonych powierzchniach i smarowane olejem zanieczyszczonym cząstkami Al_2O_3 i SiO_2 ulegały zatarciu w początkowej fazie badań, natomiast dzięki ukształtowaniu wgłębień o odpowiedniej geometrii na ruchomym elemencie wyeliminowano katastrofalne zużycie wężłów ślizgowych. Większość cząstek została przechwycona przez wgłębienia w teksturowanym pierścieniu i wraz z obrotem czopa wydostawały się poza strefę tarcia. Badania zużycia ściernego łożysk ślizgowych w skojarzeniu materiałowym różnoimiennym typu stalowy czop i panew wylana miękkim materiałem

ślizgowym potwierdziły korzystny wpływ wgłębień w podnoszeniu odporności na zużycie ściernie elementów łożyska (M1, A9). Zużycie ściernie powierzchni tekstuowanego czopa było ponad dwukrotnie mniejsze niż czopa gładkiego. Rozmieszczenie wgłębień na powierzchni tekstuowanego czopa miało wpływ na wielkość zużycia. Czopy z wgłębieniami równomiernie rozmieszczonymi charakteryzowały się mniejszym zużyciem niż te z wgłębieniami w linii śrubowej, które były bardziej od siebie oddalone na kierunku osiowym niż te rozmieszczone równomiernie. W wyniku analizy eksploatacyjnej warstwy wierzchniej wykazano, że w warstwę ślizgową panwi współpracującej z gładkim czopem, wbijały się cząstki ściernie o wielkości znacznie przekraczającej wielkość luzu łożyskowego, a także wielkość minimalnej szczeliny smarowej. Cząstki niezagłębione całkowicie w miękki materiał panwi rysowały powierzchnię czopa, powodując jego intensywne zużycie. W przypadku panwi współpracujących z tekstuowanymi czopami wielkość identyfikowanych cząstek w eksploatacyjnej warstwie wierzchniej wynosiła kilka do kilkunastu mikrometrów, czyli była mniejsza lub porównywalna do minimalnej grubości filmu olejowego. Częstotliwość występowania cząstek wbitych w warstwę ślizgową panwi współpracującej z tekstuowanym czopem była wielokrotnie mniejsza niż ta charakteryzująca eksploatacyjną warstwę wierzchnią łożysk gładkich, ponieważ podczas obrotu wału cząstki ściernie lokowały się we wgłębieniach i w odciążonej strefie łożyska wydostawały się poza strefę tarcia. Podobny mechanizm działania zidentyfikowano w odniesieniu do łożyska, w którym na powierzchni czopa ukształtowano spiralny rowek o odpowiedniej geometrii (A1, A4, A9). Wgłębienie w postaci rowka o odpowiednich wymiarach i skoku linii śrubowej w powierzchni czopa umożliwiło zmniejszenie zużycia ściernego ponad 2,5 razy w stosunku do zużycia powierzchni niemodyfikowanej. Powierzchnia eksploatacyjnej warstwy wierzchniej czopa bez rowka nosiła ślady intensywnego zużycia ściernego o wysokich nierównościach powierzchni, powstałych po przetaczaniu cząstek ściernych o dużych wymiarach. Obserwacje mikroskopowe powierzchni i analiza widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego warstwy wierzchniej potwierdziła, że w materiał panwi wbijają się cząstki ściernie, które niszczą powierzchnię czopa. Na obrazach fazowych powierzchni po próbach zużycia, wykonanych z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych, obserwowano ponad 90% zagęszczenie cząstek fazy obcej na czopach gładkich, podczas gdy takich cząstek na czopie z rowkiem było poniżej 10% oraz cząstki te charakteryzowały się mniejszymi wymiarami. Dodatkowo mikrostruktura o rozdrobnionych ziarnach uprzednio zahartowanej stali, obserwowana po badaniach tarcia na zgładach poprzecznych powierzchni czopa gładkiego, sięgała kilku mikrometrów w głąb materiału, natomiast mikrostruktura martenzytyczna materiału czopa z rowkiem sięgała praktycznie do powierzchni ślizgowej. Zaobserwowane zmiany mikrostruktury materiału, charakterystyczne dla procesu odpuszczania po hartowaniu, świadczą o znacznie podwyższonej temperaturze w strefie styku w przypadku łożyska o gładkich powierzchniach w wyniku intensywnego oddziaływania cząstek ściernych. W przypadku łożyska z czopem ze spiralnym rowkiem cząstki ściernie gromadziły się w rowku i wraz z obrotem wału i w wyniku przepływu substancji smarującej wydostawały się poza strefę styku.

Prowadzone badania jednoznacznie wskazują na istotny wpływ wgłębień w powierzchni na charakterystyki tribologiczne węzłów ślizgowych. Efektywność obniżania oporów ruchu oraz zmniejszania zużycia poprzez tekstuowanie powierzchni zależy m.in. od kształtu i wymiarów wgłębień, stopnia pokrycia powierzchni wgłębieniami, rozmieszczenia i innych cech kształtowanych wgłębień. W pracy (A8) wskazano, że wgłębienia w powierzchni ślizgowej opisane w literaturze charakteryzowane są w sposób nieustandaryzowany i często niewystarczający, co może prowadzić do nieoczywistych wniosków. Biorąc pod uwagę dużą

wrażliwość charakterystyk tribologicznych na szereg czynników, wśród nich również topografię powierzchni elementów ślizgowych, celowym byłoby stosowanie opisu wgłębień, zawierającego wszystkie ważne cechy geometryczne formowanych wgłębień.

Podsumowując prezentowane wyniki, przedstawione we wniosku jako osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny **Inżynieria mechaniczna**, stwierdzam, że przyczyniły się do wyjaśnienia wpływu ważnych czynników technologicznych, konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na właściwości tribologiczne teksturowanych węzłów tarcia. W obszarze badań technologicznych zajmowałam się opracowaniem metod i narzędzi umożliwiających kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni (płaskich, cylindrycznych, walcowych) elementów węzłów ślizgowych, charakteryzującej się wgłębieniami o określonym kształcie i rozmieszczonych na powierzchni w zdeterminowanym układzie. Prowadzone badania technologiczne wymagały również dobrania parametrów technologicznych obróbki oraz analizy wpływu określonej technologii na właściwości technologicznej warstwy wierzchniej. Badania eksploatacyjne nakierowane były na ocenę wpływu teksturowanej powierzchni w szeroko zróżnicowanych warunkach pracy różnorodnych węzłów tarcia. Określenie, dobór i zastosowanie metodyki badań tribologicznych były bardzo ważne z punktu widzenia uwzględnienia wszystkich lub większości możliwych stanów pracy węzłów tarcia tak, aby analiza wpływu wgłębień była kompleksowa a wnioski jednoznaczne, co było szczególnie istotne, ponieważ w literaturze dotyczącej teksturowania węzłów ciernych istnieje wiele sprzecznych, kontrowersyjnych wniosków. Wyjaśnienie mechanizmów zużycia i mechanizmów działania wgłębień ukształtowanych w powierzchni ślizgowej smarowanych węzłów tarcia było w zasadzie najważniejszym zadaniem wśród wszystkich, jakie podjęłam dla realizacji głównego celu. Realizacja tego zadania wymagała badań z zakresu metrologii warstwy wierzchniej i określenia jej stanu, w tym struktury geometrycznej powierzchni, morfologii powierzchni, składu pierwiastkowego warstwy wierzchniej, identyfikacji produktów zużycia, badanie mikrostruktury.

Zrealizowane badania pozwoliły na wyciągnięcie zasadniczych wniosków:

- wgłębienia w powierzchni pozostającej w styku smarowanym mogą znacząco poprawić właściwości tribologiczne jedno- i różnoimiennych węzłów ślizgowych w zakresie tarcia mieszanego, gdzie pełnią rolę zasobników substancji smarującej,
- wgłębienia powinny być tak ukształtowane, aby możliwe było ich zapełnienie i przy zbliżeniu powierzchni ślizgowych i ściśnięciu zgromadzonego oleju, nastąpił wzrost ciśnienia oleju i rozdzielenie przynajmniej lokalne współpracujących powierzchni,
- wgłębienia ukształtowane na ruchomym elemencie ślizgowym mogą dostarczać substancję smarującą o mniejszej temperaturze niż ta, która występuje w strefie styku i w ten sposób zabezpieczać eksploatacyjną warstwę wierzchnią przed zniszczeniem,
- wgłębienia w powierzchni, szczególnie te na ruchomym elemencie, mogą gromadzić zanieczyszczenia i produkty zużycia, a następnie w odciążonej strefie zebrane cząstki ściernie mogą być wyprowadzone wraz z olejem poza strefę tarcia,
- wgłębienia o głębokości większej niż luz łożyskowy i te większe niż minimalna wysokość szczeliny smarowej pogarszają charakterystyki tribologiczne hydrodynamicznych łożysk ślizgowych. W przypadku łożysk hydrodynamicznych wgłębienia łagodzą etap wybiegu łożyska,
- teksturowane węzły ślizgowe pracujące w styku smarowanym są wyjątkowo wrażliwe zarówno na wielkość, kształt czy rozmieszczenie wgłębień, jak i na typ węzła ślizgowego oraz warunki pracy.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe uważam:

- opracowanie narzędzi do kształtowania wgłębień na powierzchniach płaskich, cylindrycznych i walcowych oraz opracowanie technologii obróbki nagniataniem z wykorzystaniem wykonanych narzędzi, umożliwiającej formowanie wgłębień w powierzchni o zróżnicowanych i zdefiniowanych kształtach oraz w określonym układzie,
- określenie wpływu wgłębień w powierzchni o zróżnicowanych wymiarach i stopniu pokrycia powierzchni wgłębieniami na wybrane charakterystyki tribologiczne jednoimiennego skojarzenia materiałowego typu stal-stal i wyjaśnienie roli wgłębień w węzłach ślizgowych, których powierzchnie elementów współpracujących są względem siebie równoległe,
- określenie mechanizmów zużycia teksturowanych węzłów ciernych w skojarzeniu jednoimiennym typu stal-żeliwo pracujących pod znacznym obciążeniem i przy małych prędkościach poślizgu poprzez analizę technologicznej i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej,
- określenie mechanizmów zużycia i roli wgłębień w teksturowanych węzłach ciernych w skojarzeniu różnoimiennym typu stal-warstwa ślizgowa ze stopu AlSn20Cu smarowanych olejem o zwiększonym zanieczyszczeniu poprzez analizę technologicznej i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej,
- wyjaśnienie wpływu wgłębień ukształtowanych na powierzchni wybranego elementu węzła ślizgowego, w określonej strefie powierzchni ślizgowej i o różnych wymiarach na charakterystyki tribologiczne poprzecznego łożyska ślizgowego w skojarzeniu materiałowym typu stal-brąz w ustalonym stanie pracy oraz podczas wybiegu hydrodynamicznego poprzecznego łożyska ślizgowego,
- opracowanie metodologicznego podejścia do wnioskowania na temat wpływu teksturowania powierzchni węzłów tarcia w oparciu o wieloaspektowe ujęcie czynników oddziałujących na charakterystyki tribologiczne i przy kilkutorowym badaniu warstwy wierzchniej technologicznej i eksploatacyjnej.

Przedstawione w monografii oraz cyklu publikacji wyniki stanowią próbę kompleksowej odpowiedzi na problemy związane z zagadnieniami teksturowanych węzłów ślizgowych. Zrealizowane badania pozwoliły wyciągnąć szereg wniosków, ale też potwierdziła się duża wrażliwość teksturowanych węzłów ślizgowych na wielkość i rozmieszczenie kształtowanych wgłębień oraz warunki pracy, dlatego zasadnym jest kontynuowanie badań dotyczących przedstawionej problematyki. W oparciu o przeprowadzone dotychczas badania i uzyskane wyniki wyznaczono kierunki kolejnych badań, które powinny zostać zrealizowane w przyszłości w celu uzupełnienia wiedzy w zakresie oddziaływania topografii powierzchni:

- badania jednoimiennych węzłów ślizgowych typu stal-stal przy wyższych prędkościach poślizgu w celu sprawdzenia efektywności działania płytkich wgłębień oraz przy wyższej temperaturze substancji smarującej (mniejszej lepkości),
- badania jednoimiennych węzłów ślizgowych typu stal-żeliwo pracujących pod dużym obciążeniem z pomiarem temperatury w strefie styku w celu ilościowej oceny efektywności chłodzenia strefy styku za pomocą dostarczonej we wgłębieniach substancji smarującej,
- modelowanie ruchu cząstek w substancji smarującej w szczeliny smarowej łożyska ślizgowego z wgłębieniami na powierzchni czopa w celu pełnego wyjaśnienia skuteczności zmniejszenia zagęszczenia cząstek ściernych w łożysku teksturowanym,

- badania łożysk ślizgowych z wgłębieniami w powierzchni o głębokości mniejszej niż minimalna wysokość szczeliny smarowej podczas pracy w warunkach ustalonych, badania łożysk ślizgowych z płytkami wgłębieniami ukształtowanymi w różnych strefach łożyska, tj. zbieżnej lub rozbieżnej oraz o zróżnicowanej wielkości obszaru pokrytego wgłębieniami.,
- badania teoretyczne i eksperymentalne teksturowanych łożysk ślizgowych z analizą ciśnienia generowanego we wgłębieniach o różnych kształtach i wymiarach przy zróżnicowanych warunkach obciążeń i różnej lepkości substancji smarującej.

IV-4. Implikacje praktyczne wyników z przeprowadzonych badań

W wyniku dotychczas prowadzonych badań opracowałam (wśród osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2):

- konstrukcję i prototyp głowicy do kształtowania wgłębień na powierzchniach płaskich, walcowych i cylindrycznych, którą można stosować na obrabiarkach uniwersalnych – rozwiązanie zostało opatentowane (O1): Patent nr 230836, Lidia Gałda, Waldemar Koszela: *Głowica narzędziowa do wytwarzania węzła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego*. 2018 r.
- konstrukcję i prototyp narzędzi do kształtowania zróżnicowanych wgłębień na powierzchniach węzłów ciernych oraz metodę teksturowania powierzchni – rozwiązanie zostało opatentowane (O2): Patent nr 234484, Lidia Gałda: *Łożysko ślizgowe, zwłaszcza jednoimienne, sposób jego wytwarzania oraz narzędzie do stosowania tego sposobu*. 2020 r.
- konstrukcję i prototyp testera tribologicznego o pełnym kącie opasania – rozwiązanie zostało zrealizowane w ramach projektu (O3): Projekt badawczy nr U-8319/DS/M, Lidia Gałda: *Opracowanie koncepcji, budowa oraz badania wstępne prototypowego testera tribologicznego o pełnym kącie opasania*. 2011 r.

Uzyskane wyniki badań, przedstawione jako osiągnięcia naukowe w monografii i cyklu publikacji, są źródłem wiedzy do wykorzystania w pracach rozwojowych dotyczących różnych typów elementów ślizgowych, zróżnicowanych pod względem kształtu, skojarzenia materiałowego, warunków pracy oraz wymuszeń.

Podejście metodologiczne do badań i do wniosku na temat wpływu teksturowania powierzchni węzłów tarcia w oparciu o wieloaspektowe ujęcie czynników oddziałujących na charakterystyki tribologiczne i wielotorowe badanie warstwy wierzchniej technologicznej i eksploatacyjnej daje możliwość prawidłowej i kompleksowej oceny oddziaływania wgłębień i mechanizmów zużycia powierzchni teksturowanych.

V. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Swoje wyniki badań po raz pierwszy miałam okazję zaprezentować na zagranicznej konferencji naukowo-technicznej dotyczącej zagadnień z zakresu tribologii w grudniu 2006 roku. Wyjazd na konferencję AUSTRIB'06 do Brisbane w Australii został sfinansowany ze środków Fundacji Nauki Polskiej, które otrzymałam w ramach konkursu dla młodych naukowców. Na konferencji podczas prezentacji słuchacze wykazali zainteresowanie moimi wynikami badań i w wyniku wspólnych rozmów nawiązałam współpracę z ówczesnym kierownikiem Gas Turbine Laboratory w Ottawie dr inż. Waldemarem Dmochowskim.

W kwietniu 2007 roku byłam z wizytą w Gas Turbine Laboratory w Ottawie w Kanadzie, gdzie po zaprezentowaniu swoich pozostałych wyników badań wraz z dr W. Dmochowskim ustaliliśmy wspólne badania łożysk ślizgowych poddanych teksturowaniu. W 2008 roku dr W. Dmochowski również odwiedził laboratorium Katedry Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Politechniki Rzeszowskiej, w którym pracuję. W 2009 roku zostały zrealizowane wspólne badania, których rezultatem są artykuły opublikowane lub/i zaprezentowane na konferencjach:

- 10th - EDF/Pprime Workshop - "Condition Monitoring, Performance Improvement and Safe Operation of Bearings" - Futuroscope Chasseneuil 6-7.10.2011 – Experimental evaluation of steady-state and dynamic performance of hydrodynamic journal bearings: Plain versus textured surface. Koszela W., Gałda L., Pawlus P., Dadouche A., Conlon M., Dmochowski W.
- ASME Turbo Expo 2011- Turbine Technical Conference & Exposition – Vancouver - 6-10.06.2011 – Effect of surface texturing on the steady-state properties and dynamic coefficients of plain journal bearing: Experimental Study. Dadouche A., Conlon M., Dmochowski W., Koszela W., Gałda L., Pawlus P.
- 66th STLE Annual Meeting & Exhibition - Atlanta - 15th-19th May, 2011 – Effect of static load, speed and bearing clearance on the steady-state and dynamic characteristics of smooth and textured-surface journal bearings. Dadouche A., Conlon M., Dmochowski W., Koszela W., Gałda L., Pawlus P.

Moja aktywność podczas krajowej cyklicznej konferencji pod nazwą Jesienna Szkoła Tribologiczna zaowocowała współpracą z krajowym ośrodkiem akademickim na Politechnice Gdańskiej. W ramach współpracy w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów Politechniki Gdańskiej odbyłam staż naukowy, związany z realizacją badań łożysk ślizgowych na stanowisku PG-1Ł do badań poprzecznych łożysk ślizgowych. Staż naukowy odbywał się w terminie 14-18. maja 2018 r., wcześniej wspólnie z dr hab. inż. Arturem Olszewskim, prof. PG określiliśmy zakres badań i przygotowaliśmy materiały i stanowisko do badań.

Rezultatem przeprowadzonych badań jest wspólny artykuł:

- Gałda L., Sęp J., Olszewski A., Żochowski T.: Experimental investigation into surface texture effect on journal bearings performance. 2019, TRIBOLOGY INTERNATIONAL, t. 136, s. 372-384

Analizując otrzymane wyniki badań zaplanowaliśmy kolejne wspólne prace i w dniach 12-17. maja 2019 r. odbyłam kolejny staż naukowy na Politechnice Gdańskiej w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów. Staż naukowy związany z realizacją badań łożysk ślizgowych na stanowisku PG-1Ł do badań poprzecznych łożysk ślizgowych. Wyniki prowadzonych badań są zaprezentowane w jednym z podrozdziałów monografii mojego autorstwa pt. Wieloaspektowa analiza wpływu topografii powierzchni ślizgowych na właściwości tribologiczne węzłów maszyn w styku smarowanym (wydana w 2020 r.) i obecnie przygotowujemy jest również wspólny artykuł. Podczas stażu zaprezentowałam swoje dotychczasowe osiągnięcia naukowe na forum Katedry Konstrukcji Maszyn i Pojazdów Politechniki Gdańskiej.

Moja aktywność na cyklicznej międzynarodowej konferencji dotyczącej zagadnień łożyskowania w Poitiers we Francji skutkuje nawiązaniem współpracy z profesorem Michelelem Fillonem. Za przedstawione przeze mnie wyniki podczas konferencji 14th EDF/Prime Workshop "Influence of design and materials on journal and thrust bearing performance" w 2015 roku w Poitiers University uzyskałam nagrodę od ASME section Francaise: Best Poster Award – Third

Prize za artykuł pt. "The effect of dimples geometry in sliding surfaces on the tribological properties in starved lubrication conditions". W dniach 26-30. maja 2019 w Poitiers University odbyłam staż naukowy, prezentowałam wyniki badań teksturowanych łożysk ślizgowych wykonanych na stanowisku PG-1Ł zrealizowanych w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów Politechniki Gdańskiej. W trakcie pobytu wspólnie z profesorem M. Fillon przeanalizowaliśmy wcześniejsze wyniki badań i omówiliśmy kolejne etapy badań. Aktualnie, w oparciu o otrzymane wyniki badań, przygotowujemy jest wspólny artykuł. Prof. Michel Fillon dwukrotnie odwiedził Politechnikę Rzeszowską, gdzie prezentował swoje dotychczasowe wyniki badań, i podczas tych pobytów omawialiśmy wspólne badania. We wrześniu tego roku dostałam zaproszenie do udziału w Komisji powołanej celem obrony pracy doktorskiej realizowanej w Poitiers University (obrona - grudzień 2020 r.). W czerwcu tego roku również miałam zaplanowany wyjazd do Poitiers University w ramach programu Erasmus, ale z powodu pandemii wyjazd został przesunięty na późniejszy okres.

VI. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

W ramach działalności popularyzującej naukę wygłaszałam referaty, prezentowałam plakaty, uczestniczyłam w dyskusji i przygotowywałam materiały do zaprezentowania na wielu krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, w tym wygłosiłam 1 referat plenarny, 9 referatów sesyjnych, zaprezentowałam 4 plakaty i przygotowałam materiały do 21 wystąpień. Wyniki badań prezentowane były na 7 konferencjach krajowych i 28 międzynarodowych.

Aktywnie uczestniczyłam w organizacji międzynarodowej i krajowych konferencji naukowych, w tym w 5 konferencjach krajowych jako członek komitetu organizacyjnego, w 2 jako sekretarz komitetu organizacyjnego (1 – krajowa, 1 – międzynarodowa). Podczas 2 konferencji z cyklu Jesienna Szkoła Tribologiczna prowadziłam sesje tematyczne.

Biorę (brałam) aktywny udział w 3 programach europejskich, w tym jako instruktor w ramach projektu SAP University Alliance Europe, jako nauczyciel akademicki w ramach programu Erasmus+ dla studentów z zagranicy studiujących na Politechnice Rzeszowskiej oraz realizując staż pracownika naukowego związany z transferem wiedzy w ramach projektu „NAUKA – STAŻ – GOSPODARKA – edycja II” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. W ramach Erasmus+ zakwalifikowałam się do wygłoszenia wykładu w partnerskiej uczelni Poitiers University we Francji, ale jest z powodu pandemii zostało przesunięte na późniejszy okres.

Brałam udział w opracowaniu 1 monografii jako redaktor naukowy, poza tym opracowałam w sumie 10 rozdziałów w monografiach naukowych.

Poza artykułami przedstawionymi do osiągnięć naukowych stanowiących cykl publikacji opublikowałam 38 artykułów naukowych w wydawnictwach krajowych i zagranicznych.

Poza osiągnięciami projektowymi, konstrukcyjnymi i technologicznymi przedstawionymi w ramach osiągnięć naukowych zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2c Ustawy opracowałam również 4 inne konstrukcje, w tym 2 dotyczyły projektu głowicy do kształtowania wgłębień i 2 projektów stanowisk do badań tribologicznych.

Jestem członkiem 2 towarzystw naukowych: Polskiego Towarzystwa Tribologicznego oraz Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. W Polskim Towarzystwie Tribologicznym jestem również członkiem Głównej Komisji Rewizyjnej Polskiego Towarzystwa Tribologicznego

(z wyboru), natomiast w Polskim Towarzystwie Zarządzania Produkcją o/Rzeszów pełnię funkcję skarbnika (z wyboru).

Aktualnie jestem członkiem 1 komitetu redakcyjnego w zespole redakcyjnym czasopisma Technologia i Automatykacja Montażu (redaktor tematyczny w obszarze tribologia).

Wykonałam 45 recenzji artykułów naukowych, w tym 32 recenzje prac publikowanych w renomowanych czasopismach międzynarodowych oraz 13 recenzji prac publikowanych w krajowych czasopismach tematycznych.

Biorę aktywny udział w pracach zespołu badawczego, tj. Zespołu Tribologicznego działającego od 2006 roku w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Politechniki Rzeszowskiej.

W ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym odbyłam 4-miesięczny staż w firmie Zelnar Sp. Z o.o. w Tajęcinie, gdzie zajmowałam się opracowaniem technologii obróbki powierzchni form wtryskowych. W latach 2014-16 współpracowałam z firmą Pratt&Whitney Rzeszów w ramach projektu Demonstrator+, gdzie zajmowałam się badaniem i analizą właściwości filmu olejowego. W latach 2010 i 2011 współprowadziłam badania topografii powierzchni na zlecenie firmy WSK Rzeszów. W roku 2013 opracowałam opinie o innowacyjności dla firm Seger, Resmal i Erkado. W roku 2010 brałam udział w projekcie 3P Event dotyczącym optymalizacji procesu produkcji dla firmy Hamilton Sundstrand Poland. W sumie na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców opracowałam (lub w zespole wykonawców) 14 różnych ekspertyz, raportów lub opinii.

Brałam udział w pracach 2 zespołów badawczych jako wykonawca, tj. w ramach projektu badawczego nr UOD-DEM-1-557/001 w przedsięwzięciu pilotażowym – Wsparcie prac naukowych i prac rozwojowych w skali demonstracyjnej Demonstrator+ U-477/G/D pomiędzy NCBiR a WSK „PZL-Rzeszów” S.A. w latach 2014-2016 oraz w ramach projektu badawczego nr N503 016 31/2055, realizowanego jako grant promotorski w latach 2006-2008. Poza tym 1 raz realizowałam projekt badawczy jako kierownik, tj. projekt badawczy nr U-8319/DS/M dla młodych naukowców w okresie 15.07-31.12.2011 r.

Jestem autorem i współautorem 2 patentów. Dwukrotnie uczestniczyłam w pracach wdrożeniowych związanych z innowacyjną technologią kształtowania form wtryskowych.

Brałam udział w zespołach konkursowych, w tym w Konkursie Podkarpackiej Nagrody Jakości oraz Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją o/Rzeszów.

Prowadzę zajęcia na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej na studiach pierwszego i drugiego stopnia oraz dla studentów z programu Erasmus.

Jako promotor sprawowałam opiekę naukową nad 69 studentami, w tym pełniłam funkcję promotora prac inżynierskich 18 prac i 51 prac magisterskich. Wykonałam 24 recenzje prac dyplomowych. Byłam również promotorem pomocniczym w 1 przewodzie doktorskim (praca obroniona z wyróżnieniem – posiedzenie Rady Wydziału w dniu 10.05.2017 r.).

Jestem członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia. Pracuję również jako członek komisji egzaminacyjnych prac dyplomowych.

W celu systematycznego podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych biorę udział w licznych szkoleniach zarówno z tematyki dotyczącej badań naukowych, jak również realizowanej dydaktyki.

VII. Inne informacje niewymienione w pkt. I – VI

Sumaryczny Impact Factor czasopism, w których zostały opublikowane artykuły, w których jestem autorem lub współautorem wynosi **26,146**.

Cytowania artykułów, których jestem autorem lub współautorem na dzień 01.10.2020 r. wynoszą:

<i>według Web of Science (WoS): wszystkie/bez autocytowań</i>	375/335
<i>według Scopus: wszystkie/bez autocytowań</i>	439/339

Indeks Hirscha w zależności od bazy wynosi:

<i>według Web of Science (WoS):</i>	11
<i>według Scopus:</i>	12

Za osiągnięcia naukowe przed doktoratem otrzymałam według punktacji MNiSW **37,92** punkty, a po uzyskaniu stopnia doktora **538,92** punkty, w tym **222,26** punkty według punktacji do 2018 roku i **316,66** punkty według punktacji od 2019 roku.

Za działalność naukową zostałam wyróżniona 11 nagrodami:

Po uzyskaniu stopnia doktora:

1. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej za współautorstwo publikacji z grupy A (MNiSW) pt. „Experimental investigation into surface texture effect on journal bearings performance” – **2020 r.**
2. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej za uzyskanie patentu „Głowica narzędziowa do wytwarzania wężła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego” – **2019 r.**
3. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej za współautorstwo publikacji z grupy A (MNiSW) pt. „The study on abrasive wear of grooved journal bearings” – **2018 r.**
4. Nagroda ASME section Francaise (Best Poster Award – Third Prize) za artykuł pt. The effect of dimples geometry in sliding surfaces on the tribological properties in starved lubrication conditions” – **2015 r.**
5. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa I stopnia) za cykl publikacji naukowych z zakresu struktury geometrycznej powierzchni oraz jej wpływu na właściwości tribologiczne skojarzeń trących – **2013 r.**
6. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa I stopnia) za cykl publikacji naukowych dotyczących analizy struktury geometrycznej powierzchni – **2012 r.**

7. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa I stopnia) za cykl publikacji naukowych dotyczących topografii powierzchni oraz jej wpływu na właściwości tribologiczne – **2011 r.**
8. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa I stopnia) za cykl publikacji naukowych dotyczących wpływu topografii powierzchni na właściwości tribologiczne elementów ślizgowych – **2010 r.**
9. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (indywidualna III stopnia) za uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn – **2009 r.**
10. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa I stopnia) za cykl publikacji dotyczących oddziaływań tribologicznych struktury geometrycznej powierzchni – **2008 r.**

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

1. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa III stopnia) za cykl publikacji dotyczących wpływu struktury geometrycznej powierzchni na właściwości eksploatacyjne skojarzeń trących – **2007 r.**

Otrzymałam również 2 nagrody za działalność organizacyjną:

1. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa III stopnia) za organizację czterech ogólnopolskich konferencji naukowych – **2009 r.**
2. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej (zespołowa II stopnia) za organizację XII międzynarodowej konferencji naukowej „Merology and Properties of Engineering Surfaces” – **2010 r.**

Uczestniczyłam w konkursach mających charakter naukowy (1) i dydaktyczny (2), w których przyznano wyróżnienie lub dofinansowanie (oprócz projektów badawczych):

1. Promotor prac dyplomowych, które otrzymały wyróżnienia w konkursach na najlepszą pracę dyplomową Rzeszowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją w **2009 r.** i **2015 r.**
2. Laureatka konkursu na dofinansowanie wyjazdów na konferencje zagraniczne finansowane przez Fundację Nauki Polskiej w **2006 r.**

VIII. Sumaryczne zestawienie osiągnięć naukowych wykazanych w poszczególnych punktach Wykazu osiągnięć naukowych (Załącznik 5) z podziałem na okresy przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Pkt	Osiągnięcie	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora
I-1	Monografia naukowa	0	1
I-2	Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych	0	9
I-3	Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych	0	3
II-1	Wykaz opublikowanych monografii naukowych	0	1
II-2	Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	1	9
II-3	Informacja o członkostwie w redakcjach naukowych monografii	0	0
II-4	Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych	16	22
II-5	Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych	3	1
II-6	Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych	0	0
II-7	Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych	8	27
II-8	Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych	1	8
II-9	Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych	1	2
II-10	Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych	1	2
II-11	Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych	(1)	3
II-12	Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	0	1
II-13	Informacja o recenzowanych pracach naukowych	0	45
II-14	Informacja o uczestnictwie w programach europejskich	0	3
II-15	Informacja o udziale w zespołach badawczych	1	1
II-16	Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających	0	0
III-1	Wykaz dorobku technologicznego	2	2
III-2	Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym	0	5
III-3	Uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty	0	2
III-4	Informacja o wdrożonych technologiach	0	2
III-5	Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	0	14

Autoreferat - dr inż. Lidia GAŁDA

III-6	Informacja o udziale w zespołach eksperckich lub konkursowych	1	1
III-7	Informacja o projektach artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi	0	0
IV-1	Informacja o punktacji Impact Factor	Σ	26,146
IV-2	Informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy		
	wg WoS	Σ	375/335
	wg Scopus	Σ	439/339
IV-3	Informacja o posiadanym indeksie Hirscha		
	wg WoS	Σ	11
	wg Scopus	Σ	12
IV-4	Informacja o liczbie punktów MNiSW	37,92	538,92 = 222,26 + 316,66

.....
(podpis wnioskodawcy)