POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

Księga Plakatów
POSTER MASTER

Rok akademicki 2023/2024

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Księga Plakatów POSTER MASTER 2024

zawiera postery przygotowane
przez absolwentów II roku studiów II stopnia,
których prace magisterskie były realizowane
w roku akademickim 2023/2024 na
Wydziale Mechaniczno-Technologicznym
Politechniki Rzeszowskiej

Komisje oceniające:

- Komitet Naukowy – wartość naukowa oraz oryginalności rozwiązań,
- Przedstawiciele Rady Programowej
  Wydziału Mechaniczno-Technologicznego – oryginalność
  oraz praktyczny aspekt zaproponowanych rozwiązań.

Komitet Naukowy:

1. dr hab. inż. Denys Baranovskyi, prof. PRz
2. dr Maryna Bulakh
3. dr Agnieszka Kramek
4. mgr inż. Marek Szewczyk
5. dr inż. Krzysztof Szwajka
6. dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz
7. dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz
8. dr inż. Joanna Zielińska-Szwajka

Przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego:

1. Arnold Bul, PGO Odlewnia Żeliwa, Odział w Śremie
2. Zygmunt Cholewiński, Tarnobrzeska Specjalna Strefa Ekonomiczna
3. Janusz Czaja, HSW S.A.
4. Marcin Górski, RIG Stalowa Wola
5. Tomasz Grochowski, DEZAMET S.A.
6. Jacek Krupa, Superior Industries Production Poland Sp. z o. o.
7. Romuald Kwieciński, Zakład Elektroniki i Automatyki „Chip”
8. Tomasz Miśko, ARP S.A., Oddział Tarnobrzeg
9. Tadeusz Proszowski, Mista Sp. z o.o.
10. Artur Rzewuski, ThoniAlutec Sp. z o.o.
11. Mirosław Surowaniec, HSW S.A.
12. Jan Szwedo, HSW S.A.

Komitet Organizacyjny:

1. dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz – przewodniczący
2. mgr inż. Justyna Gumieniak – sekretarz
3. mgr Patrycja Kuziora
4. mgr Adam Michajłyszyn
5. Aleksandra Dul – przedstawiciel studentów
6. Klaudia Sądkiewicz – przedstawiciel studentów

SPIS POSTERÓW

1. **inż. Jacek Buczek –** *Zaprojektowanie i modelowanie zrobotyzowanej linii produkcyjnej w środowisku wirtualnym KUKA SimPro*
   opiekun: dr inż. Tomasz Galek

2. **inż. Iwona Duda** – *Sprawność cieplna procesu spawania laserem z wykorzystaniem robota.*
   opiekun: dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz

3. **inż. Magdalena Dzielińska –** *Kształtowanie geometrii nadtopień na stali pancernej z zastosowaniem lasera*
   opiekun: dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz

4. **inż. Wioletta Fietko** – *Optymalizacja czasu przezbrojenia na przykładzie procesu zabudowy oprzyrządowania do kuca matrycowego da młota przeciwbieżnego BECHE 50T*
   opiekun: dr inż. Joanna Zielińska-Szwajka

5. **inż. Mateusz Fryc** – *Zastosowanie lasera światła niebieskiego do odnawiania powierzchni metalicznych*
   opiekun: dr inż. Tomasz Galek

6. **inż. Jakub Gazda**- *Zaprojektowanie i skonstruowanie stanowiska do fotospektrometrii przy wykorzystaniu mikrokontrolera Arduino*
   opiekun: dr inż. Tomasz Galek

7. **inż. Katarzyna Hanejko** – *Projekt i analiza wytrzymałościowa wybranych połączeń montażowych*
   opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

8. **inż. Lucjan Jeż** – *Badanie zużycia łożysk stosowanych w łańcuchach transportowych*
   opiekun: dr Andrzej Chmielowiec

9. **inż. Jakub Kawa –** *Ocena starzenia się elementów konstrukcyjnych wykonanych z tworzyw sztucznych*
   opiekun: dr Agnieszka Kramek

---

10. **inż. Sebastian Klag** – *Projekt narzędzia specjalnego stosowanego w procesach maszynowej obróbki skrawaniem CNC*
    opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

11. **inż. Klaudia Kolano** – *Opracowanie technologii wytwarzania piaskowych form odlewniczych z wykorzystaniem ramienia robota*
    opiekun: dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz

---

12. **inż. Łukasz Kołek** – *Projekt i charakterystyka pracy podajnika rolkowego z automatycznym centrownikiem stosowanym w przemyśle drzewnym*
    opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

13. **inż. Jakub Kozioł** – *Projekt i proces technologiczny napędzającego koła wieńcowego*
    opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

14. **inż. Błażej Krysa** – *Wpływ parametrów odlewania ciągłego na właściwości zaprawy Al.-Ti-B*
    opiekun: dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz

---

15. **inż. Daniel Małysa** – *Opracowanie procesu technologicznego regeneracji koła jezdnego stosowanego w pojazdach gąsienicowych*
    opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

16. **inż. Maciej Maziarz** – *Optymalizacja pracy pompy ciepła*
    opiekun: dr. Agnieszka Kramek

17. **inż. Rafał Nowak** – *Projekt i symulacja pracy automatycznej linii do sortowania wyrobów z wykorzystaniem sterowników PLC*
opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

18. **inż. Rafał Pelic** – *Optymalizacja procesów sterowania suszarni do drewna z wykorzystaniem sterowników PLC*
opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

19. **inż. Krzysztof Piekut** – *Projekt i wdrożenie do produkcji mulczera leśnego*
opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

20. **inż. Aleksandra Piotrowska** – *Wpływ czynników środowiskowych na korozyjność i zmiany właściwości próbek metalicznych*
opiekun: dr Agnieszka Kramek

---

21. **inż. Krystian Rogowski** – *Korozja wżerowa stopów aluminium w układach chłodniczych pojazdów*
opiekun: dr Agnieszka Kramek

---

22. **inż. Andrzej Tęcza** – *Projekt, analiza zmęczeniowa i dokumentacja technologiczna obróbki korpusu*
opiekun: dr inż. Wiesław Żelasko

---

23. **inż. Agnieszka Ziarno** – *Wpływ ilości ciepła w procesie napawania laserowego stali S355 proszkiem Stellite 6 na własności napoin*
opiekun: dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Zaprojektownie i modelowanie zrobotyzowanej linii produkcyjnej w środowisku wirtualnym KUKA SimPro

Autor: **inż. Jacek Buczek**

Promotor: **dr inż. Tomasz Galek, prof. PRz**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy dyplomowej zostało zaprojektowane stanowisko do obróbki detalu w środowisku wirtualnym KUKA Sim Pro. Cały proces modelowania stanowiska opisano w formie instrukcji programowania w środowisku wirtualnym.

W instrukcji pokazano kolejne kroki potrzebne do zaprojektowania stanowiska wykorzystując metodę programowania offline, od odpowiedniego doboru elementów stanowiska po stworzenie odpowiedniej struktury programu, odpowiadającego za działanie zrobotyzowanej linii produkcyjnej w środowisku KUKA.

Słowa kluczowe:

robot,
programowanie,
środowisko wirtualne,
symulacja

Cel i zakres pracy:

Celem pracy jest zamodelowanie oraz zaprogramowanie procesu obróbki tłoka w środowisku wirtualnym KUKA Sim Pro. Zakres pracy obejmuje:

Opis języków programowania

Opis metod programowania

Ogólne informacje nt. programowania robotów

Napisanie instrukcji modelowania i programowania procesu obróbki w środowisku wirtualnym KUKA Sim Pro

Część teoretyczna:

Jedna z definicji języka programowania mówi że, język ten jest to zbiór zasad określających, kiedy ciąg symboli tworzy program komputerowy oraz jakie obliczenia opisuje. Rozszerzając tę definicję że język programowania jest to systemowa metoda wydawania poleceń komputerowi, co pozwala osobie odpowiedzialnej za późniejszą obsługę maszyny wskazać jej precyzyjnie jakie dane ma przetworzyć oraz jakie działania należy podjąć w określonych warunkach. Zapis relacji pomiędzy rzeczywistością, a językiem programowania jest możliwy dzięki trzem głównym działom semiotyki:

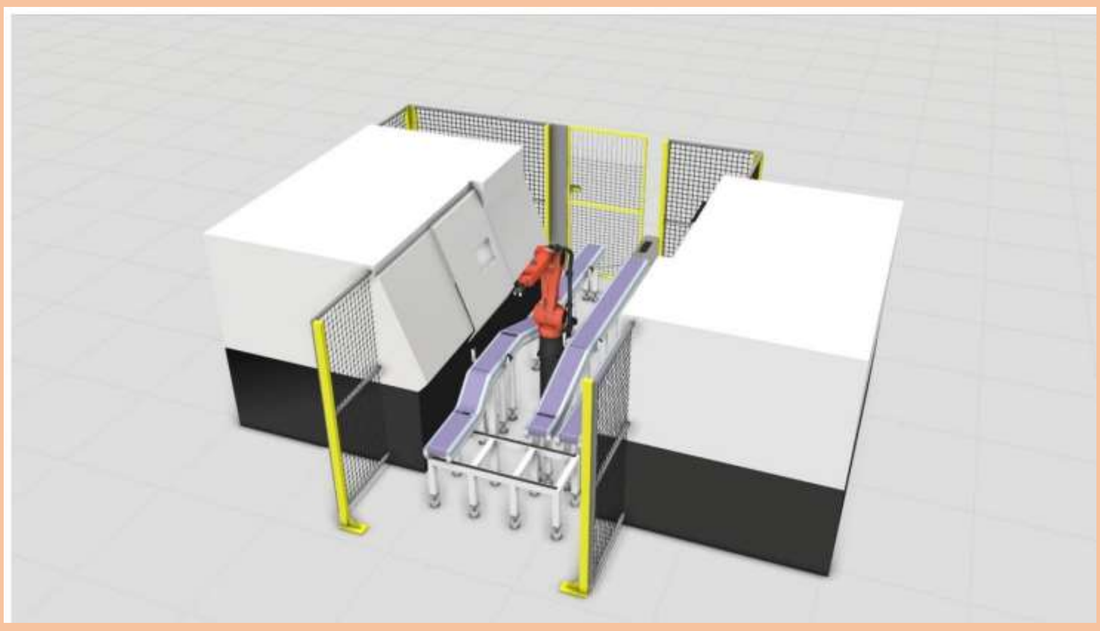
Synaktyce, czyli składni języka. Bada ona relacje między znakami językowymi. W języku programowania określa reguły tworzenia wyrażeń języka z symboli podstawowych (elementarnych).

Semantyce, czyli dziedzinie odpowiadającej za znaczenie symboli zebranych w programie komputerowym.

Pragmatyce, która odpowiada za wyznaczenie funkcji użytkowej języka w oddziaływaniu między człowiekiem, a maszyną – robotem.

Część praktyczna:

Stworzenie modelu linii produkcyjnej w środowisku wirtualnym KUKA SimPro.



Rys. 1 Zrobotyzowane stanowisko do procesu obróbki

Dobrano odpowiedniego robota, do podawania detalu, a następnie wyposażono go w odpowiedni chwytak, w tym przypadku chwytak Shunk PGN-plus 50-1 , którego zadaniem jest pobieranie i wymiana detalu.



Rys. 2 Dobrany chwytak Shunk PGN-plus 50-1

Napisano również program odpowiadający pobieraniu i wymianie detalu.

Podsumowanie:

Zaprojektowanie i zamodelowanie stanowiska linii produkcyjnej procesu obróbki detalu. Wybór odpowiedniego robota, maszyn, chwytaka oraz odpowiednie skonfigurowanie ich parametrów. Napisanie podprogramów i programu głównego odpowiadającego za działanie stanowiska produkcyjnego. Napisanie instrukcji do stworzenia zrobotyzowanej linii produkcyjnej w środowisku wirtualnym KUKA SimPro.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Sprawność cieplna procesu spawania laserem z wykorzystaniem robota

Autor: **inż. Iwona Duda**

Promotor: **dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy dyplomowej przedstawiono wpływ różnych parametrów spawania laserowego stali ARMOX 600T na sprawność cieplna procesu. W tym celu wykorzystano niszczące techniki badań takie jak badania mikrostruktury i pomiary geometrii nadtopień. Przeprowadzenie tego typu badań, miało na celu zdefiniowanie i przedstawienie różnic wynikających ze zmiennych warunków spawania laserowego z wykorzystaniem ramienia robota. Określono także wpływ prędkości przemieszczania się wiązki i mocy źródła lasera na sprawność cieplna procesu.

Słowa kluczowe: stal ARMOX, laser, robot, spawanie, sprawność cieplna

Cel i zakres pracy:

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu parametrów spawania laserem z wykorzystaniem robota na sprawność cieplną procesu.

Zakres badań obejmował: dobór parametrów spawania, wykonanie nadtopień na stali pancernej ARMOX 600T, badania z wykorzystaniem stanowiska kalorymetrycznego, obliczenia sprawności cieplnej, wykonanie badań metalograficznych, pomiary geometrii nadtopień, analiza wyników.

Część teoretyczna:

Stal balistyczna (pancerna) to wyjątkowy rodzaj stali, zaprojektowany specjalnie z myślą o zastosowaniach balistycznych. Charakteryzuje się ona unikalnym zestawem właściwości, które sprawiają, że jest doskonale przystosowana do absorbowania energii kinetycznej i odpierania penetracji. Przykładem tego typu stali jest stal **ARMOX 600T**. Wytrzymała ale lekka stal, umożliwia tworzenie lekkich i odpornych pancerzy w pojazdach wojskowych oraz cywilnych. Wykorzystuje się ją w przemyśle samochodowym (produkcja limuzyn, vanów, aut dla VIP'ów, służb i wszystkich tych, którzy wymagają specjalnej ochrony).

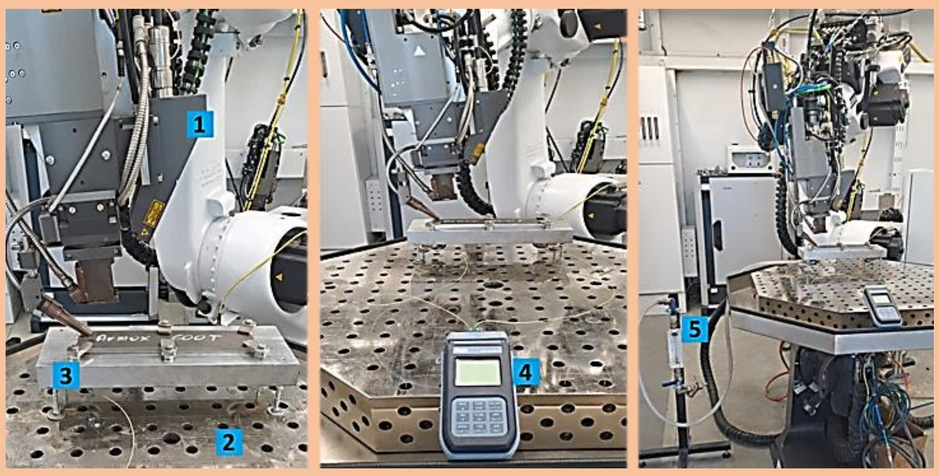
Stal ta wykorzystywana jest na konstrukcje spawane pojazdów. Stąd też bardzo ważne jest określenie wpływu parametrów spawania na geometrię spoin oraz sprawność cieplną procesu.

W **spawaniu laserowym** używa się wiązki o dużej gęstości energii, co skutkuje wąską spoiną i minimalnymi zmianami temperatury w konstrukcji. Zalety tej technologii to szybkość, precyzja, czystość procesu, możliwość łączenia różnych materiałów oraz automatyzacja. Stopień**,** wykorzystania ciepła, wydzielonego podczas spawania, charakteryzuje **sprawność cieplna η.** Stanowi ona sumę ciepła potrzebnego do nagrzania i stopienia materiału oraz ciepła, które wniknęło do materiału, podzielonej przez ciepło całkowite:

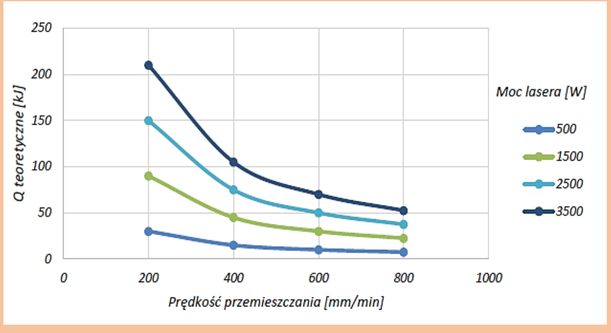
$$\eta = \frac{Q_c + Q_r}{Q}$$

Część praktyczna:

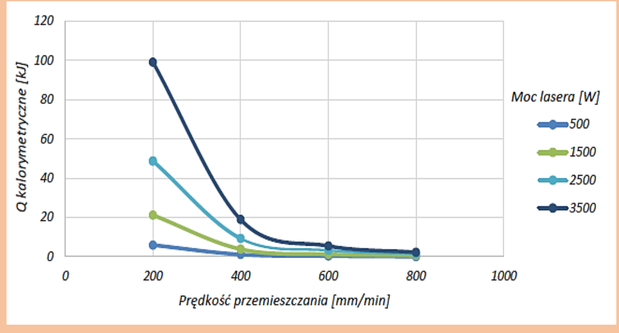
Do przeprowadzenia badań, została wybrana stal pancerna ARMOX 600T w postaci płytek o wymiarach 200x50x10 mm. Płytki zostały poddane procesowi nadtapiania przy użyciu lasera o mocach: 500, 1500, 2500 i 3500 W oraz przy różnych prędkościach przemieszczania tj. 200, 400, 600, 800 mm/min. Proces nadtapiania odbywał się na kalorymetrze spawalniczym, z ustalonym przepływem wody chłodzącej i w atmosferze argonu. Podczas tego procesu rejestrowano temperaturę wody chłodzącej, co umożliwiło obliczenie rzeczywistej ilości wydzielonego ciepła oraz efektywności procesu nadtapiania laserem stali ARMOX 600T.



Stanowisko kalorymetryczne do nadtapiania laserem:
1- robot z głowicą laserową,
2- stół spawalniczy,
3- kalorymetr,
4- miernik pomiaru temperatury,
5- rotametr.



Wykres zależności pomiędzy ciepłem teoretycznym a prędkością przemieszczania i mocą lasera

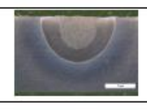
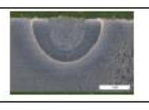
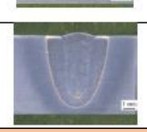
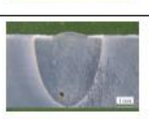


Wykres zależności pomiędzy ciepłem kalorymetrycznym a prędkością przemieszczania i mocą lasera

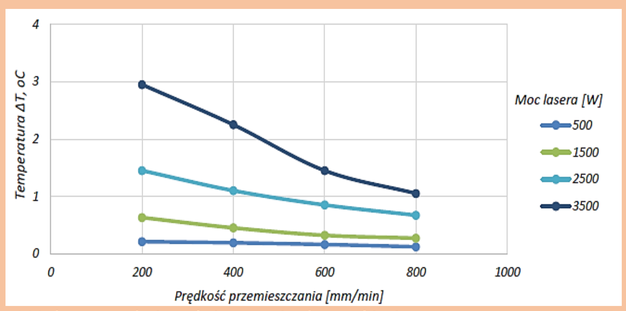
Wykonano zgłady metalograficzne, na przekrojach poprzecznych nadtopień. Przeprowadzono badania metalograficzne, w trakcie których oceniono makrostrukturę oraz jej szerokość i głębokość.

Na przekrojach poprzecznych nadtopień wykonano zgłady metalograficzne. Przeprowadzono badania metalograficzne, w trakcie których oceniono makrostrukturę nadtopień oraz ich szerokość i głębokość.

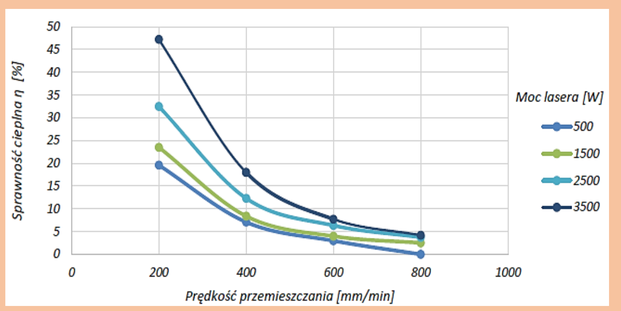
Makrostruktura przekrojów napoin

Moc P [W]	Prędkość skanowania wiązką lasera v_s, [mm/min.] 200	400	600	800
500				
1500				
2500				
3500				

Bazując na danych uzyskanych z badań kalorymetrycznych i obliczeń cieplnych oceniono sprawność cieplną procesu. Na przekrojach poprzecznych nadtopień oceniono szerokość i głębokość nadtopień.

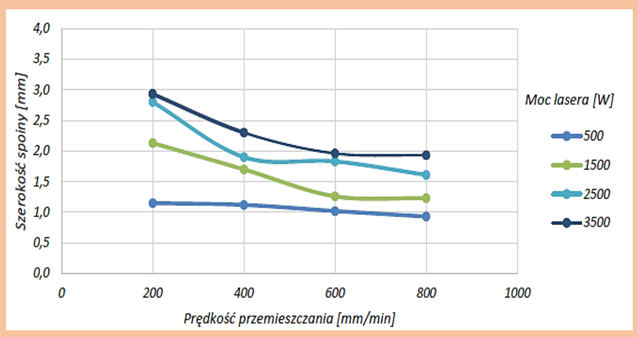


Wykres zależności pomiędzy różnicą temperatury ΔT kalorymetru, a prędkością przemieszczania i mocą lasera

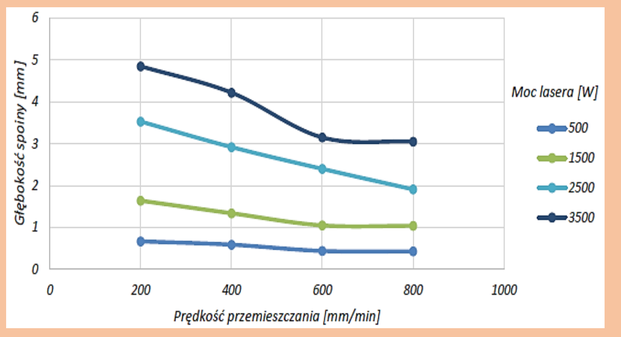


Wykres zależności pomiędzy sprawnością cieplną a prędkością przemieszczania i mocą lasera

Sprawność cieplna procesu spawania/nadtapiania stali pancernej ARMOX 600T jest ścisłe związana z mocą wiązki lasera oraz prędkością jego przemieszczania. W badanym zakresie parametrów spawania/nadtapiania laserowego z wykorzystaniem ramienia robota uzyskano maksymalną sprawność cieplną procesu o wartości 47,2%. Dla stałej prędkości spawania/nadtapiania przy wzrastającej mocy wiązki lasera sprawność cieplna procesu rośnie. Dla stałej mocy lasera i rosnącej prędkości spawania/nadtapiania sprawność procesu maleje. Z przeprowadzonych badań wynika, że taką samą sprawność procesu można uzyskać z zastosowaniem różnych prędkości spawania i różnych mocy wiązki lasera.



Wykres zależności pomiędzy szerokością nadtopienia a prędkością przemieszczania i mocą lasera



Wykres zależności pomiędzy głębokością nadtopienia a prędkością przemieszczania i mocą lasera

Podsumowanie:

Konstrukcje ze stali pancernych są obecnie spawane za pomocą metod, takich jak TIG, MIG-MAG i elektrodą otuloną. Jednakże, przejście na spawanie laserowe może przynieść korzyści w postaci mniejszych spoin i potencjalnie mniejszego zużycia spoiwa, dzięki możliwości głębokiego połączenia do 8 mm, co przekłada się na oszczędność czasu i podniesienie jakości konstrukcji.

Badania wykazały, że zmienne warunki spawania/nadtapiania mają istotny wpływ na makrostrukturę i geometrię spoin/nadtopień. Wzrost prędkości spawania przy stałej mocy lasera prowadzi do zmniejszenia głębokości spoiny/nadtopienia, podczas gdy zbyt mała prędkość spawania prowadzi do zwiększenia szerokości spoiny/nadtopienia. Sprawność cieplna procesu spawania/nadtapiania stali ARMOX 600T ściśle zależy od mocy wiązki lasera oraz prędkości przemieszczania się. Efektywne wykorzystanie wiązki lasera wymaga zastosowania optymalnych parametrów spawania, tj. jak najniższej prędkości przemieszczania się źródła ciepła i jak największej mocy lasera, co zostało potwierdzone obliczeniami sprawności cieplnej procesu.

Zauważono, że wartość dostarczonego ciepła ma istotny wpływ na geometrię nadtopienia, co podkreśla konieczność precyzyjnej kontroli tego parametru. Dostosowanie różnych parametrów procesu pozwala uzyskać równoważną ilość ciepła oraz podobne parametry geometryczne nadtopienia/spoiny. Optymalny wybór parametrów zależy od indywidualnych potrzeb i warunków procesu spawania, uwzględniając zarówno precyzję, jak i efektywność energetyczną.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Kształtowanie geometrii nadtopień na stali pancernej z zastosowaniem lasera

Autor: **inż. Magdalena Dzielińska**

Promotor: **dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

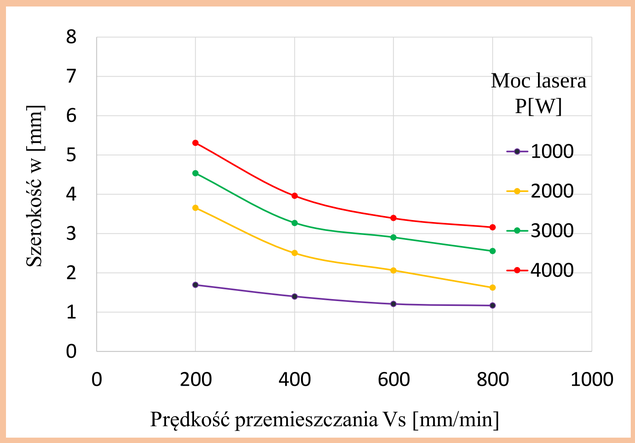
W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu wybranych parametrów spawania laserowego: mocy wiązki lasera P[W] oraz prędkości spawania V_s [mm/min] na kształtowanie geometrii nadtopień wykonanych na stali pancernej ARMOX 370T z zastosowaniem zrobotyzowanego stanowiska do spawania laserowego.

Słowa kluczowe:

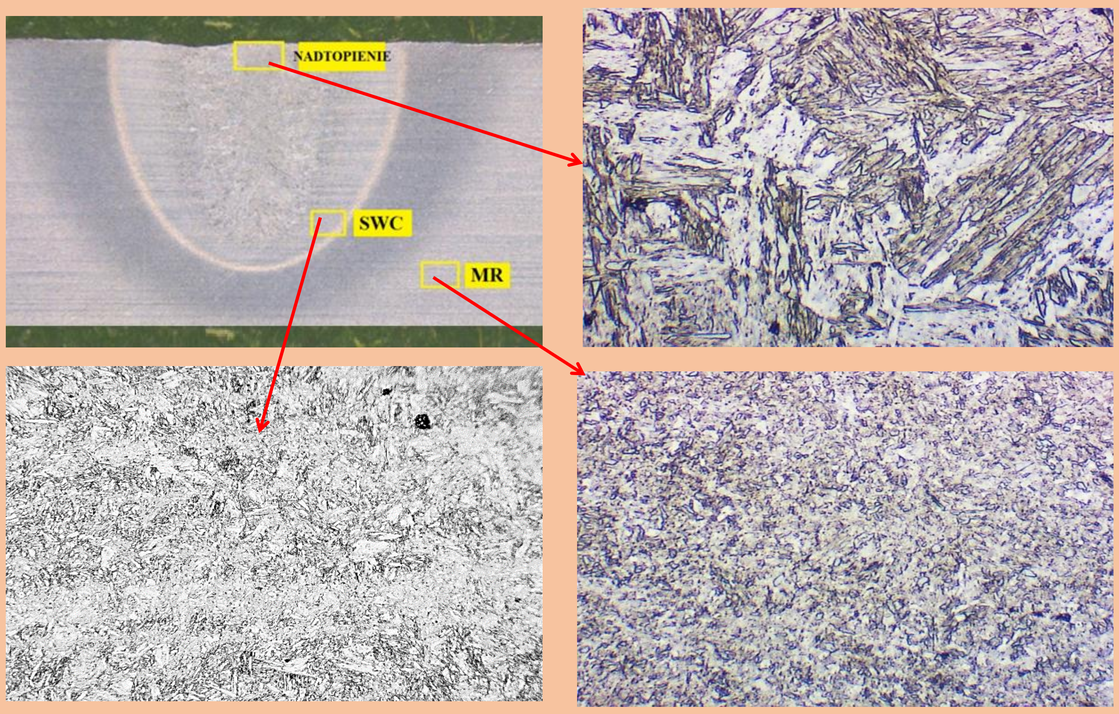
geometria nadtopień, stal pancerna, laser

Zakres pracy obejmował:

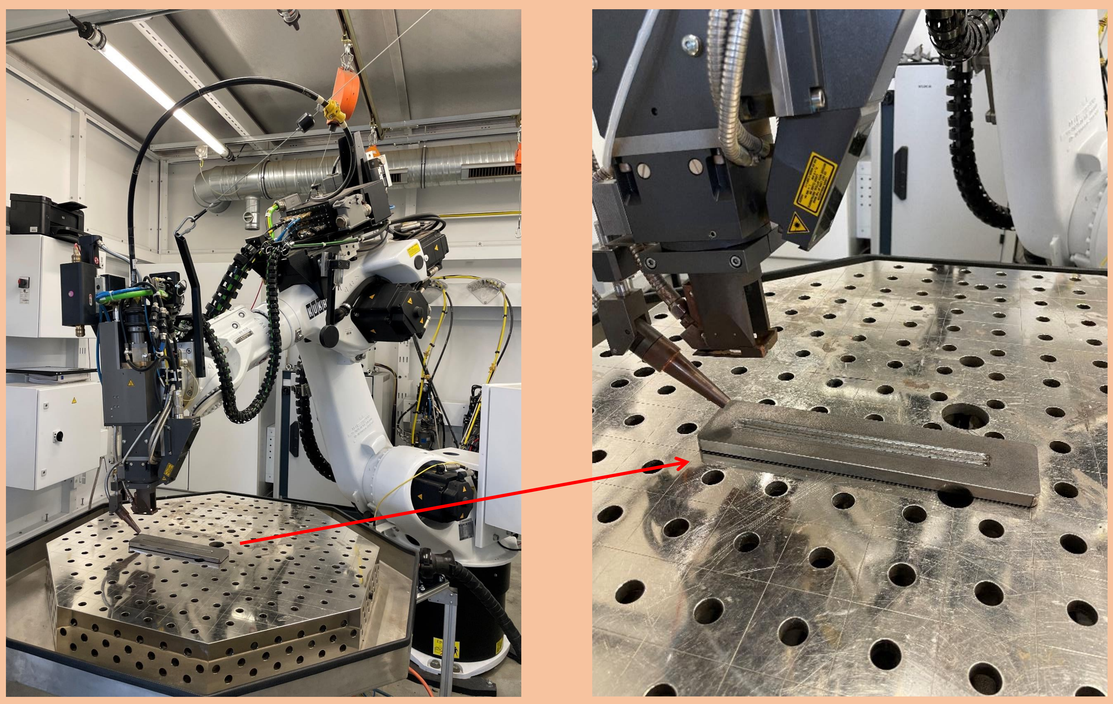
- Dobór parametrów spawania (mocy lasera P [W] oraz prędkości spawania V_s [mm/min]),
- Wykonanie nadtopień na stali pancernej – ARMOX 370T za pomocą wiązki lasera z wykorzystaniem robota,
- Pomiary geometrii nadtopień,
- Badania metalograficzne,
- Pomiary twardości,
- Analizę wyników badań.



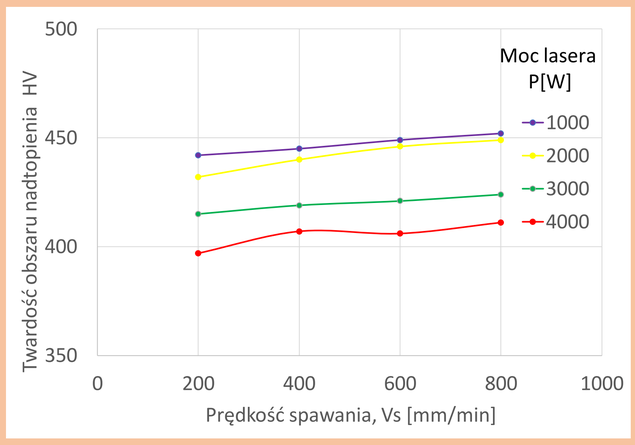
Rys. 3. Wpływ mocy lasera i prędkości spawania na geometrię nadtopień stali ARMOX 370T: w - szerokości oraz d - głębokości wtopienia



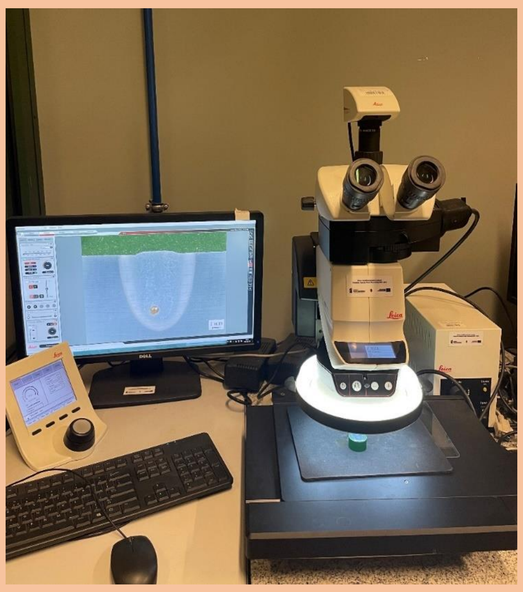
Rys. 4. Przykładowa makro i mikrostruktura nadtopienia stali ARMOX 370T: P = 3000 W, Vs = 400 mm/min

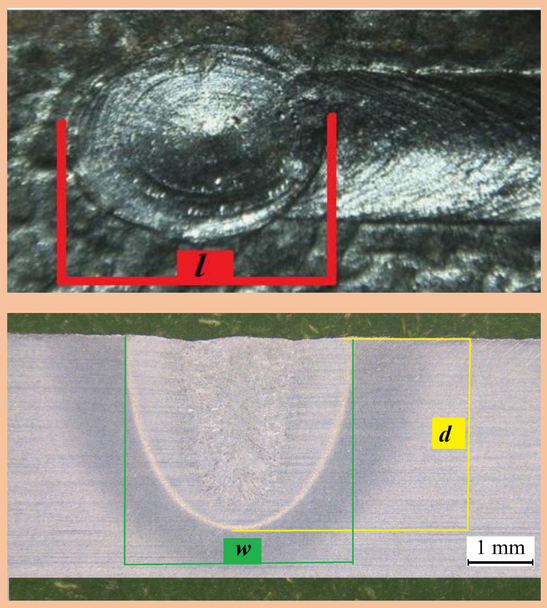


Rys. 1. Widok zrobotyzowanego stanowiska do spawania laserowego stali ARMOX 370T – Tru Laser Robot 5020



Rys. 5. Wpływ mocy lasera i prędkości spawania na twardość obszaru nadtopienia i Strefy Wpływu Ciepła (SWC) nadtopień stali ARMOX 370T





Rys. 2. Metodyka pomiarów geometrii nadtopień stali pancernej: l – długości jeziorka spawalniczego, w - szerokości oraz d - głębokości wtopienia

Przeprowadzone wyniki badań dowiodły, że:

- Przy zmianie parametrów spawania: Vs i P, można dostosować twardość nadtopienia w zakresie 397-452 HV. Wyniki pomiarów twardości strefy wpływu ciepła wskazują na zmiany twardości w zakresie od 424 do 460 HV.
- Odpowiedni dobór parametrów spawania: Vs i P umożliwił kształtowanie geometrii nadtopień. Zastosowane parametry spawania pozwoliły uzyskać obszar wtopienia o szerokości ok. 1,2 - 5,3 mm oraz głębokości od około 1,0 - 7,5 mm.
- Taką samą geometrii nadtopienia stali ARMOX 370T można uzyskać przy zastosowaniu różnych parametrów spawania np. wykorzystanie niższej mocy lasera oraz większej szybkości spawania, co może wpływać na czas i koszt wykonania.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Optymalizacja czasu przezbrojenia na przykładzie procesu zabudowy oprzyrządowania do kucia matrycowego dla młota przeciwbieżnego BECHE 50T

Autor: **inż. Wioletta Fietko**

Kierunek studiów: **Mechanika i Budowa Maszyn**

Promotor: **dr inż. Joanna Zielińska-Szwajka**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Celem pracy było podjęcie analizy procesu przezbrojenia młota przeciwbieżnego Beche 50T. Podczas analizy skupiono się na identyfikacji wszelkich procesów będących marnotrawstwem w badanym procesie przezbrojenia.

Słowa kluczowe:

Lean Management, kucie matrycowe, SMED, czas przezbrojenia, diagram spaghetti

Cel i zakres pracy:

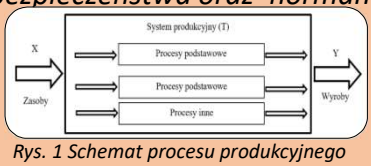
Niniejsza praca miała na celu podjęcie analizy procesu przezbrojenia młota przeciwbieżnego Beche 50T.

Do realizacji tematu wykorzystano:

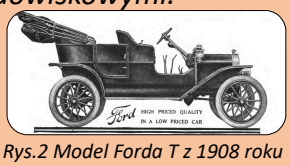
- *filmowanie procesu przezbrojenia,*
- *analizę procesu przezbrojenia,*
- *mapowanie wykonanych czynności transportowych z użyciem diagramu spaghetti.*

Część teoretyczna:

Umiejętność zarządzania produkcją to maksymalnie wykorzystanie efektów zaangażowanych zasobów. Obejmuje to zasoby, takie jak surowce, maszyny i personel. Dodatkowo ważne jest optymalizowanie procesów zapewniając ich zgodność z normami bezpieczeństwa oraz normami środowiskowymi.



Rys. 1 Schemat procesu produkcyjnego



Rys.2 Model Forda T z 1908 roku

Proces przezbrojenia maszyn, który ma kluczowe znaczenie w przemyśle produkcyjnym, swoimi korzeniami sięga początków rewolucji przemysłowej. Obecnie, w dobie Przemysłu 4.0, proces ten staje się coraz bardziej zintegrowany z cyfrowymi systemami zarządzania produkcją jak również podlega automatyzacji.



Rys. 3 Zaangażowani w rozwój koncepcji zarządzania produkcją: a) F. Taylor; b) L. Gilbert c) F. Gilberth; d) H. Ford, e) E. Deming, f) T.Ohno

Część praktyczna:

Identyfikacja czynności wykonywanych podczas procesu przezbrojenia młota przeciwbieżnego BECHE 50T.

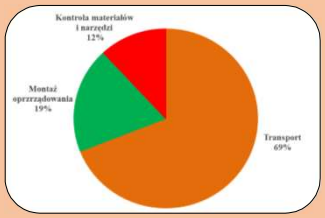
Analiza czynności wewnętrznych – procentowy udział poszczególnych grup czynności przezbrojenia



Rys. 4 Widok młota BECHE 50T

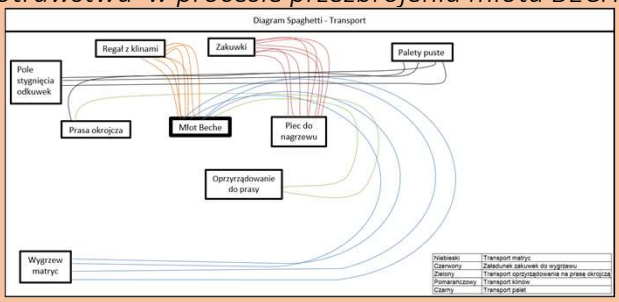
DATA OBSERWACJI				poniedziałek, 6 listopad 2023	
OBSZAR / MASZYNA				MŁOT BECHE 50T	
Zadania	CZYNNOŚCI DO TRWANIA PRZEZBROJENIA/ZADANIA	OPERACJA WEWNĘTRZNA	OPERACJA ZEWNĘTRZNA	PRZEKSZTAŁCENIE OPERACJI	WYMAGANE OPRZYRZĄDOWANIE
1 WYMIARZOWANIE MATRYCY	10 GODZ				Wykorzystanie innej lokalizacji pieca do wygrzewu matryc
2 TRANSPORT MATRYCY DOLNEJ	19 MIN 45 S	Operacja 4		x	Skrócenie drogi transportowej
3 MONTAŻ MATRYCY DOLNEJ	2MIN 50S	Operacja 4 i 6			
4 WERYFIKACJA DOKUMENTACJI PRODUKCYJNEJ	0 MIN 52 S	Operacja 2			
5 PRZYGOTOWYWANIE ZAKUWEK	15MIN 45 S	Operacja 2		x	Dedykowane pole odkładcze tylko na zlecenie produkcyjne będące w produkcji
6 OPIS ZAKUWEK NUMERAMI SERYJNYMI	14 MIN 35 S	Operacja 2 i 7		x	Opisanie zakuwek przez poprzednią zmianę
7 TRANSPORT MATRYCY GÓRNEJ	15 MIN 24 S	Operacja 8			
8 TRANSPORT PALET NA ODKUWKI	3 MIN 36 S	Operacja9		x	Przygotowanie pola odkładczego do stygnięcia odkuwek przez poprzednią zmianę
9 MONTAŻ MATRYCY GÓRNEJ	0 MIN 34 S	Operacja 8			
10 TRANSPORT OPRZYRZĄDOWANIA PRASY OKRÓJCZEJ	7MIN 34 S				
11 MONTAŻ OPRZYRZĄDOWANIA PRASY OKRÓJCZEJ	1 MIN 28S				
12 ZAŁOŻENIE MŁOTA PNEUMATYCZNEGO	2MIN 26S	Operacja 10 i 11			
13 PODWIESZENIE MŁOTA PNEUMATYCZNEGO	2 MIN 52 S	Operacja 14			
14 ZAŁADUNEK WSADU DO WYGRZEWANIA	5MIN 38S	Operacja 12 , 13 i 15			
15 MONTAŻ KLINÓW	9 MIN 36 S	Operacja 14			
16 DOBIJANIE KLINÓW	12 MIN 48S	Operacja 14			
17 ODSTAWIANIE MŁOTA PNEUMATYCZNEGO	1 MIN 16S				
18 SPRAWDZENIE MASZYNY	4 MIN 01 S				

Rys. 5 Zidentyfikowane czynności przezbrojenia

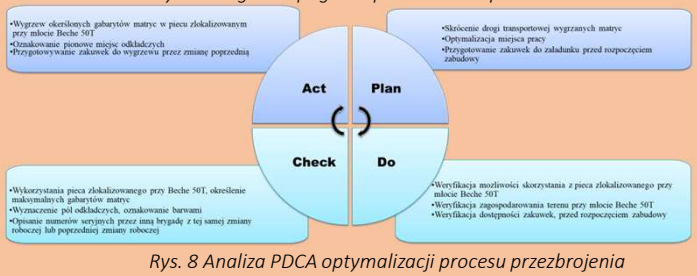


Rys. 6 Procentowy udział czynności przezbrojenia

Analiza procesu transportu jako największego marnotrawstwa w procesie przezbrojenia młota BECHE 50T



Rys. 7 Diagram Spaghetti procesu transportu



Rys. 8 Analiza PDCA optymalizacji procesu przezbrojenia

Podsumowanie:

Poprzez podjęcie analizy procesu przezbrojenia zidentyfikowano możliwości efektywniejszego zagospodarowania przestrzeni pracy. Istotnym aspektem podczas procesu zabudowy jest również zapewnienie odpowiedniego poziomu wiedzy jak i świadomości pracowników z uwagi na dynamiczne zmiany potencjału siły roboczej.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

ZASTOSOWANIE LASERA ŚWIATŁA NIEBIESKIEGO DO ODNAWIANIA POWIERZCHNI METALICZNYCH

Autor: **inż. Mateusz Fryc**

Promotor: **dr inż. Tomasz Galek**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W części teoretycznej opisano historię laserów oraz ich rodzaje, jak również historię i rodzaje modyfikacji powierzchni materiałów. Próbki zostały wykonane z tytanu, a jako laser została użyta grawerka ATOMSTACK S 10 PRO. Próby zostały wykonane na 8 próbkach z różnymi parametrami, zmieniano moc lasera, jego dokładność jak również natężenie gazów osłonowych. Wykonano zdjęcia przy użyciu mikroskopu skaningowego jak również zmierzono chropowatości powierzchni przy użyciu profilometru.

Słowa kluczowe:

laser, modyfikacja, tytan

Cel i zakres pracy:

Badanie zastosowania lasera światła niebieskiego do modyfikacji powierzchni metali ma na celu sprawdzenie czy laser o dość małej mocy który jest używany głównie do grawerowania w drewnie może być wykorzystany również w innym celu.

Zakres pracy obejmuje: przygotowanie próbek, wykonanie prób za pomocą grawerki laserowej, badania mikrostruktury, badania chropowatości, analiza wyników i wnioski

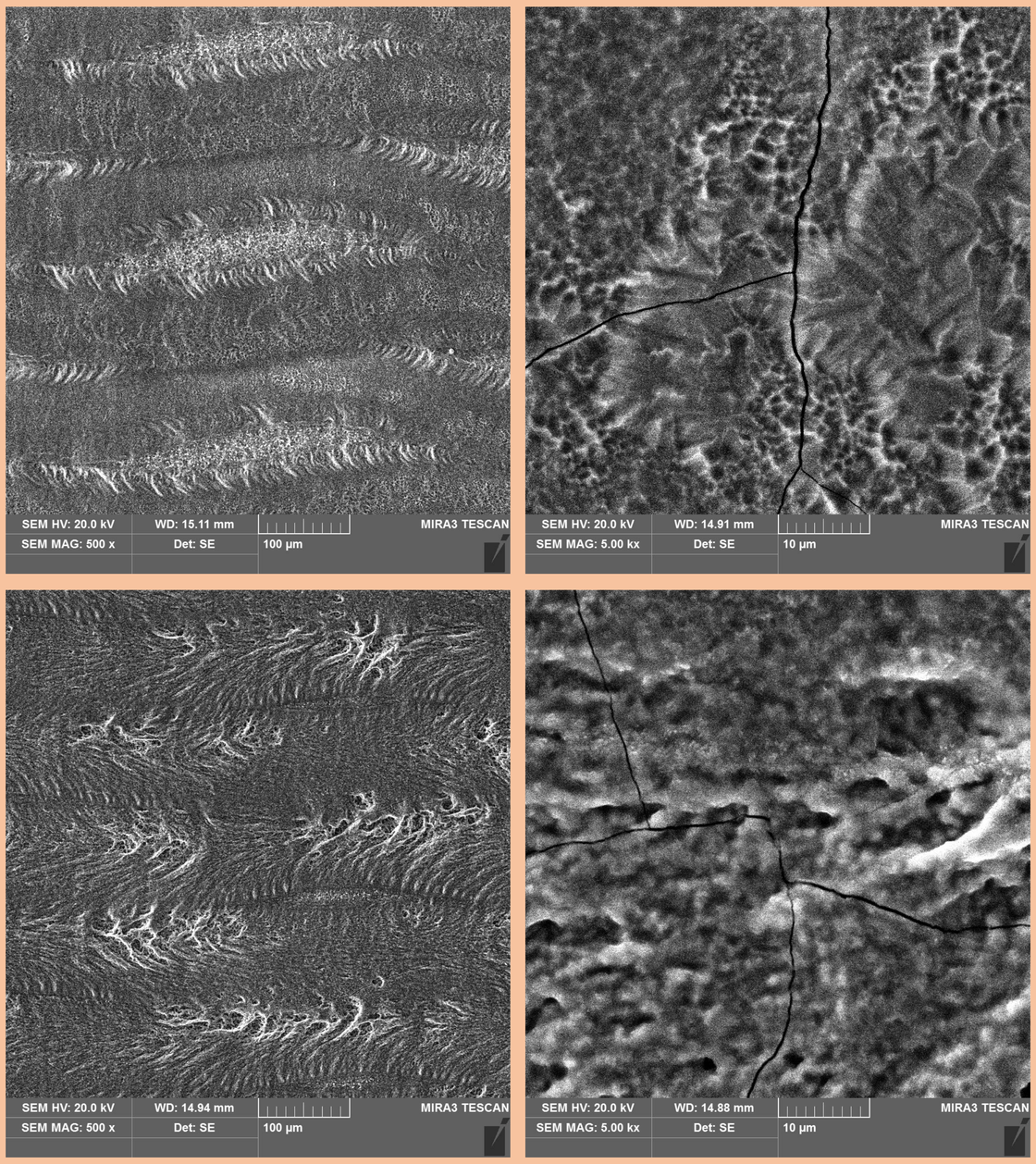
Część teoretyczna:

Laserowe technologie rewolucjonizują sposób, w jaki postrzegamy i wykorzystujemy światło. Od momentu wynalezienia w 1960 roku, laser stał się niezastąpionym narzędziem w dziedzinach naukowych, technicznych i codziennych zastosowań. Dzięki swojej monochromatyczności, kierunkowości i spójności, lasery umożliwiają precyzyjne cięcie, spawanie, pomiar, diagnozowanie chorób, przesyłanie danych oraz odtwarzanie dźwięku i obrazu.

Współczesne metody modyfikacji powierzchni metali obejmują szereg innowacyjnych technik, takich jak nanotechnologia, powłoki kompozytowe, obróbka laserowa czy techniki chemiczne. Te zaawansowane metody pozwalają na poprawę właściwości mechanicznych, odporności na korozję, przewodności elektrycznej oraz estetyki metali, czyniąc je bardziej wydajnymi, trwałymi i funkcjonalnymi w różnorodnych zastosowaniach, od przemysłu motoryzacyjnego po biomedycynę.

Część praktyczna:

Badania zostały przeprowadzone na 8 próbkach ze stopu AMS4976G przy użyciu grawerki laserowej ATOMSTACK S10 PRO. Podczas prób zmieniane były parametry mocy lasera jak również jego dokładności. Wielkość obszaru roboczego lasera została ustawiona na 3x3 mm, co pozwoliło na wykonanie 9 prób na każdej z próbek. Próbki PW 1 i PW 2 wykonano bez pomocy gazów osłonowych, powierzchnia próbki PW 2 została również wyszlifowana za pomocą papieru o gradacji do 1200. Pozostałe próby zostały wykonane w osłonie argonu ze zmianami jego przepływu. PW 3 i PW 4 były stworzone w osłonie argonu o przepływie 9 (l/min), PW 5 i PW 6 4 (l/min), zaś PW 7 i PW 8 z przepływem 16 (l/min).



Rys. 1 Zdjęcia mikrostruktury powierzchni próbek.

Podsumowanie:

Modyfikacja powierzchni za pomocą lasera światła niebieskiego powiodła się, zmiana mikrostruktury pozwala na łatwiejsze przyleganie powłok lub organizmów. Nie udało się jednak wyeliminować mikropęknięć na powierzchni materiału, jak również znaleźć ich przyczyny źródłowej.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Zaprojektowanie i skonstruowanie stanowiska do fotospektrometrii przy wykorzystaniu mikrokontrolera Arduino

Autor: **inż. Jakub Gazda**
Kierunek studiów: KM-ZI
Promotor: **dr inż. Tomasz Galek**

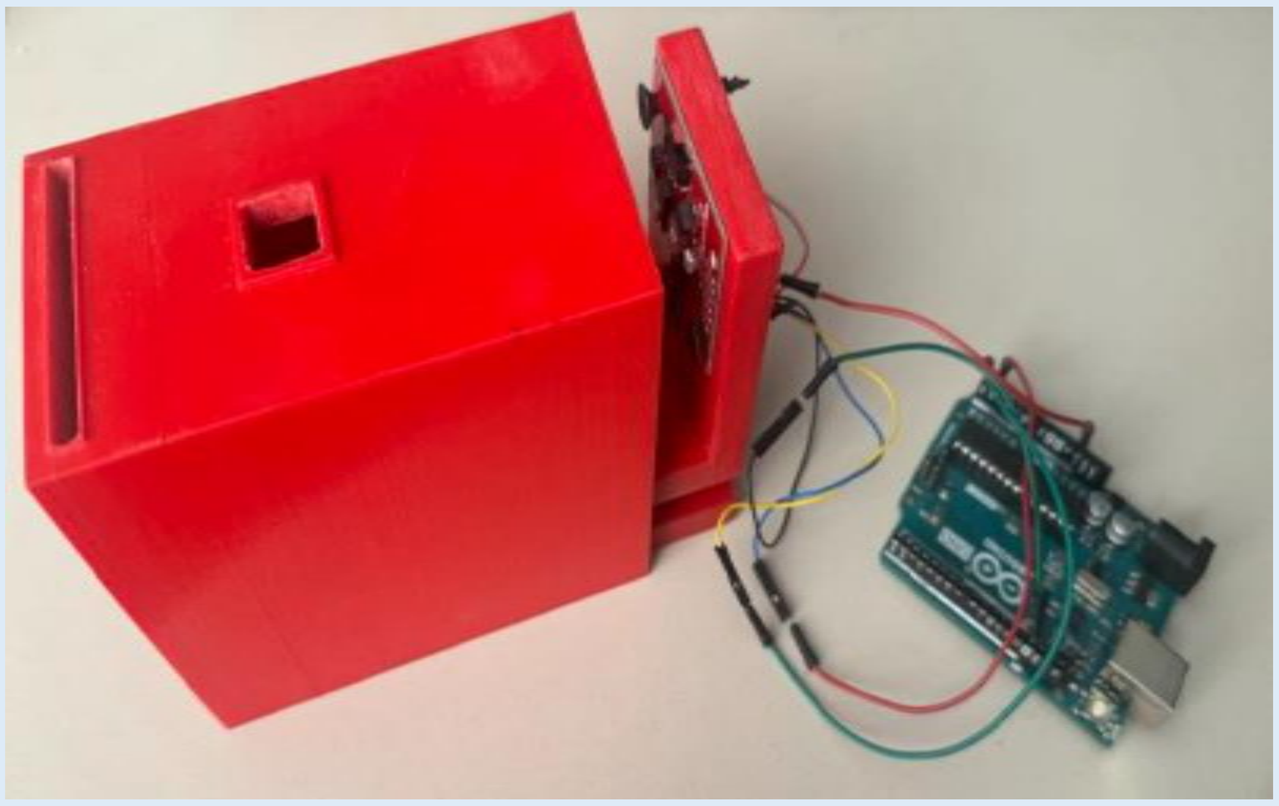
Rok akademicki: **2023/2024**

Celem niniejszej pracy było zaprojektowanie, wykonanie, przeprowadzenie testów fotospektrometru oraz analiza wyników sterowanego mikrokontrolerem arduino fotospektrometru. W części teoretycznej zostały przybliżone tematy spektrometrii, elektroniki jak również informacje o procesach użytych w części praktycznej. W części praktycznej został przedstawiony proces powstawania urządzenia, po którym wykonano testy oraz przeanalizowano wyniki. Dzięki wykonanemu urządzeniu byliśmy wstanie w dużym przybliżeniu odgadnąć stężenie substancji co sprawia iż projekt przyniósł oczekiwane rezultaty.

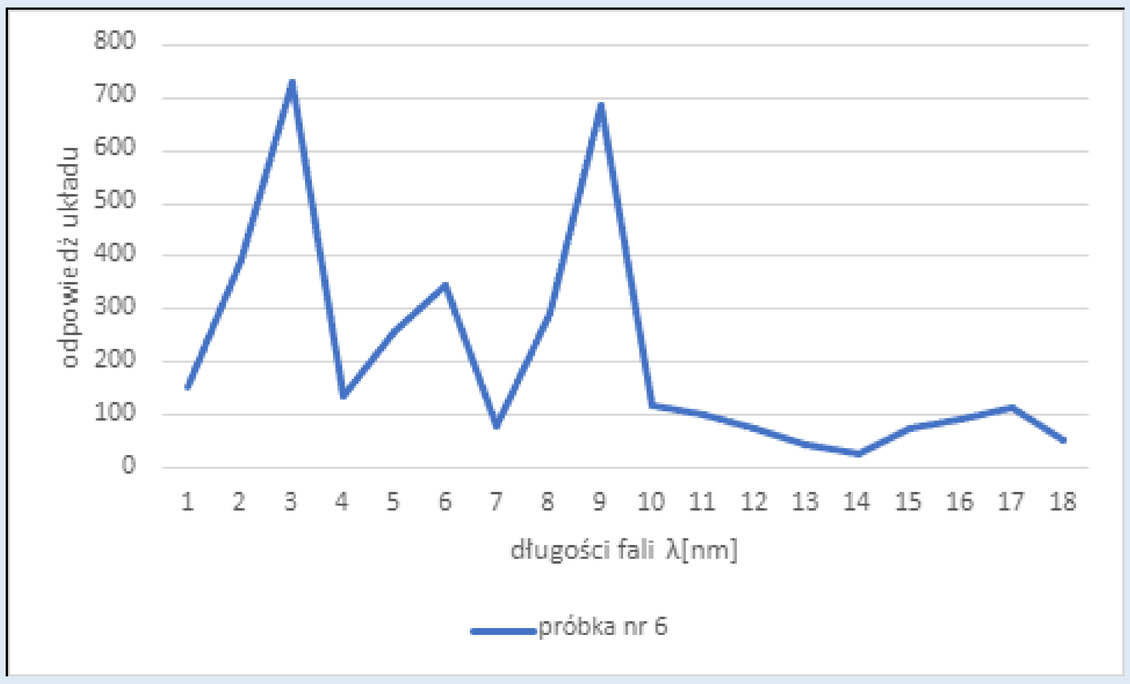
Słowa kluczowe:
Fotospektrometria, spektometria

Zakres pracy obejmował:

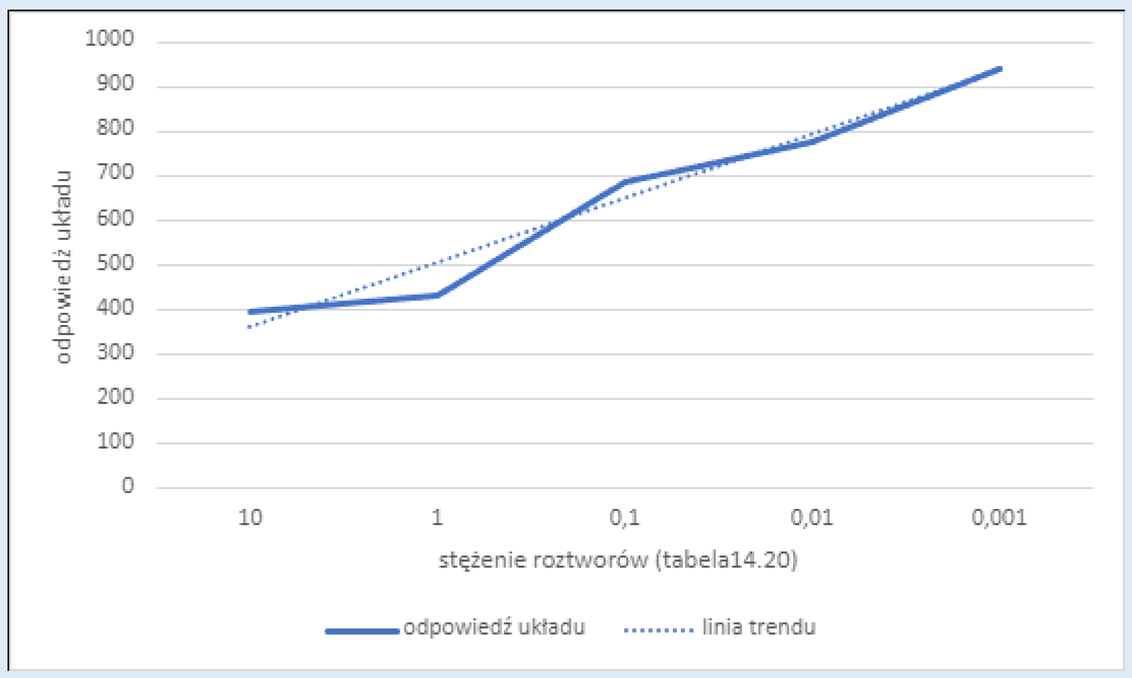
- Przeprowadzenie testów aparatury pomiarowej
- wykonanie prototypu do testów
- wykonanie modelu 3D do druku
- wydrukowanie modelu
- złożenie i przeprowadzenie testów
- przedstawienie oraz analiza wyników



Rys. 1 Zdjecie przedstawiające gotowe urzadzenie



Rys. 2 Wykres przedstawiający wyniki badań



Rys. 3 Wykres przedstawiający krzywa kalibracyjną

Dla wcześniej skalibrowanej długości fali sprawdzono wynik oraz przystąpiono do określania stężenia dla próbki o nieznanym stężeniu C=729,63 po odczytaniu wartości z wykresu kalibracji stwierdzono że stężenie wynosi ~ 0.057 $[g/dm3]$ po czym otrzymano informacje iż otrzymana próbka miała stężenie 0.064 $[g/dm3]$

Jak można zauważyć dzięki wynikom badań, zaprojektowane urządzenie spełnia założenia projektu. Umożliwia ono wykonywanie badań, dla wybranych przez użytkownika płynach w identycznych warunkach co było kluczowym założeniem projektu Dla utworzonego fotospektrometru dobór czujnika as7265x spectral triad okazał się wystarczająco dobrym wyborem, ze względu na jego czułość i dokładność pomiarową która po kalibracji, umożliwia określenia stężenia badanego preparatu w przyzwoitym przybliżeniu.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni” oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

PROJEKT I ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA WYBRANYCH POŁĄCZEŃ MONTAŻOWYCH

Autor: **inż. Katarzyna Hanejko**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W ramach zrealizowanej pracy dyplomowej wykonano projekt wspornika do jednego z pojazdów gąsienicowych. Za pomocą programu Siemens NX opracowano model 3D wspornika, dokumentację konstrukcyjną wyrobu oraz proces technologiczny. Następnie przeanalizowano model wspornika pod względem wytrzymałościowym w programie Autodesk Inventor za pomocą metody elementów skończonych (MES).

Słowa kluczowe:

Model 3D, proces technologiczny, analiza wytrzymałościowa

Cel i zakres pracy:

Celem pracy dyplomowej było zaprojektowanie modelu wspornika do jednego z pojazdów gąsienicowych oraz wykonanie analizy wytrzymałościowej za pomocą oprogramowania CAD. Wymieniony powyżej wspornik jest elementem montażowym, na którym mają być zamontowane osłony układu jezdnego.

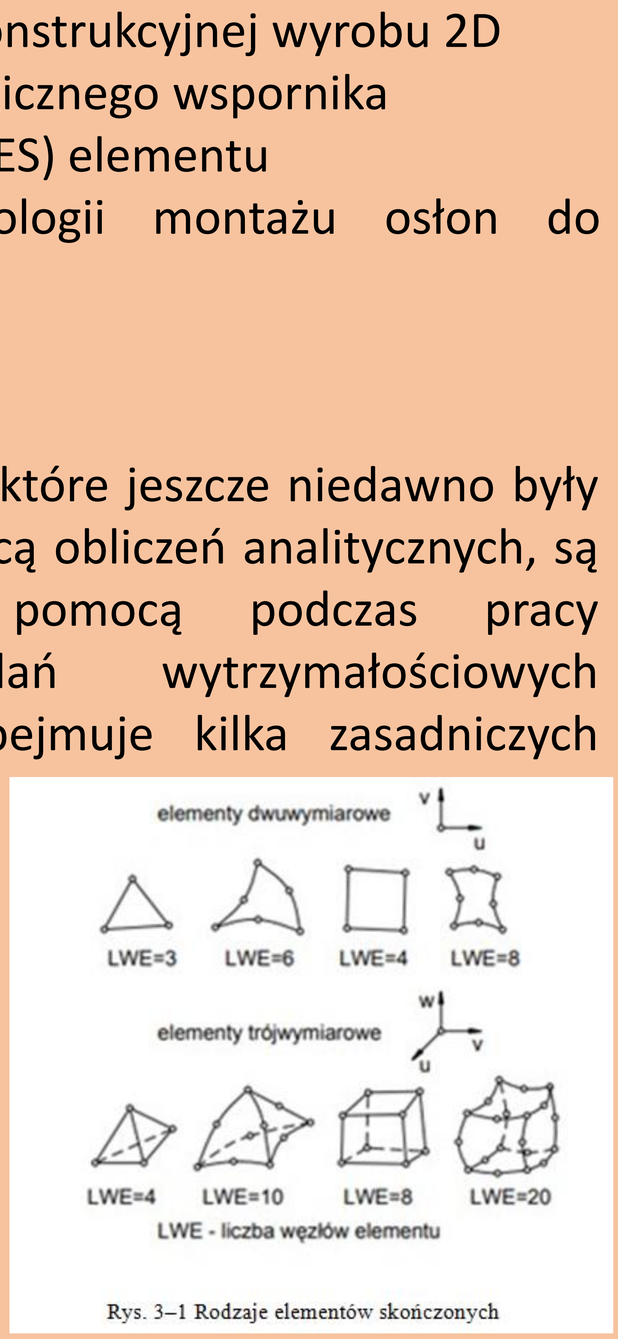
Zakres pracy obejmował:

- wykonanie modelu wspornika oraz dobranie materiału
- wytworzenie dokumentacji konstrukcyjnej wyrobu 2D
- wykonanie procesu technologicznego wspornika
- analiza wytrzymałościowa (MES) elementu
- utworzenie procesu technologii montażu osłon do wspornika

Część teoretyczna:

Obliczenia wytrzymałościowe, które jeszcze niedawno były wykonywane jedynie za pomocą obliczeń analitycznych, są współcześnie nieocenioną pomocą podczas pracy inżynierów. Zakres badań wytrzymałościowych w oprogramowaniu CAD obejmuje kilka zasadniczych kroków, czyli:

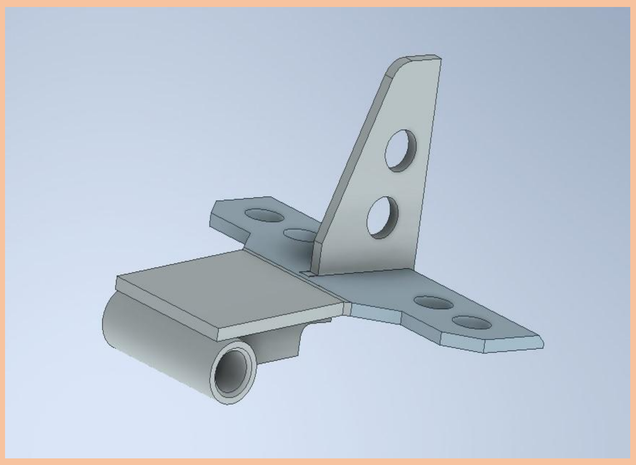
- utworzenie geometrii,
- dobór właściwości,
- podział modelu na elementy skończone,
- wykonywanie obliczeń
- analizę wyników.



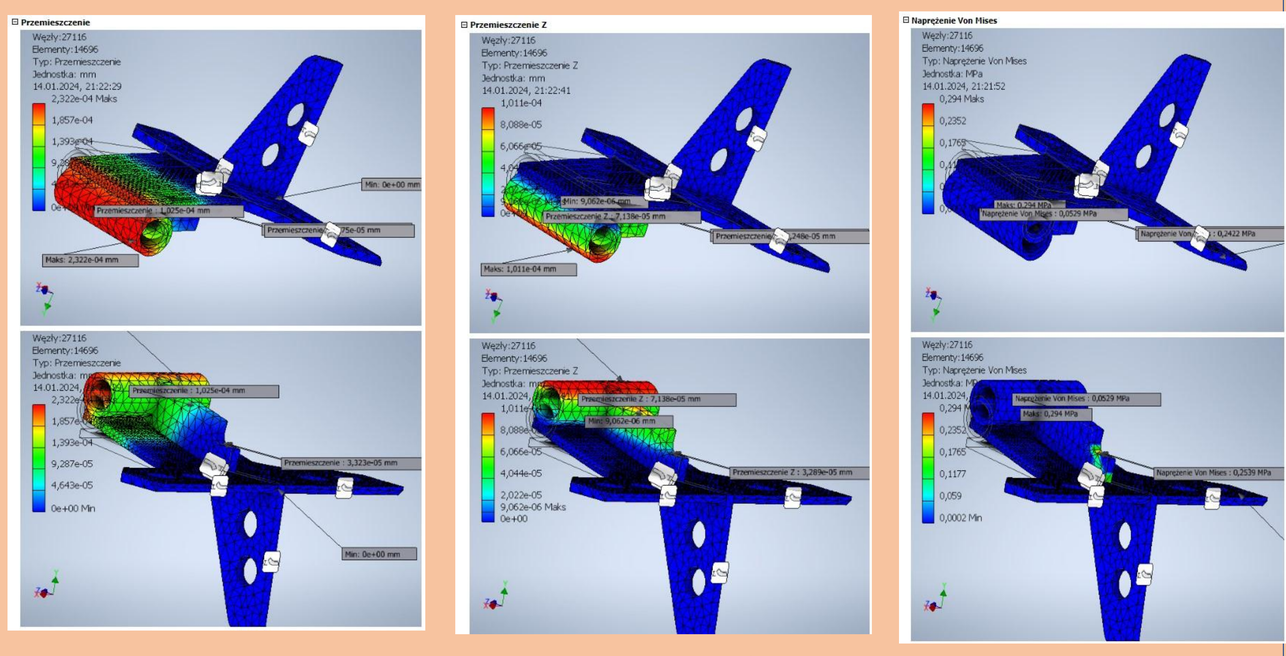
Rys. 3–1 Rodzaje elementów skończonych

Część praktyczna:

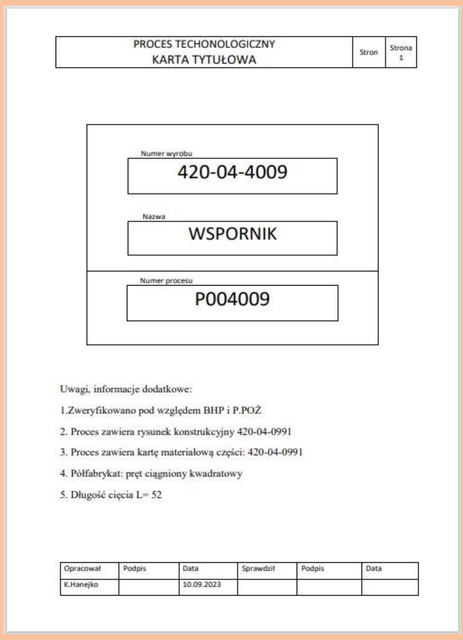
Zaprojektowany wspornik poddano analizie wytrzymałościowej (MES) oraz utworzono proces technologiczny dla wyrobu.



Rys. 2 Model wspornika



Rys. 3 Analiza wytrzymałościowa


PROCES TECHONOLOGICZNY
KARTA TYTUŁOWA

Stron 1

Numer wyrobu: 420-04-4009

Nazwa: WSPORNIK

Numer procesu: P004009

Uwagi, informacje dodatkowe:

1.Zweryfikowano pod względem BHP i P.POŻ

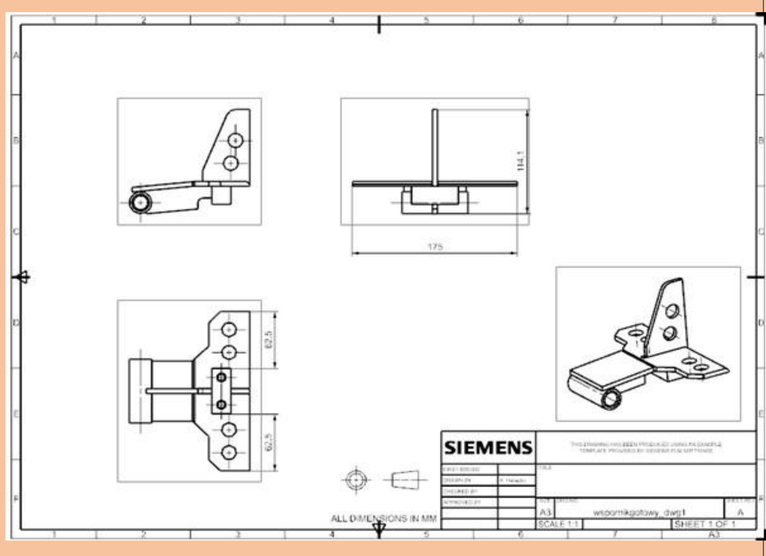
2. Proces zawiera rysunek konstrukcyjny 420-04-0991

3. Proces zawiera kartę materiałową części: 420-04-0991

4. Półfabrykat: pręt ciągniony kwadratowy

5. Długość cięcia L= 52

Opracował	Podpis	Data	Sprawdził	Podpis	Data
K.Hanejko		10.09.2023			



Rys. 4 Proces technologiczny wspornika

Podsumowanie:

Wyniki analizy wytrzymałościowej ukazują miejsce największych naprężeń. Jest to połączenie spawane dwóch blach. Maksymalne wartości naprężeń nie przekraczają 0,3 MPa, dlatego przyjęto za zgodny z założeniami projektowymi. Wytworzono procesy technologiczne poszczególnych elementów składowych wspornika oraz całościowego elementu jakim jest wspornik.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Badanie zużycia łożysk stosowanych w łańcuchach transportowych

Autor: **inż. Lucjan Jeż**
Kierunek studiów:
Promotor: **dr Andrzej Chmielowiec**
Rok akademicki: **2022/2023**

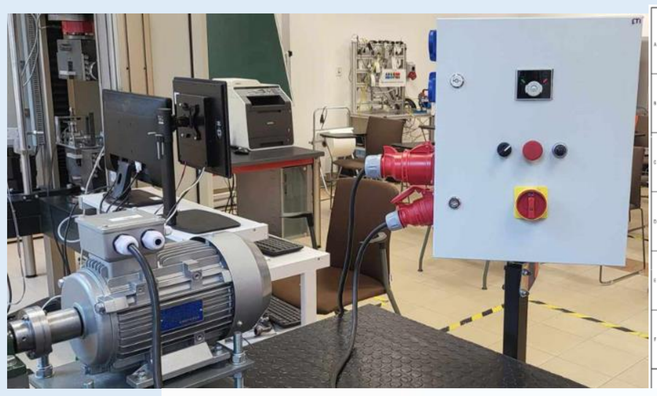
Streszczenie:
Praca skupia się na analizie zużycia łożysk transportowych, prezentując zarówno skutki, jak i przyczyny tego procesu. W celu dokładnego zbadania tematu, została stworzona specjalna stacja badawcza dedykowana do analizy zużycia łożysk.

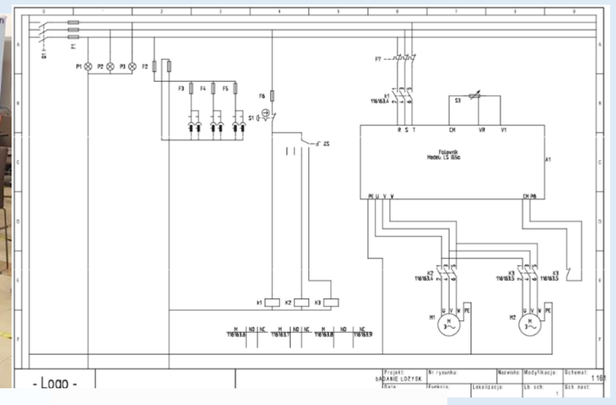
Słowa kluczowe:
-łożysko
-łańcuch transportowy
-badanie
-zużycie

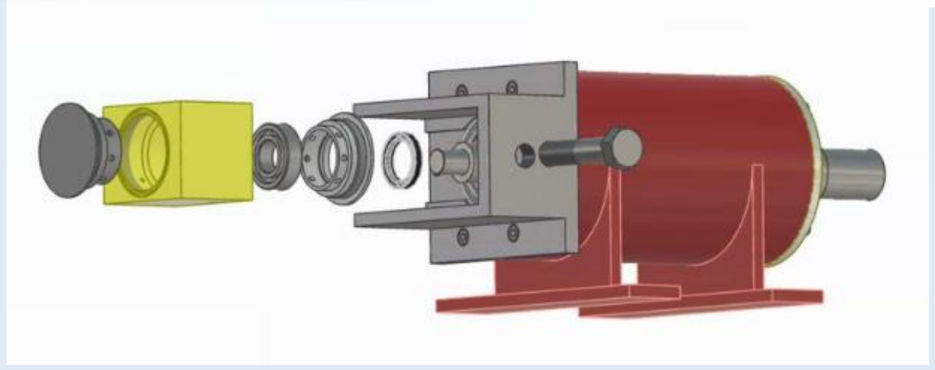
Cel i zakres pracy:
Przygotowanie stacji do badań zużycia łożysk stosowanych w łańcuchach transportowych.

Część teoretyczna:
Zużycie łożysk, będące konsekwencją ciągłej eksploatacji, jest problemem, który ma bezpośredni wpływ na niezawodność całego systemu transportowego. W świetle aktualnego stanu wiedzy, istotne jest zrozumienie mechanizmów prowadzących do degradacji łożysk oraz wpływu różnych czynników eksploatacyjnych na ich trwałość. W pracy dokonano systematycznego przeglądu zjawisk towarzyszących procesowi zużycia łożysk oraz przedstawiono projekt stanowiska do badania właściwości łożysk stosowanych w łańcuchach transportowych. Problemy związane z awaryjnością łańcuchów transportowych wymuszają na pracownikach utrzymania ruchu konieczność poszukiwania nowych, efektywnych metod predykcji. Zadaniem tych metod jest wykrycie mocno zużytych łożysk.

Część praktyczna;
Przygotowanie części elektrycznej która będzie odpowiadała za sterowanie. Wykonanie części mechanicznej która będzie odpowiadała za podawanie łożyska rożnym obciążeniom.







Podsumowanie:
Badania nad warunkami pracy łożysk są nieustannie niezbędne dla ich skutecznego utrzymania i optymalnego funkcjonowania w dynamicznym środowisku przemysłowym. Wraz z postępem technologicznym konieczne jest ciągłe ulepszanie stacji badawczych, aby zapewnić precyzyjne wyniki oraz zrozumienie wpływu różnych warunków pracy na trwałość i skuteczność łożysk. Dążenie do zwiększenia dokładności badań i ulepszanie stacji wymaga współpracy między różnymi specjalistami, co pozwala na bardziej holistyczne podejście do monitorowania i utrzymania łożysk, co w efekcie przyczynia się do efektywnego zarządzania parkiem maszynowym i minimalizowania kosztów związanych z naprawami.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

OCENA STARZENIA SIĘ ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH WYKONANYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Autor: **inż. Jakub Kawa**

Promotor: **dr Agnieszka Kramek**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy przeprowadzono badania starzenia się elementów wykonanych z tworzyw sztucznych. Wykonano uszczelki z filamentu TPU metodą druku 3D oraz zakupiono uszczelki komercyjne NBR 70. Uszczelki poddano działaniu wybranych czynników starzejących. Wykonano badania następujących właściwości: twardości, nasiąkliwości, wytrzymałości na statyczne rozciąganie oraz wykonano badania metodą spektroskopii FT-IR, poddano analizie otrzymane widma. Przedstawiono i omówiono wyniki badań.

Słowa kluczowe:

druk 3D, tworzywa sztuczne, degradacja tworzyw sztucznych.

Cel i zakres pracy:

Celem pracy była ocena wybranych czynników na proces starzenia się materiałów z tworzyw sztucznych, które zostały wydrukowane przy użyciu drukarki 3D.

Zakres pracy obejmował przeprowadzenie kompletnego procesu, który zawierał modelowanie komputerowe, druk 3D, poddanie materiałów na oddziaływanie wybranych czynników starzejących: podwyższona temperatura, obniżona temperatura, kwas solny, olej silnikowy oraz komora starzeniowa. Wykonanie testów twardości, nasiąkliwości i wytrzymałościowych, użycie techniki spektroskopii fourierowskiej, celem oceny skutków zachodzącego procesu starzeniowego i analiza wyników.

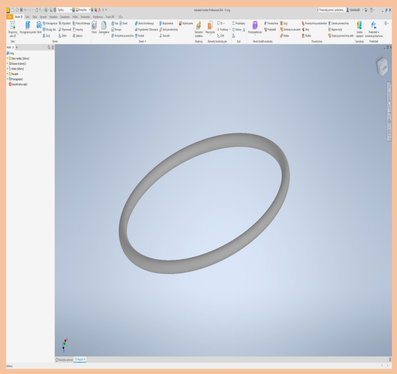
Część teoretyczna:

Współcześnie tworzywa sztuczne cieszą się globalną popularnością i są szeroko wykorzystywane w praktycznie każdej dziedzinie przemysłu. Ta powszechna akceptacja wynika z korzyści, jakie niosą ze sobą materiały syntetyczne, takie jak znacznie niższe koszty produkcji w porównaniu z materiałami naturalnymi oraz efektywne i oszczędne metody produkcji, takie jak techniki szybkiego prototypowania.

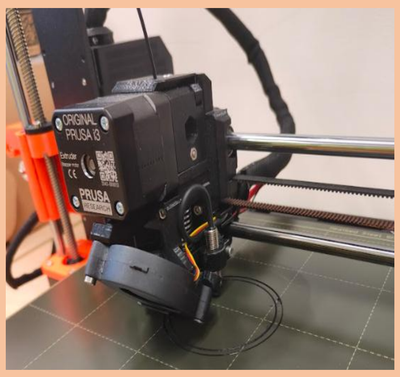
Pomimo wielu zalet jakie oferują tworzywa sztuczne mają podatność na degradację. Wyroby syntetyczne w trakcie użytkowania z biegiem czasu tracą swoje pierwotne właściwości. Ma na to wpływ wiele czynników powodujących starzenie materiału, do których wlicza się promieniowanie słoneczne, skoki temperatur, woda, zanieczyszczenia środowiskowe, naprężenia wewnętrzne i wiele innych.

Część praktyczna:

Zaprojektowany model uszczelek wydrukowano za pomocą drukarki 3D z filamentu TPU oraz zakupiono uszczelki komerycyjne NBR 70.



Rys. 1. Model o-ring w programie Inventor

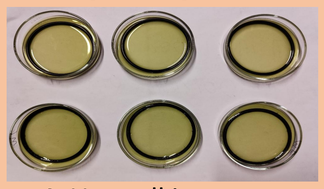


Rys. 2. Drukowanie modelu

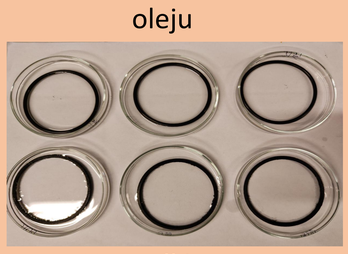


Rys. 3. Wydrukowany model uszczelki TPU

Poniżej ukazano czynniki starzejące oraz urządzenia powodujące je, które wykorzystano w pracy.



Rys. 4. Uszczelki zanurzone w oleju



Rys. 5. Uszczelki zanurzone w kwasie solnym



Rys. 6. Suszarka firmy MEMMERT



Rys. 7. Komora starzeniowa QUV/spray

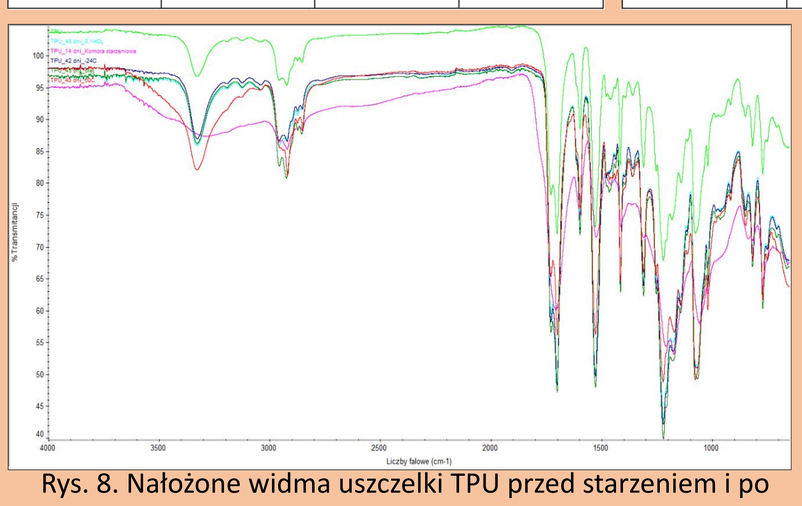
Poniższe tabele oraz rysunki przedstawiają uzyskane wyniki przeprowadzonych badań.

Tabela. 1. Nasiąkliwość uszczelek w oleju

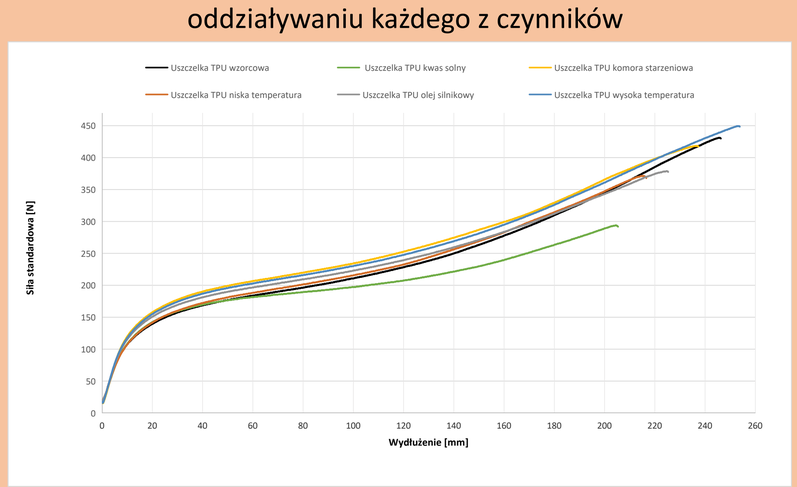
Przedmiot badań	Waga początkowa, g	Waga po 43 dniowym zanurzeniu w oleju, g	Nasiąkliwość uszczelki zanurzonej w oleju, %
Uszczelka z TPU nr 1	1,61833	1,63652	1,124
Uszczelka z TPU nr 2	1,62984	1,64612	0,998
Uszczelka z TPU nr 3	1,63976	1,65728	1,068
Uszczelka komercyjna nr 1	1,74111	1,73452	-0,378
Uszczelka komercyjna nr 2	1,80588	1,79981	-0.336
Uszczelka komercyjna nr 3	1,80499	1,79721	-0,431

Tabela. 2. Nasiąkliwość uszczelek w kwasie solnym

Przedmiot badań	Waga początkowa ,g	Waga po 43 dniowym zanurzeniu w kwasie solnym ,g	Nasiąkliwość uszczelki zanurzonej w kwasie solnym, %
Uszczelka z TPU nr 1	1,61521	1,61558	0,022
Uszczelka z TPU nr 2	1,65589	1,66875	0,776
Uszczelka z TPU nr 3	1,62274	1,63115	0,518
Uszczelka komercyjna nr 1	1,76004	1,77074	0,609
Uszczelka komercyjna nr 2	1,78555	1,78850	0,165
Uszczelka komercyjna nr 3	1,75323	1,76236	0,520



Rys. 8. Nałożone widma uszczelki TPU przed starzeniem i po oddziaływaniu każdego z czynników



Rys. 9. Porównanie wyników statycznej próby rozciągania dla wszystkich uszczelek TPU, na które oddziaływały czynniki starzejące względem uszczelki wzorcowej z tego samego materiału

Tabela. 3. Twardość uszczelki TPU

Przedmiot badań	Nr Pomiaru	Twardość, ShD	Średnia twardość, ShD
Uszczelka z TPU przed starzeniem	1	44,3	43,8
	2	42,9	
	3	44,2	
Uszczelka z TPU wariant nr 1	1	43,2	44,56
	2	45,8	
	3	44,7	
Uszczelka z TPU wariant nr 2	1	44,0	43,7
	2	42,0	
	3	45,1	
Uszczelka z TPU wariant nr 3	1	47,5	46,43
	2	45,7	
	3	46,1	
Uszczelka z TPU wariant nr 4	1	42,9	42,13
	2	42,6	
	3	40,9	
Uszczelka z TPU wariant nr 5	1	50,0	50,96
	2	52,0	
	3	50,9	

Tabela. 4. Twardość uszczelki NBR

Przedmiot badań	Nr Pomiaru	Twardość, ShA	Średnia twardość, ShA
Uszczelka komercyjna przed starzeniem	1	77,1	76,53
	2	78,3	
	3	74,2	
Uszczelka komercyjna wariant nr 1	1	80,8	84,13
	2	88,2	
	3	83,4	
Uszczelka komercyjna wariant nr 2	1	75,2	75
	2	73,6	
	3	76,2	
Uszczelka komercyjna wariant nr 3	1	82,1	78,8
	2	78,9	
	3	75,4	
Uszczelka komercyjna wariant nr 4	1	75,4	77,7
	2	81,7	
	3	76,0	
Uszczelka komercyjna wariant nr 5	1	78,3	79,36
	2	79,3	
	3	80,5	

Podsumowanie:

Badanie twardości wykazało, iż jedynym czynnikiem znacznie wpływającym na twardość materiału jest komora starzeniowa, która imitowała czynniki atmosferyczne tj. światło UV, deszcz i rosę. Parametry wydruku mogą mieć wpływ na właściwości związane ze starzeniem się materiału. Jeżeli uszczelki TPU i NBR są nasiąknięte kwasem solnym wpływa to na ich właściwości mechaniczne. Spektroskopia fourierowska w podczerwieni wykazała niekiedy zmiany struktury związków chemicznych poprzez postępujące oddziaływanie czynników starzejących. Uzyskane wyniki dotyczące statycznej próby rozciągania uszczelek TPU wykazały największe zmiany poprzez oddziaływanie kwasu solnego.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt narzędzia specjalnego stosowanego w procesach maszynowej obróbki skrawaniem CNC

Autor: **inż. Sebastian Klag**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Praca zawiera zastosowanie technologii produkcji specjalnego narzędzia skrawającego z pyłkami PCD. W ramach pracy zaprojektowano model 3D całego narzędzia skrawającego. Wykonano rysunki techniczne części, dobrano maszyny potrzebne do produkcji oraz materiały do produkcji omawianego narzędzia. Zaprogramowano elektrodrążarkę drutową. Przedstawiono porównanie wykorzystania specjalnego narzędzia skrawającego narzędziami standardowymi w produkcji seryjnej.

Słowa kluczowe:

Narzędzie specjalne, obróbka skrawaniem, PCD

Cel i zakres pracy:

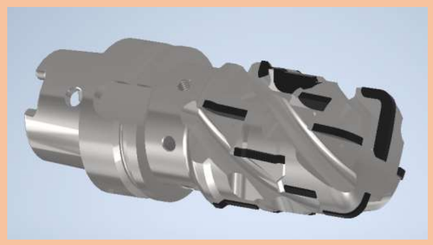
Celem pracy jest przedstawienie technologii wykonania specjalnego narzędzia z płytkami PCD. Praca zwiera zamodelowanie narzędzia w systemie CAD, wykonanie programów na maszyny CNC wykorzystane w procesie produkcyjnym. Analiza i dobór materiałów z jakich wykonano narzędzie. Porównanie wykorzystania specjalnego narzędzia skrawającego z standardowymi narzędziami ogólno dostępnymi na rynku w produkcji seryjnej

Część teoretyczna:

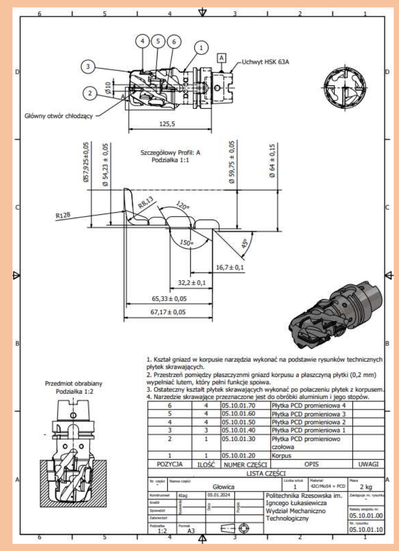
Specjalne narzędzia skrawające to narzędzia służące do obróbki materiałów metodą ubytkową. Te narzędzia są projektowane w zależności od rodzaju materiału, który ma być obrabiany, oraz rodzaju operacji obróbkowej, którą ma wykonać. Specjalne narzędzia skrawające są dostosowywane do konkretnych zastosowań w celu optymalizacji czasu obróbki, zwiększenia dokładności i powtarzalności wykonywania detali oraz do obniżenia kosztów produkcji w przyadku prac seryjnych i masowych.

Część praktyczna:

W części praktycznej przedstawiono cały proces technologiczny wykonania obrotowego narzędzia specjalnego. Modelowanie korpusu oraz płytek skrawających.



Wykonano dokumentacje płaską korpusu narzędzia oraz wszystkich płytek skrawających.



Dobrano cały park maszynowy potrzebny do wykonywania tego typu narzędzi skrawających, materiały na korpus oraz na płytki skrawające umożliwiające długotrwałą obróbkę zamierzonego materiału obróbkowego.





Przedstawiono proces programowania elektrodrazarki drutowej do obróbki polikrystalicznego diamentu. Dokonano analizę porównanwczą specjalnego narzedzia skrawającego, a narzędziami standardowymi w produkcji seryjnej. Przeanalizowano porównanie czasu pracy specjalnego narzędzia skrawającego wykonanego pod produkcje tylko jednego detalu w stosunku do narzędzi standardowych za pomocą oprogramowania GibbsCAM.

Podsumowanie:

Wykazano zmniejszenie czasu pracy maszyny nad jednym detalem o 53,5%, zmniejszenie kosztów eksploatacji narzędzi o 93,78% w stosunku do narzędzi standardowych, wykonanych z węglika spiekanego. Redukcja tych dwóch współczynników znacząco wpływa na poprawę efektywności i rentowności produkcji, a to tylko za pomocą zmiany sposobu otrzymywania gotowego detalu.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

OPRACOWANIE TECHNOLOGII WYTWARZANIA PIASKOWYCH FORM ODLEWNICZYCH Z WYKORZYSTANIEM RAMIENIA ROBOTA

Autor: **inż. Klaudia Kolano**

Promotor: **dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Praca polegała na opracowaniu technologii wytwarzania form odlewniczych z wykorzystaniem ramienia robota. Jej część teoretyczna obejmuje zagadnienia związane z tradycyjnymi metodami wykonywania form. Przybliża także temat robotów i metod programowania oraz ich wykorzystanie w kontekście odlewnictwa. W dalszej części pracy przedstawiono etapy procesu, zaczynając od przygotowania projektu modelu i formy, poprzez frezowanie robotem, aż do uzyskania gotowego odlewu.

Słowa kluczowe:

Technologia wytwarzania, Odlewnictwo, Zautomatyzowane formowanie piasku, Robotyzacja w przemyśle odlewniczym

Cel i zakres pracy:

Praca skupia się na opracowaniu nowoczesnej technologii, która umożliwi wykonywanie piaskowych form odlewniczych z wykorzystaniem narzędzi CAM/CAD oraz ramienia robota.

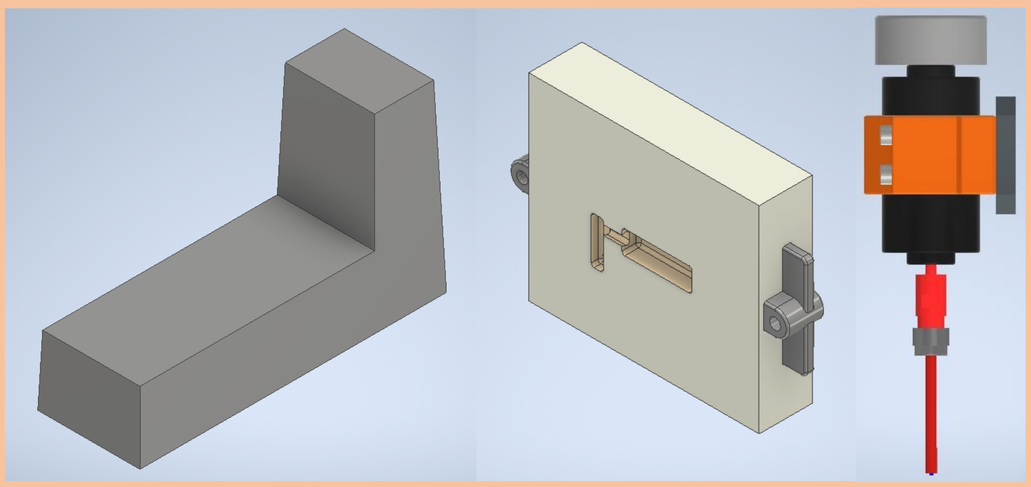
Zakres prac obejmował m.in.:

- *stworzenie wirtualnego modelu i formy odlewniczej,*
- *wygenerowanie ścieżki narzędzia,*
- *stworzenie środowiska robota i zaprogramowanie go,*
- *wygenerowanie kodu procesu,*
- *wyfrezowanie modelu w piasku,*
- *wykonanie odlewu formy.*

Część praktyczna:

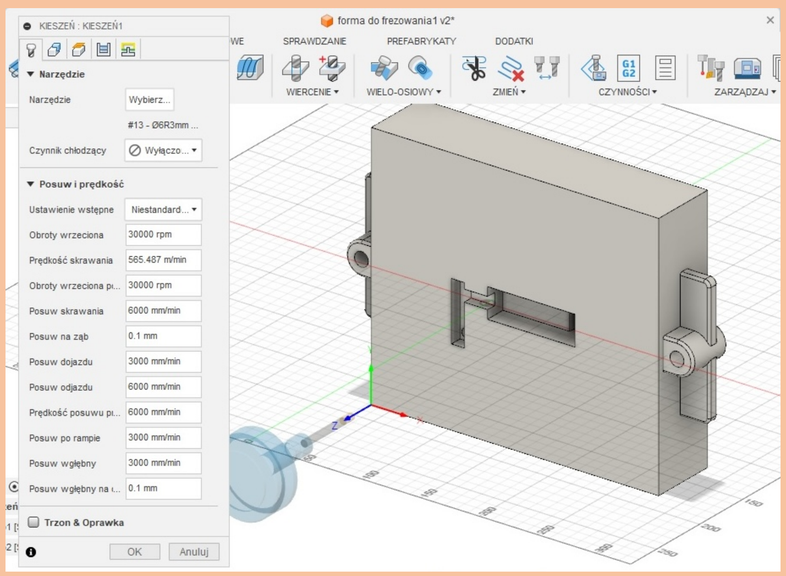
Opracowanie technologii polegało na:

1. Projektowanie modelu i formy odlewniczej w programie Inventor



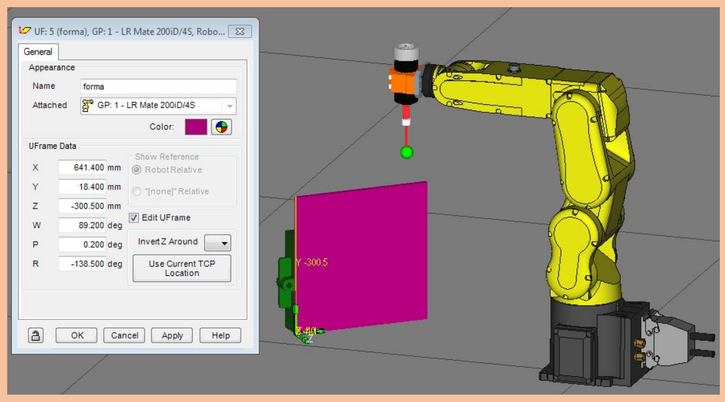
Rysunek 1. Projekt modelu, formy odlewniczej i użytego narzędzia

2. Definiowanie ścieżki obróbki w programie Fusion 360



Rysunek 2. Parametry procesu skrawania

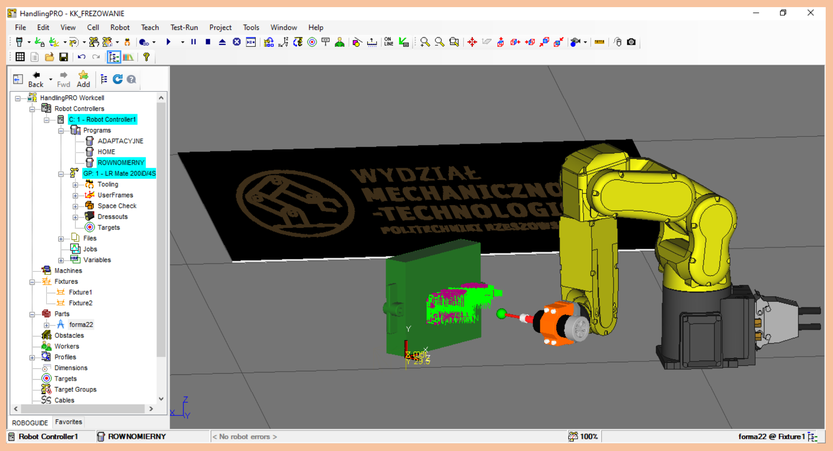
3. Tworzenie środowiska robota



Rysunek 3. Układ współrzędnych bazy

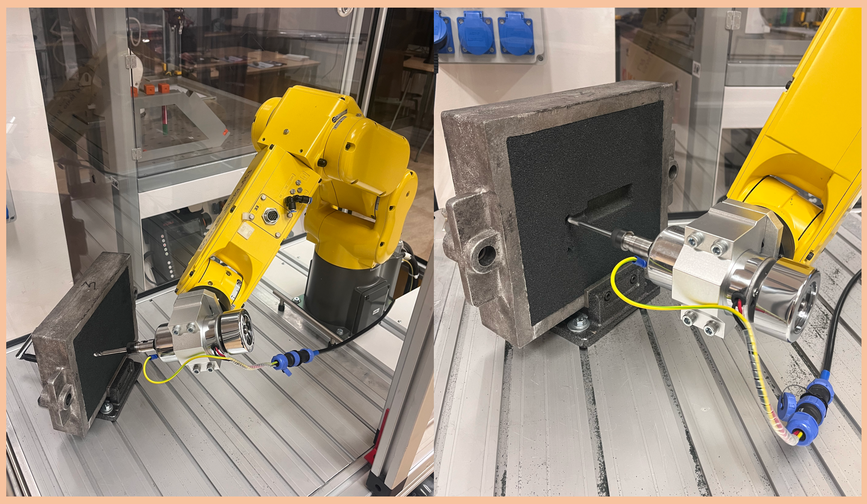


Rysunek 4. Kalibracja narzędzia



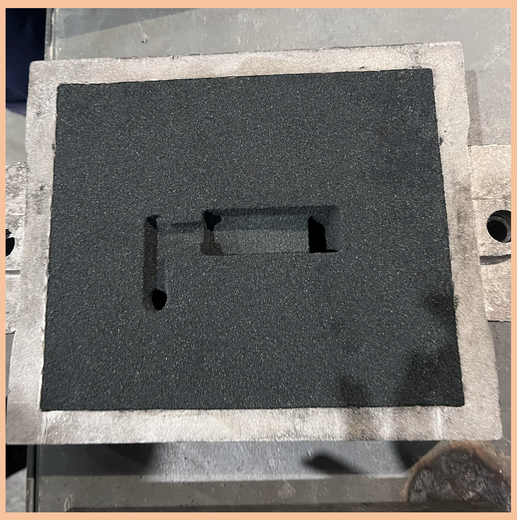
Rysunek 5. Kod programu w Roboguide

4. Frezowanie



Rysunek 6. Proces frezowania robotem

5. Wykonanie odlewu formy



Rysunek 7. Wyfrezowana forma odlewnicza



Rysunek 8. Gotowy odlew

Podsumowanie:

Przedstawiony proces frezowania formy odlewniczej w piasku, wykorzystujący ramie robota, okazał się sukcesem. Projekt koncentrował się nie tylko na analizie, ale i optymalizacji ruchów robota, dążąc do uzyskania wysokiej dokładności odlewów przy minimalizacji potencjalnych błędów oraz wydajności. Proces był nie tylko udany, lecz także skomplikowany, wymagający wielu precyzyjnych działań, zróżnicowanej wiedzy i umiejętności. Finalny produkt w pełni oddaje oczekiwaną zgodność z pierwotnym zamierzeniem, co jest kluczowe w kontekście całego procesu.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt i charakterystyka pracy podajnika rolkowego z automatycznym centrownikiem stosowanym w przemyśle drzewnym

Autor: **inż. Łukasz Kołek**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W ramach przedstawionej pracy dyplomowej zrealizowano projekt podajnika rolkowego z automatycznym centrownikiem pneumatycznym. W ramach części teoretycznej pracy scharakteryzowano zastosowanie podzespołów pneumatycznych i elektrycznych. Opisane podzespoły wykorzystano w projekcie urządzenia. W części praktycznej dobrano materiał konstrukcyjny na projektowany wyrób, wykonano dokumentację konstrukcyjną poszczególnych podzespołów i całego zespołu. Opracowano schemat elektryczny przedstawiający zasadę działania urządzenia oraz przeprowadzono analizę jego pracy w realizowanym cyklu produkcyjnym. Całość pracy podsumowano wnioskami końcowymi.

Słowa kluczowe:

projekt, automatyka, mechanika, stal, elektryka

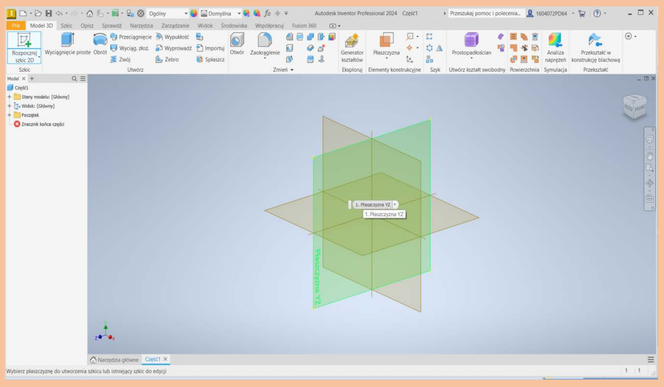
Cel i zakres pracy:

Celem zrealizowanej pracy jest zaprojektowanie podajnika rolkowego z automatycznym centrownikiem pneumatycznym. W ramach pracy omówiono zasady działania tego urządzenia, dobrano poszczególne podzespoły dla układów pneumatycznych i elektrycznych. Wymienione elementy wdrożono do realizacji projektu w celu umożliwienia uzyskania pełnej automatyzacji procesu produkcyjnego.

W ramach pracy wykonano również modele CAD, zaprojektowano układ pneumatyczny i elektryczny podajnika rolkowego. Wykonano rysunki konstrukcyjne poszczególnych podzespołów wchodzących w skład maszyny. Przeprowadzono analizę pracy urządzenia w cyklu produkcyjnym. Całość podsumowano wnioskami.

Część teoretyczna:

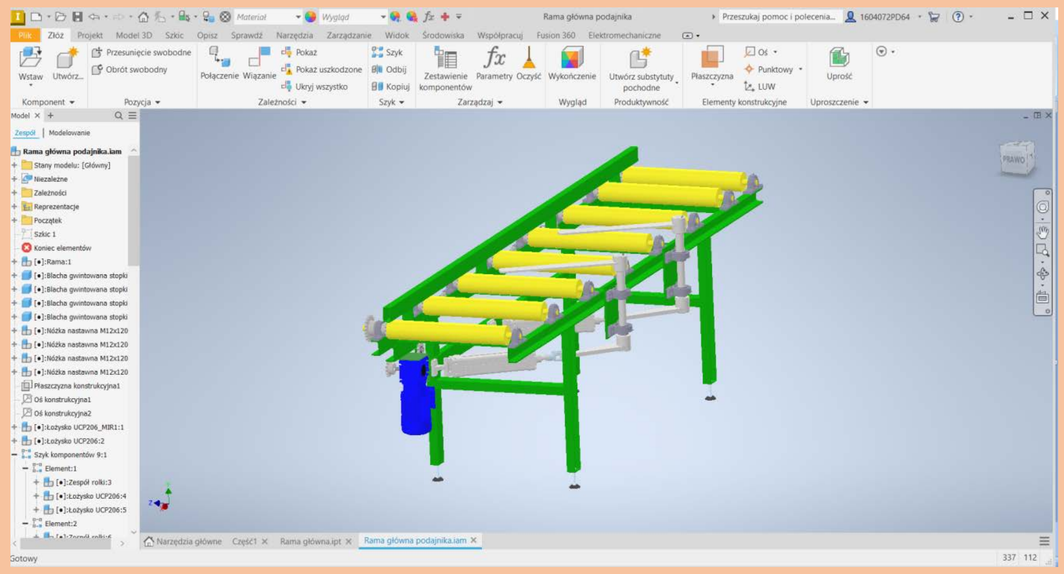
Opisano zasadę działania przekaźników czasowych oraz ich rodzaje . Przedstawiono siłowniki oraz elektrozawory pneumatyczne. Opisano system CAD wykorzystany w pracy dyplomowej. Program Inventor to kompleksowe oprogramowanie do projektowania trójwymiarowego (3D) opracowane przez firmę Autodesk. Jest to narzędzie CAD (Computer-Aided Design), które umożliwia inżynierom, projektantom i architektom tworzenie precyzyjnych modeli 3D, animacji oraz dokumentacji technicznej



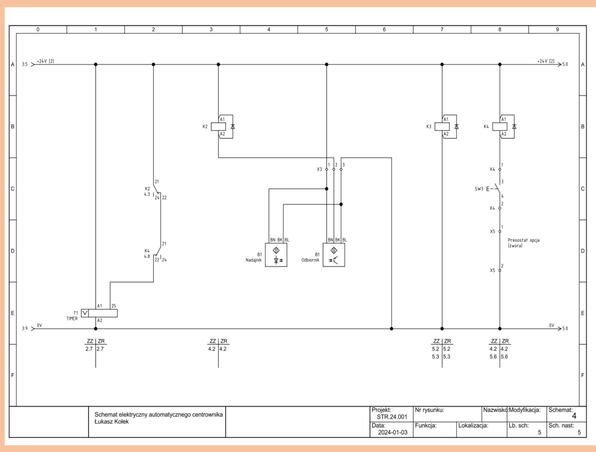
Rys.1. Program Inventor

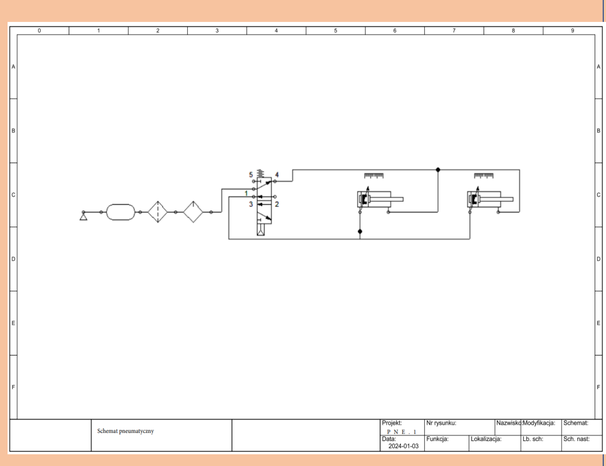
Część praktyczna:

W części praktycznej zaprojektowano model 3D podajnika rolkowego . Opracowano rysunki techniczne poszczególnych części. Wykonano schematy elektryczny i pneumatyczny oraz opisano zasadę działania omawianej maszyny.

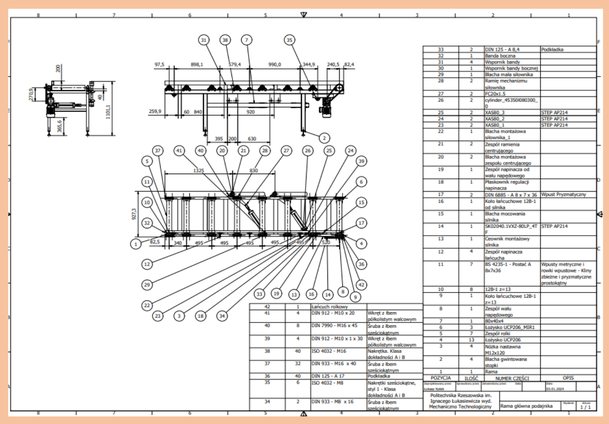


Rys.2. Model 3D





Rys.3. Shemat elektryczny i pneumatyczny



Rys. 4 Rysunek złożeniowy

Podsumowanie:

Podsumowując cały etap pracy związany z projektem koncepcja została wykonana poprawnie, nie zauważono błędów konstrukcyjnych przy projektowaniu omawianej maszyny. Schemat elektryczny został sprawdzony. Maszyna została wykonana zgodnie z rysunkami podanymi w pracy i wkomponowana w linię produkcyjną. Praca urządzenia przebiegała poprawnie w ciągu ośmio-godzinnej pracy wykonała 430 cykli. Co daje 8600 cykli w miesiącu. Faza testów trwała 2 miesiące. W tym okresie nie zauważono pęknięć na ramie nośnej oraz „zderzaku”. Siłowniki zostały dobrane prawidłowo.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni” oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt i proces technologiczny napędzającego koła wieńcowego

Autor: **inż. Jakub Kozioł**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W części teoretycznej pracy magisterskiej scharakteryzowano metody obróbki kół zębatych oraz przedstawiono zależności pozwalające na określenie wartości parametrów kół zębatych. W ramach części praktycznej opracowano proces technologiczny oraz wykonano koło wieńcowe napędzające zgodnie z dokumentacją techniczną. Zaprojektowano model 3D koła wieńcowego i przeprowadzono analizę wytrzymałościową MES. Otrzymane wyniki poddano analizie.

Słowa kluczowe:

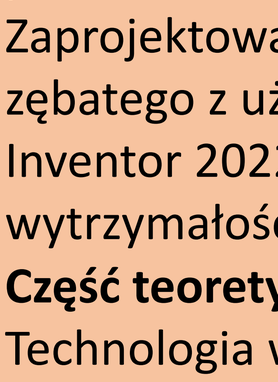
koła zębate, wieniec, proces technologiczny, analiza wytrzymałościowa

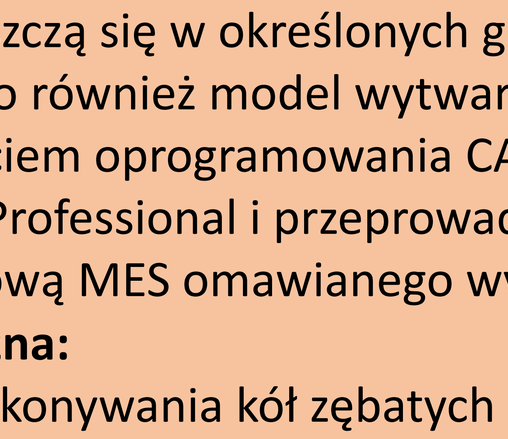
Cel i zakres pracy:

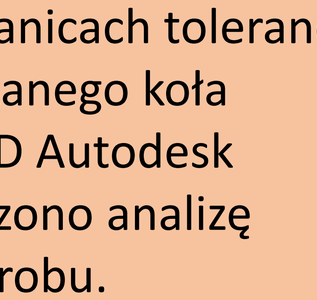
Celem pracy było opracowanie procesu technologicznego oraz wykonanie wieńca koła napędzającego zgodnie z przygotowaną w tym celu dokumentacją techniczną. Do realizacji tego procesu opracowano program obróbczy na obrabiarkę CNC, dobrano narzędzia, uchwyty, przyrządy kontrolno-pomiarowe. Wykonane 2 koła zębate poddano kontroli jakości z wykorzystaniem współrzędnościowej maszyny pomiarowej, a na podstawie otrzymanego protokołu pomiarowego stwierdzono, że wszystkie wyniki pomiarów mieszczą się w określonych granicach tolerancji. Zaprojektowano również model wytwarzanego koła zębatego z użyciem oprogramowania CAD Autodesk Inventor 2022 Professional i przeprowadzono analizę wytrzymałościową MES omawianego wyrobu.

Część teoretyczna:

Technologia wykonywania kół zębatych należy do jednej z najtrudniejszych technologii typowych części maszyn. Spowodowane jest to nacięciem zębów do którego potrzeba specjalistycznych maszyn przeznaczonych do wymaganego zarysu zębów. Aby wykonać niektóre koła należy mieć kilka maszyn oraz kilka skomplikowanych narzędzi, specjalistyczne przyrządy kontrolno- pomiarowe do sprawdzenia uzębienia, a przede wszystkim wysoko wykwalifikowaną kadrę konstruktorów, technologów, kontrolerów jakości oraz operatorów obrabiarek skrawających.







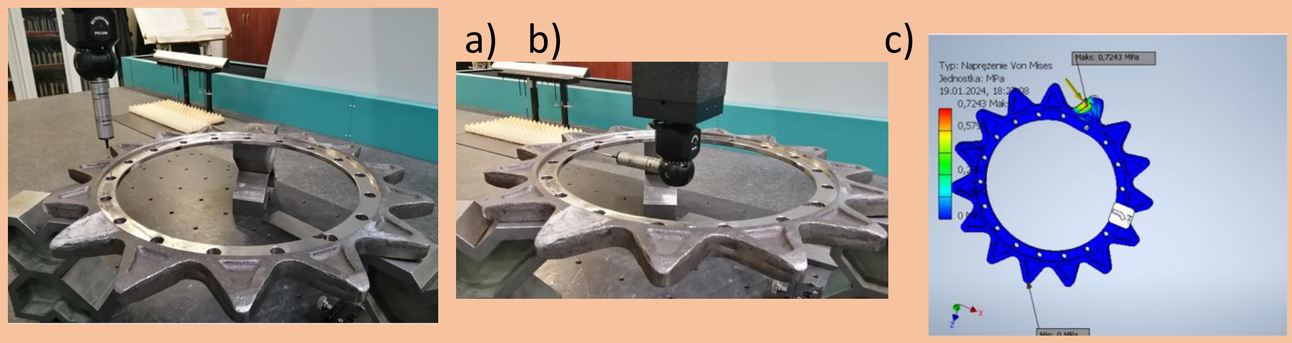
Część praktyczna:

a) b) c)



Rys.1. Koło a) po operacji tokarskiej, b) wiertarskiej, c) montażu

a) b) c)

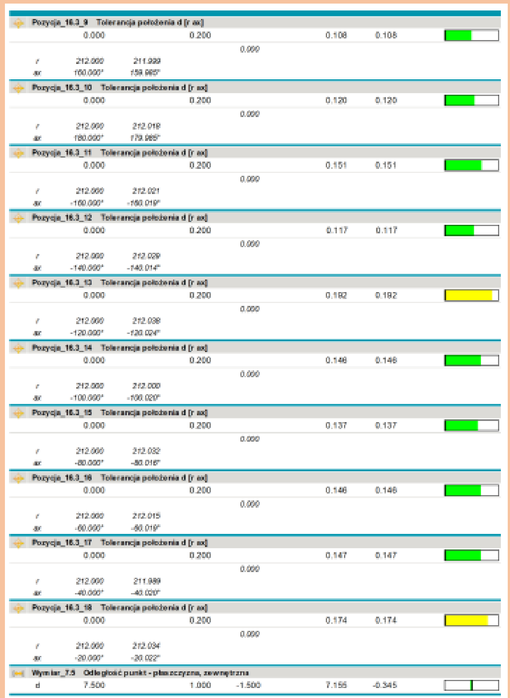


Rys.2. a),b) pomiar na maszynie współrzędnościowej, c) analiza MES

a)
b)



c)
d)



Nazwa	Minimalna	Maksymalna
Objętość	1875760 mm^3	
Masa	14,7247 kg	
Naprężenie Von Mises	0,0000000000131991 MPa	0,724304 MPa
Pierwsze naprężenie główne	-0,216439 MPa	0,655051 MPa
Trzecie naprężenie główne	-1,00388 MPa	0,124428 MPa
Przemieszczenie	0 mm	0,0000897753 mm
Współczynnik bezpieczeństwa	15 ul	15 ul
Naprężenie XX	-0,450143 MPa	0,212438 MPa
Naprężenie XY	-0,306831 MPa	0,104627 MPa
Naprężenie XZ	-0,190847 MPa	0,073265 MPa
Naprężenie YY	-0,854225 MPa	0,603171 MPa
Naprężenie YZ	-0,217182 MPa	0,0837637 MPa
Naprężenie ZZ	-0,366096 MPa	0,199525 MPa
Przemieszczenie X	-0,00000281393 mm	0,0000715495 mm
Przemieszczenie Y	-0,0000306105 mm	0,0000192216 mm
Przemieszczenie Z	-0,0000479081 mm	0,0000447578 mm
Równoważne odkształcenie	0,000000000000000675431 ul	0,00000331125 ul
Pierwsze główne odkształcenie	-0,000000000000000135178 ul	0,00000297201 ul
Trzecie główne odkształcenie	-0,0000039482 ul	0,0000000000000000232666 ul
Odkształcenie XX	-0,00000179699 ul	0,000000690178 ul
Odkształcenie XY	-0,00000189943 ul	0,000000647689 ul
Odkształcenie XZ	-0,00000118143 ul	0,000000453545 ul
Odkształcenie YY	-0,00000302175 ul	0,00000244809 ul
Odkształcenie YZ	-0,00000134446 ul	0,000000518537 ul
Odkształcenie ZZ	-0,00000100058 ul	0,000000620503 ul

Rys.3. a),b),c) Protokół pomiarowy, d) wyniki analizy

Podsumowanie:

Na podstawie otrzymanych wyników przeanalizowano wartości wymiarów gabarytowych wyrobu oraz uzyskane wartości tolerancji wymiarowych, kształtu i położenia. Przeprowadzona również analiza wytrzymałościowa MES pozwoliła na określenie najbardziej newralgicznych punktów krytycznych, które mogą mieć wpływ na okres eksploatacji wyrobu.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Wpływ parametrów odlewania ciągłego na właściwości zaprawy Al-Ti-B

Autor: inż. Błażej Krysa
Promotor: dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz

Rok akademicki: 2023/2024

Streszczenie:
Praca dotyczy wpływu parametrów odlewania ciągłego na jakość, właściwości mechaniczne i mikrostrukturę, rozdrabniacza ziarna.

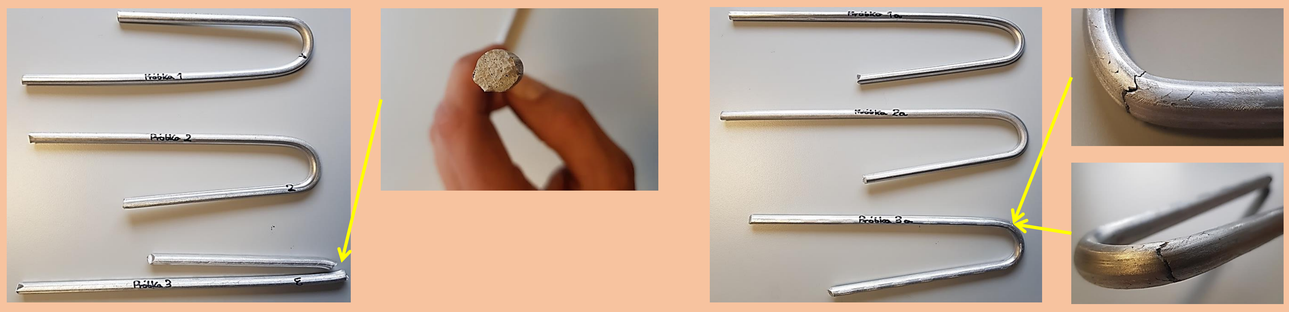
Słowa kluczowe:
aluminium, odlewanie ciągłe, zaprawa Al-Ti-B, właściwości

Rozdrabniacz ziarna Al-Ti-B jest to dodatek stopowy, którego kluczowym zadaniem jest poprawa właściwości poprzez rozdrobnienie ziaren metalu przez ułatwienie powstania zarodków krystalizacji w dużej ilości oraz do poprawy w wyrobach i stopach aluminiowych jednorodności. Kontrolowanie wielkości ziaren w odlewniach jest ważnym elementem produkcji. Dodawanie rozdrabniacza do ciekłego aluminium w sposób kontrolowany powoduję uwolnienie cząstek zarodkujących, które przyczyniają się do powstawania równoosiowej struktury małych ziaren w odlanym stopie, oraz zapobiega tworzeniu się kolumnowych kryształów.

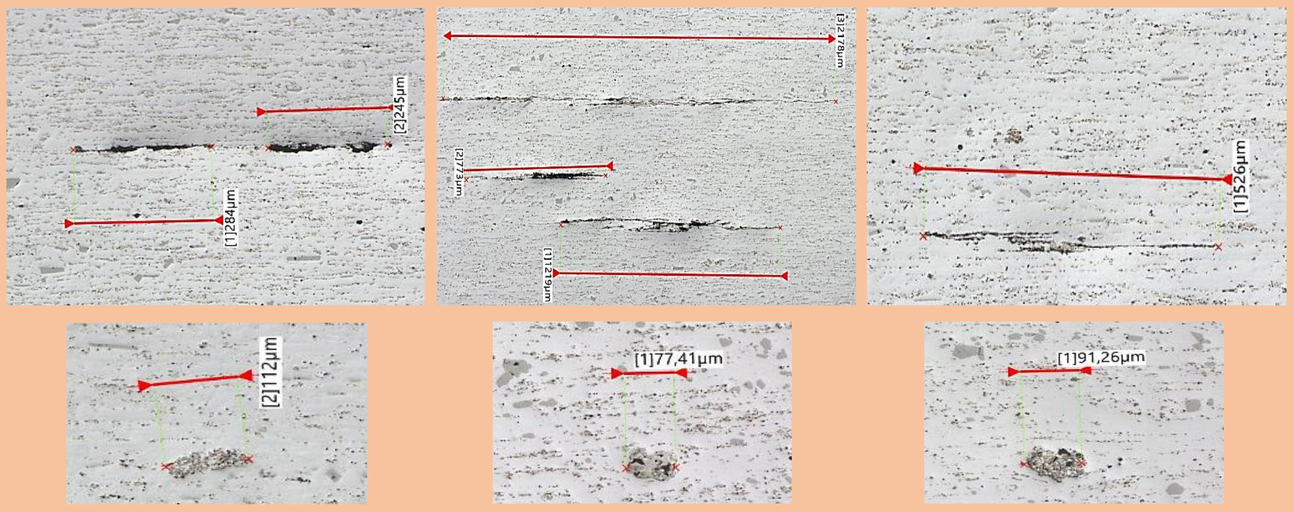
Część praktyczna. Wykonano badania wpływu temperatury odlewania ciągłego i prędkości walcowania na jakość, właściwości mechaniczne i mikrostrukturę, rozdrabniacza ziarna. Przeprowadzono ocenę wizualną, testy wytrzymałościowe: zginanie, rozciąganie, analizę struktury, analizę składu chemicznego, analizę efektywności rozdrobnienia.



Widok próbek po badaniach wytrzymałości na zrywanie



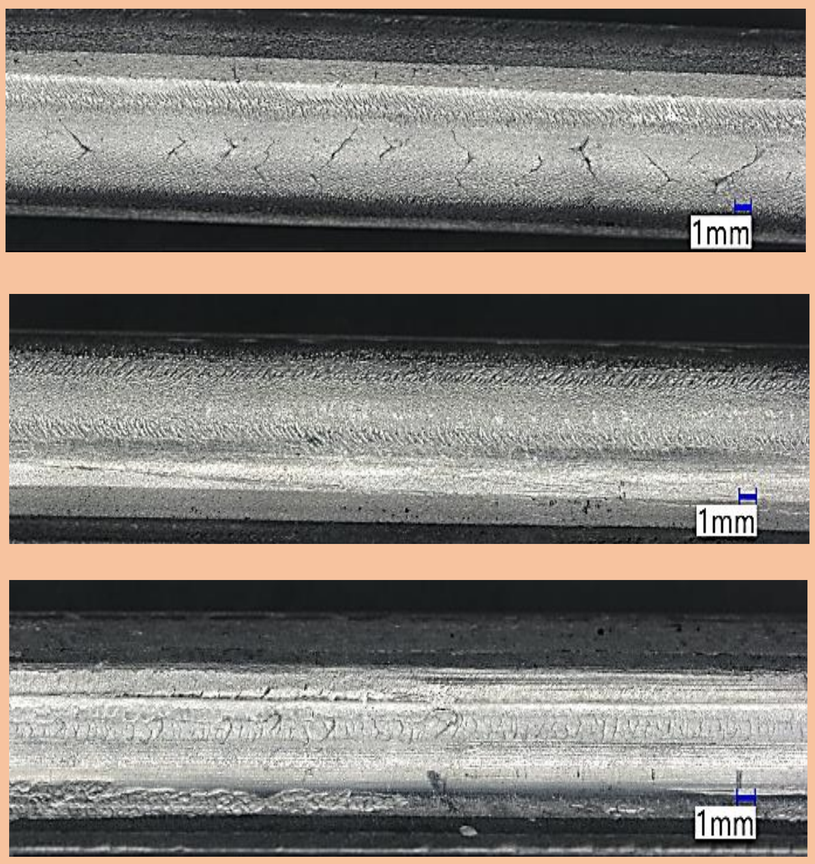
Widok próbek po badaniach wytrzymałości na zginanie



Widok wad mikrostruktury



Widok efektywności rozdrobnienia ziarna



Widok powierzchni zewnętrznej odcinków drutu

Podsumowanie.

Na jakość zewnętrzną drutu wpłynęła w dużym stopniu prędkość walcowania, skutkująca zmianami w wyglądzie powierzchni, gdzie najgorszą jakość miała próbka nr 1 walcowana z prędkością 1.8 t/h, która to miała zadziory i niedociągnięcia.

Najbardziej wytrzymałą próbką okazała się próbka nr 3 walcowana w niższym przedziale temperaturowym z prędkością 1.4 t/h.

Efektywność rozdrobnienia ziarna okazała się bardzo dobra i zgodna z wymaganiami już po 5 minutach od czasu wprowadzenia modyfikatora do czystego aluminium.

Podsumowując uzyskane wyniki badań, należy stwierdzić, że optymalizacja parametrów odlewania ciągłego jest kluczowym zadaniem w produkcji modyfikatora. Daje to możliwość osiągnięcia pożądanych właściwości mechanicznych, jak również wpływa na jakość odlewu i jego mikrostrukturę.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni” oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Opracowanie procesu technologicznego regeneracji koła jezdnego stosowanego w pojazdach gąsienicowych

Autor: **inż. Daniel Małysa**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy magisterskiej przedstawiono proces technologiczny regeneracji koła jezdnego stosowanego w pojazdach gąsienicowych typu samobieżna armato-haubica Krab. Przedstawiono rolę jaką koło jezdne pełni w tego typu pojazdach, oraz jego budowę. Opracowano w/w proces wraz z dokumentacją technologiczną. Na podstawie opracowanej dokumentacji wykonano proces regeneracji, którego przebieg odpowiednio opisano i udokumentowano w pracy. Wykonano szereg operacji technologicznych, kontroli oraz badania nieniszczące w celu sprawdzenia koła pod względem zdatności koła jezdnego do regeneracji jak i samej regeneracji. Przeprowadzono badania przebiegiem celem określenia resursu użytkowania regenerowanego koła jezdnego, oraz sprawdzenia pod kątem poprawności przeprowadzenia procesu. Dokonano analizy jakościowej i ekonomicznej na podstawie której wykazano zasadność wykonywania regeneracji dla tego elementu

Słowa kluczowe:

regeneracja, proces technologiczny, koło jezdne, operacja, Krab.

Cel i zakres pracy:

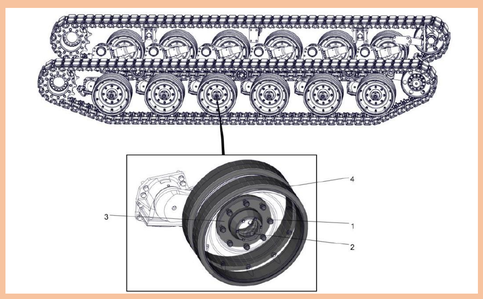
Celem przedstawionej pracy dyplomowej było opracowanie procesu technologicznego regeneracji zespołu koła jezdnego stosowanego w armatohaubicy Krab kaliber 155mm produkowanej przez Hutę Stalowa Wola. Jest to jeden z kluczowych produktów tego zakładu. Ma on również bardzo ważną rolę na polu walki.

W pracy poza opracowaniem procesu technologicznego opisano również proces przebiegu takiej regeneracji. W celu jej wykonania przeprowadzono szereg różnych procesów/operacji produkcyjnych jak i technologicznych. Wykonano również próby przebiegiem w celu określenia żywotności i sprawdzenia poprawności wykonania procesu regeneracji. Zestawiono również w celu porównawczym koszty oraz czas wykonania regeneracji koła jezdnego z kosztami wykonania nowego koła lub jego zakupu.

Część teoretyczna:

Armatohaubica "Krab" *to polska samobieżna armatohaubica kalibru 155 mm, która jest wynikiem pracy Huty Stalowa Wola. Jest to bardzo nowoczesna platforma uzbrojenia stanowiąca ważny element uzbrojenia polskich sił zbrojnych, zapewniający znaczące wsparcie ogniowe oraz mobilność na polu walki. Jego rozwój i technologiczne innowacje przyczyniają się do zwiększenia potencjału obronnego kraju.*





Koło jezdne *w podwoziu gąsienicowym z zawieszeniem hydropneumatycznym odgrywa istotną rolę w zapewnieniu płynności jazdy, stabilności, oraz adaptacji pojazdu do zmieniających się warunków terenowych poprzez wykorzystanie zaawansowanych funkcji zawieszenia.*

Proces regeneracji *- w inżynierii, odnosi się do odnowienia lub przywrócenia do użytecznego stanu elementów, urządzeń lub systemów, które uległy zużyciu, zniszczeniu lub degradacji. Jest stosowany z różnych powodów w zależności od dziedziny inżynierii, ale głównym celem jest przywrócenie funkcjonalności lub wydajności danego elementu lub systemu. Regeneracja części to proces przywracania funkcjonalności oraz właściwości użytkowych zużytych lub uszkodzonych elementów.*

Kryteria kwalifikujące koło jezdne do regeneracji

- zużycie części gumowej jest większe niż 50% (więcej niż 18 mm grubości gumy),

- rozdarcie części gumowej w kierunku poprzecznym (szerokości) do koła jezdnego jest większe niż 50%.

- oddzielenie gumy od części metalowej w kierunku poprzecznym (szerokości) koła jezdnego jest większe niż 16 mm,

- ubytki w części gumowej (wyrwania) stanowią więcej jak 20% powierzchni całkowitej części gumowej.



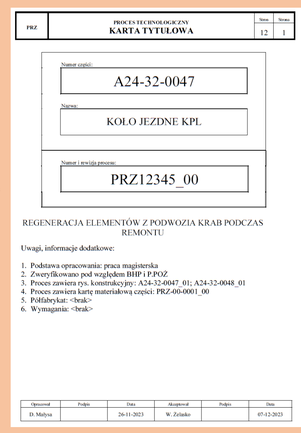




Część praktyczna:

Proces regeneracji koła jezdnego przeprowadzono na podstawie opracowanego procesu technologicznego oraz przewodnika produkcyjnego utworzonego w systemie wspomagania produkcji ERP. Na podstawie poniższych opisów każdej z wykonywanych operacji widać w jaki sposób ona przebiega oraz jakie czynności są wykonywane.

Poniżej przedstawiono skrótowy wykaz operacji przebiegu regeneracji na podstawie czynności wykonywanych zgodnie z procesem technologicznym i przewodnikiem produkcyjnym.



PRZ — PROCES TECHNOLOGICZNY — KARTA TYTUŁOWA — Arkusz 12 — Numer 1

Numer części: A24-32-0047

Nazwa: KOŁO JEZDNE KPL

Numer i rewizja procesu: PRZ12345_00

REGENERACJA ELEMENTÓW Z PODWOZIA KRAB PODCZAS REMONTU

Uwagi, informacje dodatkowe:

1. Podstawa opracowania: praca magisterska
2. Zweryfikowano pod względem BHP i PPOŻ
3. Proces zawiera rys. konstrukcyjny: A24-32-0047_01; A24-32-0048_01
4. Proces zawiera kartę materiałową części: PRZ-00-0001_00
5. Półfabrykat: <brak>
6. Wymagania: <brak>

Opracował	Podpis	Data	Akceptował	Podpis	Data
D. Małysa		26-11-2023	W. Żelasko		07-12-2023

1. Wytypowanie i przygotowanie kół do regeneracji:

- Kontrola wizualna

- Demontaż na elementy składowe



2. Usunięcie nalewki gumowej:

- Toczenie

- Piaskowanie

- Szlifowanie



3. Badanie penetrantami



4. Trawienie



5. Napawanie

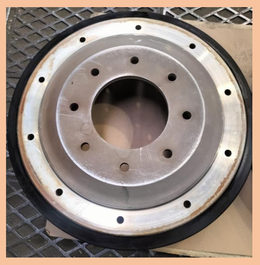


6. Toczenie



7.Chromiano-wanie

8. Wulkanizacja



9. Montaż

10. Malowanie



Badania przebiegiem

Podział przebiegu ze względu na teren był następujący:

– po drogach asfaltowych i utwardzonych – 100 km;

– po bezdrożach dla równinnych terenów – 50 km;

– po drogach polnych o wyboistej powierzchni – 50 km.

Wyliczenie resursu *na podstawie zużycia koła bandaża gumowego podczas badań. Z wyliczeń otrzymano resurs ok. 3000 km (zgodny z założeniami konstrukcyjnymi).*

Analiza Jakościowa

Podczas pomiarów analiza nie wykazała odstępstw pomiarowych. Nie stwierdzono nieprawodłowości w zakresie stanu technicznego ocenianych elementów.



Analiza finansowa

Rodzaj Procesu	Koszt netto
Zakup	X
Produkcja	64% X
Regeneracja	36% X

Podsumowanie:

Istnieje wiele przekonujących argumentów potwierdzających, że regeneracja części zamiennych stanowi korzystne rozwiązanie. Po profesjonalnym procesie regeneracji takie elementy stają się całkowicie bezpieczne. Coraz ważniejsze staje się także spojrzenie ekologiczne - regeneracja umożliwia ponowne wykorzystanie surowców, ogranicza emisję zanieczyszczeń oraz znacznie obniża zużycie energii w porównaniu z produkcją nowych części. Podczas wykonywania analizy pod względem jakościowym zauważono, że w procesie weryfikacji kół do procesu regeneracji można by dokonać podziału na koła wymagające procesu napawania i nie wymagające procesu napawania, co z kolei pozwoliłoby na obniżenie kosztów regeneracji o kolejne 5% wartości X.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój — Rzeczpospolita Polska — Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Optymalizacja pracy pompy ciepła

Autor: **inż. Maciej Maziarz**
Promotor: **dr Agnieszka Kramek**
Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:
Parametrami opisującymi efektywność pompy ciepła jest współczynnik efektywności ogrzewania (COP ogrzewania), współczynnik efektywności chłodzenia (COP chłodzenia), sprawność η oraz maksymalna sprawność teoretyczna ηmax. Zgodnie z zasadami termodynamiki pompy ciepła osiągają największą sprawność i wartość współczynnika COP przy najmniejszej różnicy temperatur pomiędzy źródłami. Im większy COP, tym bardziej wydajna jest pompa.

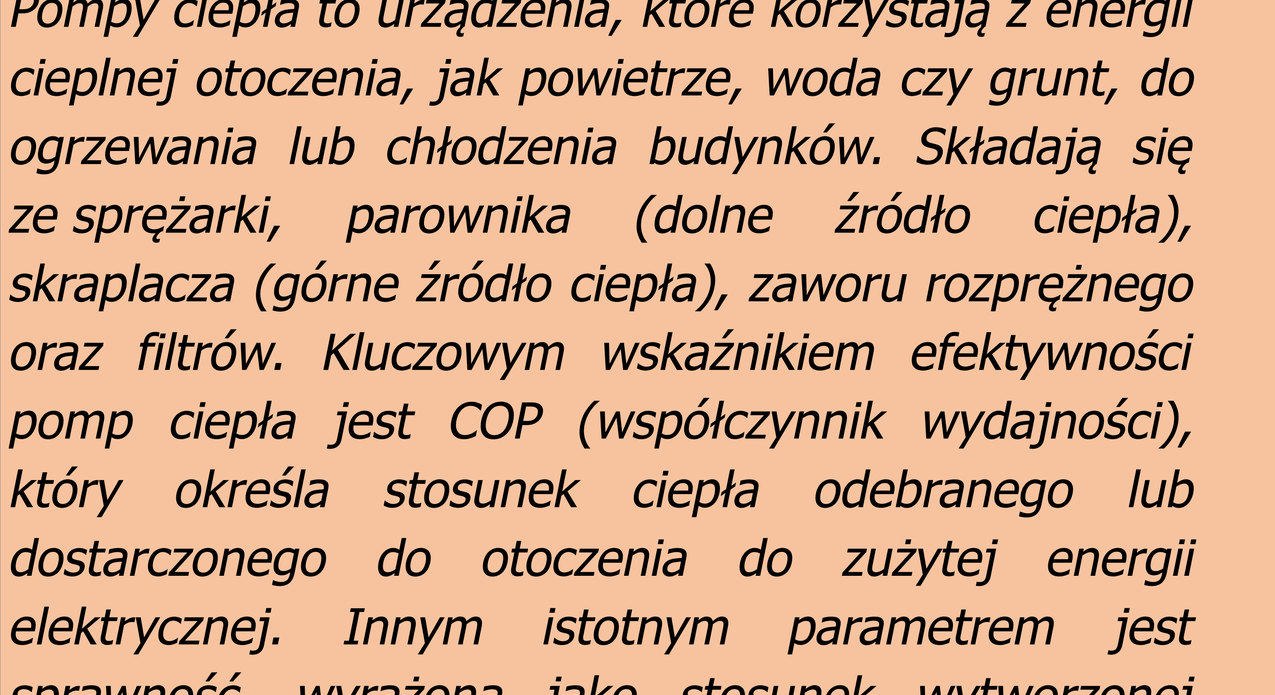
Słowa kluczowe:
pompa ciepła, optymalizacja, parametry pracy

Cel i zakres pracy:
Celem niniejszej pracy była optymalizacja pracy, wykonanie charakterystyki pompy ciepła oraz dobór najkorzystniejszych parametrów pracy pod względem sprawności pompy ciepła.

Część teoretyczna:

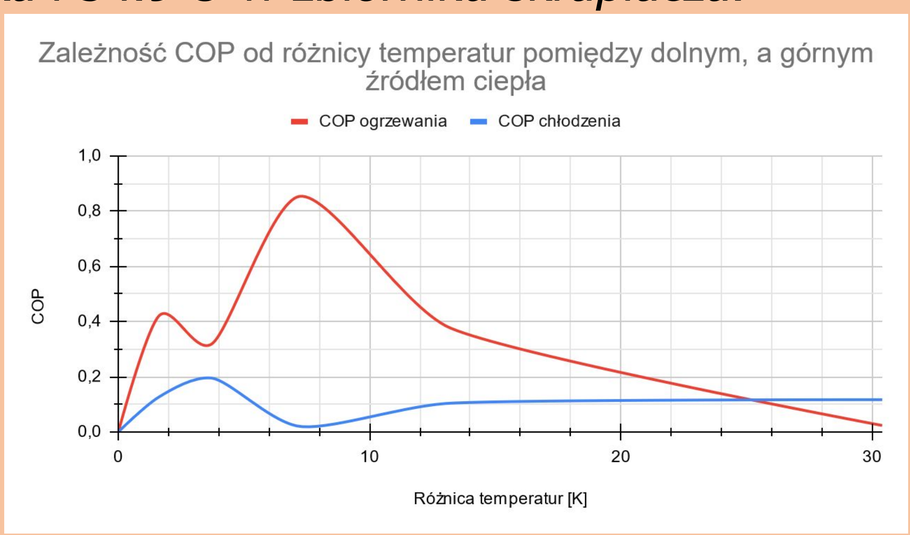
Pompy ciepła to urządzenia, które korzystają z energii cieplnej otoczenia, jak powietrze, woda czy grunt, do ogrzewania lub chłodzenia budynków. Składają się ze sprężarki, parownika (dolne źródło ciepła), skraplacza (górne źródło ciepła), zaworu rozprężnego oraz filtrów. Kluczowym wskaźnikiem efektywności pomp ciepła jest COP (współczynnik wydajności), który określa stosunek ciepła odebranego lub dostarczonego do otoczenia do zużytej energii elektrycznej. Innym istotnym parametrem jest sprawność, wyrażona jako stosunek wytworzonej energii do energii dostarczonej do urządzenia, co pozwala ocenić jej efektywność.

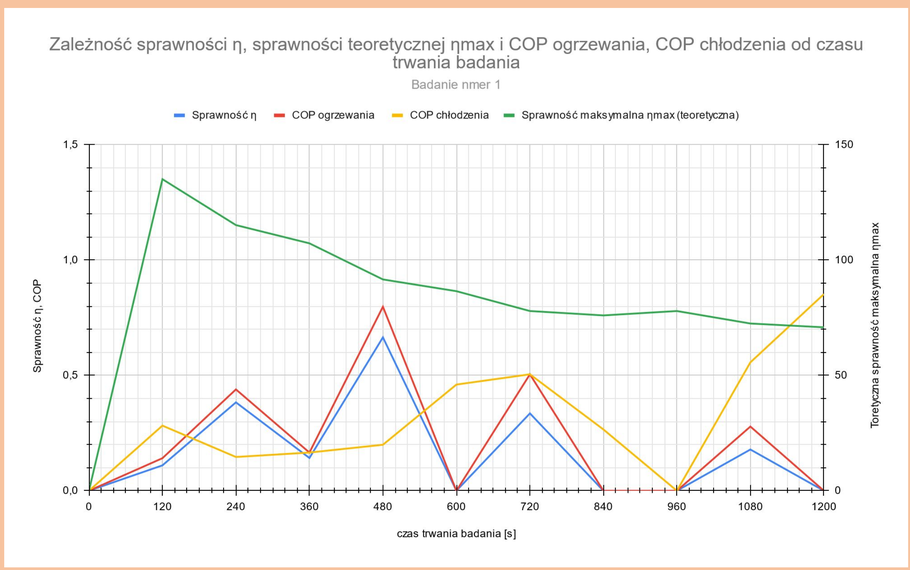
Zasadę działania pompy ciepła przedstawiono poniżej.



Część praktyczna:

Cel pracy został w pełni zrealizowany, a założenia pracy okazały się słuszne. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano informacje o największej sprawności i wartości współczynników COP ogrzewania i COP chłodzenia. Laboratoryjna pompa ciepła ma największą sprawność i współczynnik COP ogrzewania równy 0.42 korzystając z wody jako medium w źródłach ciepła. Woda w termosie parownika musi mieć temperaturę około 35.1℃, a w termosie skraplacza 36.7℃. Największą sprawnością wykazała się pompa w przypadku gdy zastosowano 48% roztwór glikolu etylenowego o temperaturze 6.4℃ w dolnym źródle ciepła i 13.5℃ - COP ogrzewania = 0.85.
Najniższą wartość współczynnika efektywności ogrzewania - COP ogrzewania = 0.023 odnotowano badając wodę o temperaturze 24.5℃ w zbiorniku parownika i 54.9℃ w zbiorniku skraplacza.





Podsumowanie:

Dowiedziono, że sprawność teoretyczna urządzenia jest dużo wyższa od rzeczywistej sprawności pompy ciepła. COP ogrzewania o wartości 0.85, niestety jest dużo niższy od wartości współczynnika efektywności uzyskiwanego w komercyjnych urządzeniach. Różnica temperatur, a także sama temperatura w dolnym i górnym źródle ciepła ma wpływ na sprawność i współczynnik COP pompy ciepła.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt i symulacja pracy automatycznej linii do sortowania wyrobów z wykorzystaniem sterowników PLC.

Autor: **inż. Rafał NOWAK**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W niniejszej pracy został przedstawiony projekt i symulacja pracy automatycznej linii do sortowania wyrobów z wykorzystaniem sterowników PLC. W pracy szczegółowo opisano zasady dotyczące projektowania oraz implementacji linii technologicznej do sortowania wyrobów, uwzględniając jej zastosowanie w przemyśle. Praca zawiera nie tylko techniczne aspekty systemów PLC, ale również dobór i zasady projektowania oprogramowania sterującego procesem, a także kluczowe dla bezpieczeństwa i ergonomii pracy aspekty z punktu widzenia użytkownika. Kolejna część pracy przedstawia praktyczne zastosowanie wiedzy zawartej w części teoretycznej. Przedstawiony został model linii technologicznej wykonanej w Autodesk Inventor. Praca zawiera opis działania linii technologicznej do sortowania szklanych butelek. W kolejnym kroku zawarto, także opis programowania sterownika PLC w środowisku WinProLadder oraz projektowanie panelu HMI w aplikacji EasyBuilder Pro, dzięki czemu powstaje spójny oraz funkcjonalny system automatyzacji.

Słowa kluczowe:

- Sterownik PLC
- Automatyzacja
- Linia technologiczna
- Sortowanie wyrobów

Cel i zakres pracy:

Celem pracy było opracowanie koncepcji, projektowanie oraz symulacja pracy automatycznej linii do sortowania wyrobów z wykorzystaniem sterowników PLC.

Zakres pracy obejmuje:

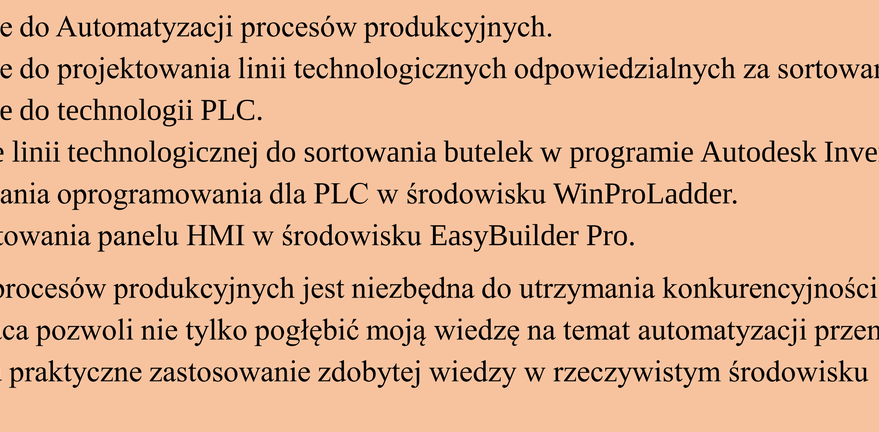
1. Wprowadzenie do Automatyzacji procesów produkcyjnych.
2. Wprowadzenie do projektowania linii technologicznych odpowiedzialnych za sortowanie wyrobów.
3. Wprowadzenie do technologii PLC.
4. Projektowanie linii technologicznej do sortowania butelek w programie Autodesk Inventor.
5. Schemat działania oprogramowania dla PLC w środowisku WinProLadder.
6. Proces projektowania panelu HMI w środowisku EasyBuilder Pro.

Automatyzacja procesów produkcyjnych jest niezbędna do utrzymania konkurencyjności na rynku. Realizowana praca pozwoli nie tylko pogłębić moją wiedzę na temat automatyzacji przemysłu, ale także ma na celu praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy w rzeczywistym środowisku przemysłowym.

Część teoretyczna:

Automatyzacja procesów przemysłowych w znaczącym stopniu wpływa korzystnie na zwiększenie wydajności procesów produkcyjnych oraz redukcję czasu, jaki jest potrzebny do wykonania poszczególnych zadań.

Automatyzacja pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów redukując zużycie energii oraz optymalizując koszty związane z produkcją. Ważnym elementem automatyzacji przemysłu są linie technologiczne do sortowania wyrobów, które poprawiają w znaczącym stopniu przepływ produktów oraz zapewniają bezpieczne i skuteczne oddzielanie



Podczas projektowania linii technologicznej do sortowania wyrobów, ważnym aspektem jest zapewnienie właściwej konfiguracji mechanicznej, dzięki której możliwe jest skuteczne i precyzyjne selekcjonowanie wyrobów. W trakcie projektowania linii technologicznej do sortowania ważne jest aby maszyny i urządzenia odpowiadające za transport i segregację były odpowiednio do siebie dobrane.

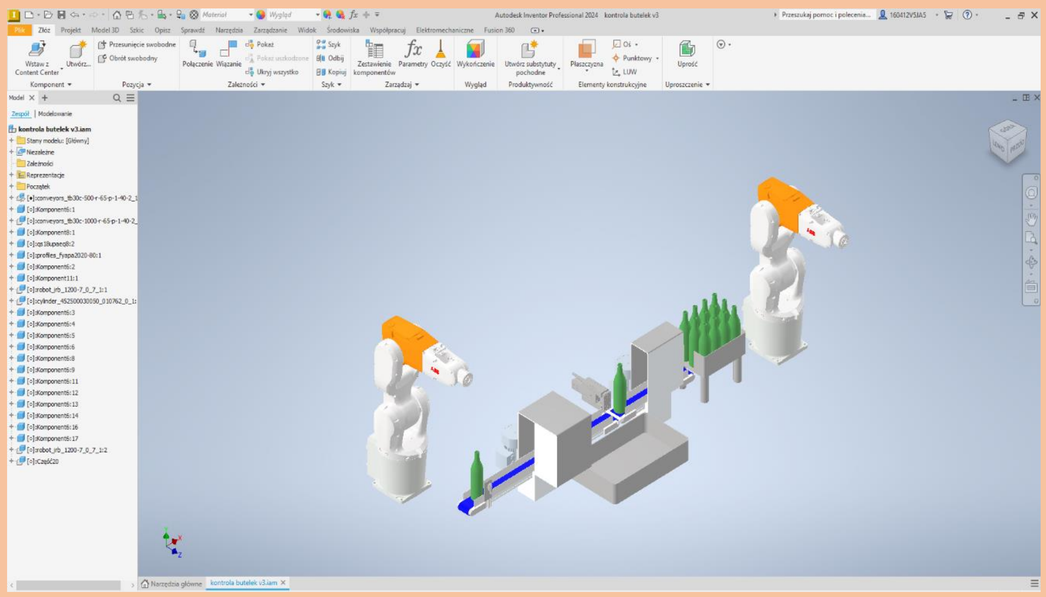
Do sterowania procesami przemysłowymi wykorzystuje się technologię PLC, czyli specjalny rodzaj komputera przemysłowego, który jest odpowiednio dostosowany do sterowania procesami produkcyjnymi, w tym linią technologiczną do sortowania wyrobów. PLC umożliwia sterowanie różnymi urządzeniami, umożliwiając precyzyjną kontrolę nad procesami technologicznymi.

Część praktyczna:

Linia technologiczna, której zadaniem jest sortowanie butelek to złożony system, w skład którego wchodzi wiele modułów i elementów w zależności od wymagań, jakie musi spełnić poszczególna linia.

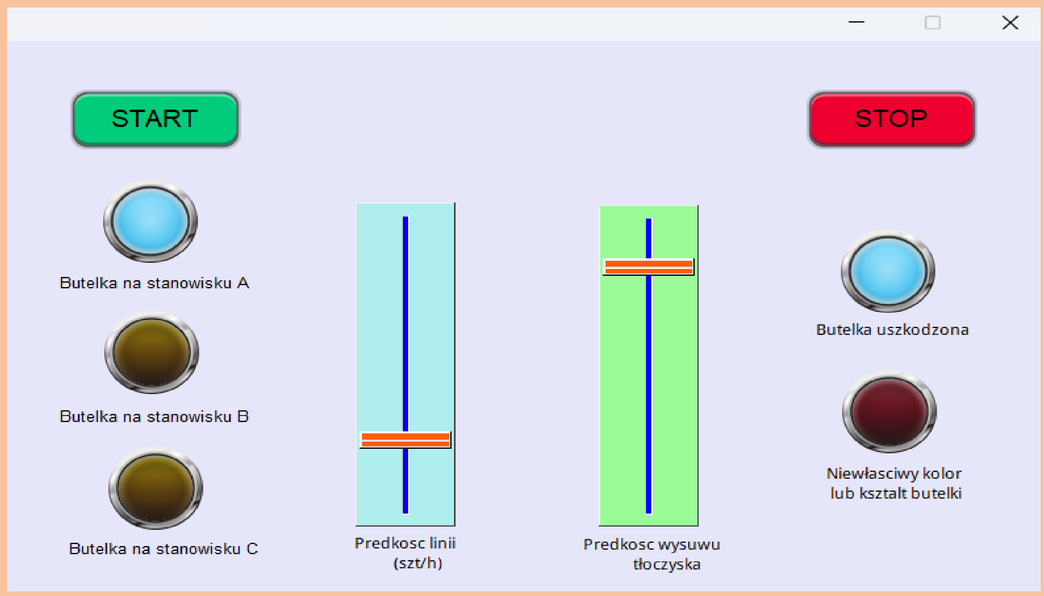
Linia składa się z przenośnika taśmowego, którego zadaniem jest przemieszczanie butelek pomiędzy poszczególnymi stacjami linii. W skład linii wchodzą także trzy stanowiska, które mają określone zadania i funkcje do wykonania.

Do modelowania poszczególnych podzespołów dla projektu automatycznej linii technologicznej do sortowania wyrobów (butelek) wykorzystano program Autodesk Inventor.



Rys.1. Model linii technologicznej w programie Autodesk Inventor

EasyBilder Pro jest to zaawansowane narzędzie które powstało w celu projektowania wizualizacji dla interfejsów HMI (Human-Machine Interface). Za pomocą bogatego zbioru funkcji i narzędzi możliwe jest tworzenie intuicyjnych interfejsów użytkownika, których zadaniem jest sterowanie maszynami i zarządzanie procesami przemysłowymi.



Rys.7.3.13. Panel HMI na którym widać informację o wykryciu uszkodzonej butelki

Interfejsy HMI są łatwe w obsłudze i mogą być dostosowane do użytkownika w takim stopniu, że każdy użytkownik może efektywnie korzystać z systemu i łatwo diagnozować zaistniałe problemy co zmniejsza czas reakcji na podjęcie odpowiednich działań w celu ich eliminacji.

Podsumowanie:

Określenie wymagań funkcjonalnych i technicznych jest niezbędne podczas projektowania linii technologicznej do sortowania. Na etapie projektowania należy uwzględnić wiele aspektów, takich jak dobór odpowiednich urządzeń, czujników oraz sterownika PLC. Konieczne jest dokonanie oceny i analizy czy wybrane komponenty spełniają stawiane wymagania dotyczące wydajności, niezawodności i bezpieczeństwa systemu. Ważne jest także zintegrowanie wszystkich komponentów linii sortującej aby zapewnić ich bezbłędną współpracę.

Projekt demonstruje skuteczność zastosowanych rozwiązań technologicznych i programistycznych, dzięki czemu można potwierdzić jak ważny jest dalszy rozwój i doskonalenie się w tej dziedzinie. Linia technologiczna do sortowania wyrobów z wykorzystaniem sterowników PLC charakteryzuje się wysoką wydajnością, efektywnością i możliwością adaptacji do specyficznych wymagań produkcyjnych, dzięki czemu mamy kolejne potwierdzenie o słuszności inwestycji w obszary zaawansowanych technologii automatyzacji.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Optymalizacja procesów sterowania suszarni do drewna z wykorzystaniem sterowników PLC

Autor: **inż. Rafał Pelic**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Praca skupia się na optymalizacji procesu suszenia drewna w suszarniach za pomocą sterowników PLC. Dokonana została analiza korzyści z ich zastosowania, badając metody poprawy efektywności suszenia. Główne cele obejmują skrócenie czasu suszenia, obniżenie kosztów produkcji i poprawę jakości końcowego produktu, co ma przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności firm branżowych.

Słowa kluczowe:

sterowniki PLC, suszarnia do drewna, tarcica, panel sterowania, programowanie PLC

Cel i zakres pracy:

Celem pracy było zbadanie możliwości optymalizacji procesów sterowania suszarni do drewna oraz ich doskonalenie z wykorzystaniem sterowników PLC. Analiza skupiała się na identyfikacji kluczowych parametrów procesu suszenia, projektowaniu odpowiednich algorytmów sterowania oraz implementacji rozwiązań opartych na sterownikach PLC. Ponadto, dokonana została ocena efektywności zastosowanych rozwiązań oraz ich wpływu na jakość suszonego drewna i proces jego eksploatacji.

Część teoretyczna:

Sterowniki PLC pozwalają na ciągłe monitorowanie i regulację warunków suszenia, oraz ustawienie parametrów takich jak temperatura i wilgotność, co umożliwia uzyskanie równomiernej wilgotności w całym materiale, jednocześnie eliminując ryzyko wadliwych partii drewna. Dzięki temu, suszenie w suszarniach sterowanych przez PLC zapewnia bardziej jednorodne i wysokiej jakości produkty, co jest kluczowe na rynku przemysłowym.



Rys.1. Suszarnia do drewna.

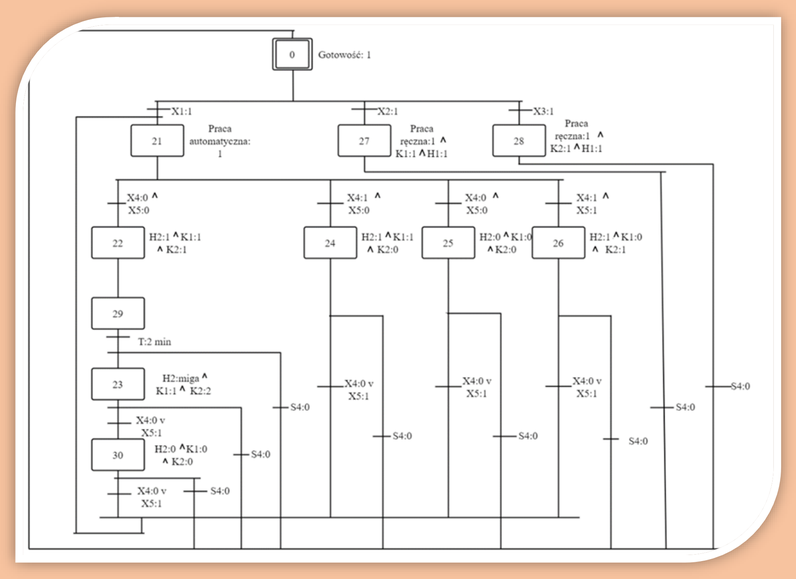
Część praktyczna:



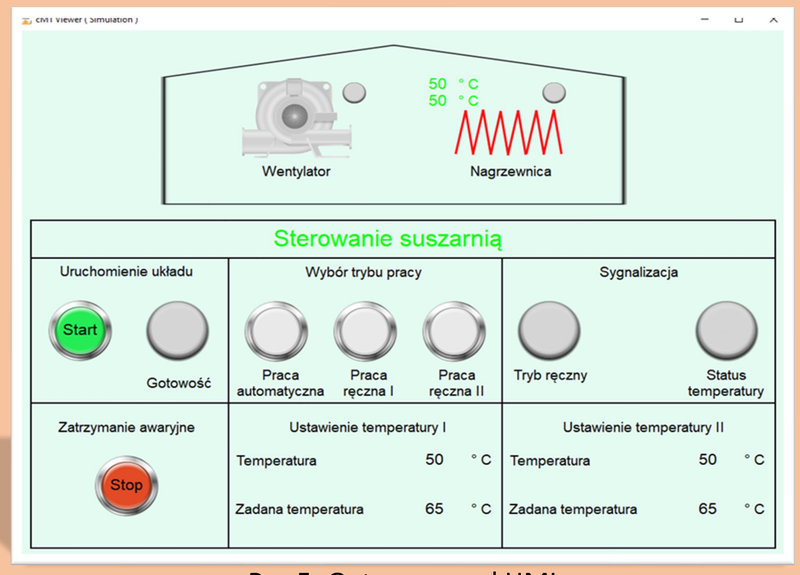
Rys.2. Średnia wilgotność początkowa sosny.



Rys.3. Średnia wilgotność początkowa jodły.



Rys.4. Schemat SFC.



Rys.5. Gotowy panel HMI.



Rys 6. Średnia wilgotność końcowa sosny.



Rys.7. Średnia wilgotność końcowa jodły.

Podsumowanie:

Odpowiednio skonfigurowana suszarnia z wykorzystaniem sterowników PLC przyniosła szereg istotnych korzyści w porównaniu do tradycyjnych metod suszenia naturalnego. Dzięki precyzyjnej kontroli parametrów suszenia, możliwe było skrócenie czasu potrzebnego do uzyskania odpowiedniej wilgotności drewna, co wpłynęło także na skrócenie czasu całkowitego procesu

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt i wdrożenie do produkcji mulczera leśnego

Autor: **inż. Krzysztof Piekut**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy przedstawiono zaprojektowanie i wdrożenie do produkcji mulczera leśnego, innowacyjnej maszyny do rozdrabniania roślinności leśnej. Praca skupia się na wszystkich etapach, począwszy od koncepcji i projektowania, aż po testowanie i produkcję maszyny. W części teoretycznej pracy scharakteryzowano budowę i przeznaczenie mulczerów leśnych . Część praktyczna obejmuje proces projektowania maszyny, opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i planów cięcia detali oraz wykonanie prototypu. Zakończono proces przez opracowanie strategii marketingowej i wdrożenie mulczera na rynek. Praca podkreśla znaczenie innowacyjności i efektywności w projektowaniu nowoczesnych maszyn leśnych, a mulczer leśny staje się przełomowym narzędziem w zrównoważonym zarządzaniu zasobami leśnymi.

Słowa kluczowe:

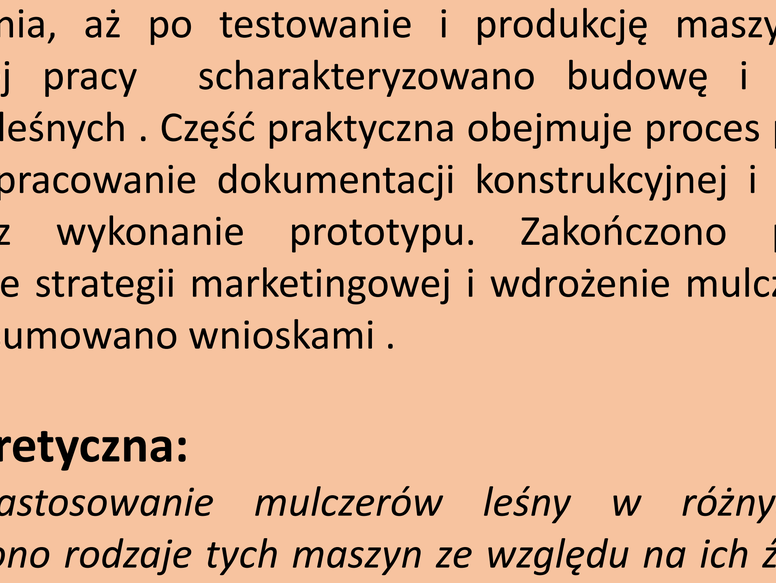
mulczer leśny , projekt CAD , dokumentacja techniczna

Cel i zakres pracy:

Celem tej pracy było zaprojektowanie i wdrożenie do produkcji mulczera leśnego, maszyny do rozdrabniania roślinności leśnej. Praca skupia się na wszystkich etapach, począwszy od koncepcji i projektowania, aż po testowanie i produkcję maszyny. W części teoretycznej pracy scharakteryzowano budowę i przeznaczenie mulczerów leśnych . Część praktyczna obejmuje proces projektowania maszyny, opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i planów cięcia detali oraz wykonanie prototypu. Zakończono proces przez opracowanie strategii marketingowej i wdrożenie mulczera na rynek. Całość podsumowano wnioskami .

Część teoretyczna:

Opisano zastosowanie mulczerów leśny w różnych branżach, przedstawiono rodzaje tych maszyn ze względu na ich źródło napędu, scharakteryzowano ich budowę . Omówiono zasadę pracy maszyn, typowe sposób wykorzystania maszyny, warunki pracy i oraz utrzymania maszyny . Zawarto także historię oraz ewolucje maszyny leśnej jaką jest mulczer .



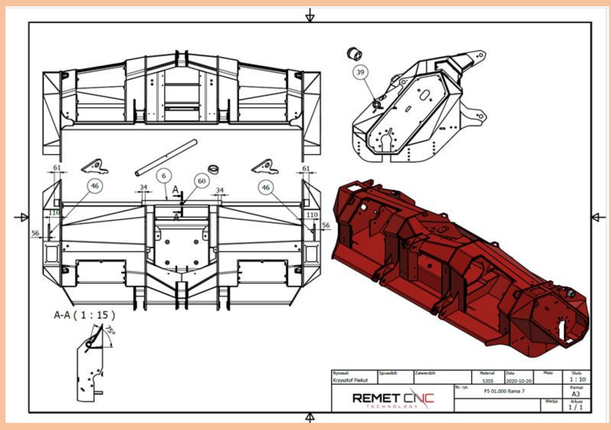
Rys.1. Mulczer o napędzie hydraulicznym i ruchomych młotkach. Denis CLIMAF 1992 r.

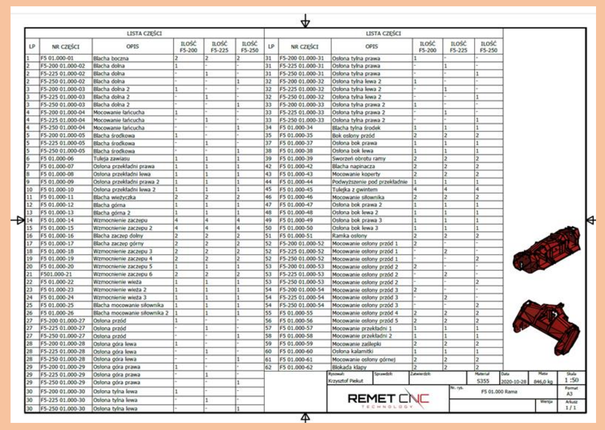
Część praktyczna:

W części praktycznej przedstawiono dobór podzespołów do budowy maszyny , zaprojektowano maszynę na podstawie przyjętych założeń w oprogramowaniu Autodesk Inventor . Wykonano rysunki wykonawcze oraz złożeniowe poszczególnych części i podespołów . Wykonano plany cięcia na wycinarkę laserową z wykorzystaniem oprogramowania BySoft 7. Przedstawiono proces wykonania maszyny - spawnia , śrutowania , malowania oraz montażu maszyny. Po udanym przejściu testów podczas pracy maszyny wykonano jej dokumentacje techniczną oraz instrukcje obsługi co umożliwiło wprowadzenie maszyny na rynek .



Rys.2. Model 3D zaprojektowanej maszyny





Rys.3. Rysunek wykonawczy i lista części wchodzących w skład ramy maszyny



Rys.4. Maszyna podczas testów

Podsumowanie:

Podsumowując, proces projektowania i wdrożenia mulczera leśnego to kompleksowy projekt, który obejmował koncepcję, wykonanie modelu i dokumentacji technicznej, produkcję, testowanie, wdrożenie na rynek, serwis posprzedażny oraz ciągłe monitorowanie i doskonalenie produktu . Projekt maszyny okazał się sukcesem , maszyna spełniała przejęte założenia , uzyskała pozytywne oceny od klientów w efekcie czego powstały kolejne modele mulczerów leśnych.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

WPŁYW CZYNNIKÓW ŚRODOWISKOWYCH NA KOROZYJNOŚĆ I ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI PRÓBEK METALICZNYCH

Autor: **inż. Aleksandra Piotrowska**

Promotor: **dr Agnieszka Kramek**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Kwaśne deszcze stanowią jedno z poważniejszych zagrożeń dla środowiska naturalnego oraz materiałów budowlanych na całym świecie. Występują one w środowiskach silnie uprzemysłowionych, gdzie do atmosfery dostają się tlenki azotu i siarki. Stal podatna jest na agresywne działanie kwaśnych deszczy, czego efektem jest postępująca korozja materiału. W pracy sprawdzona została odporność stali na korozję w środowisku kwaśnych deszczy z zastosowaniem pokryć ochronnych w postaci różnego rodzaju olejów. W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że szybkość zachodzącego procesu korozji zależy od rodzaju zastosowanej substancji zabezpieczającej. Najlepsze działanie ochronne wykazał wyeksploatowany olej silnikowy i zużyty olej roślinny, które spowolniły proces zachodzenia korozji stali.

Słowa kluczowe:

korozja, stal konstrukcyjna, kwaśne deszcze, zużyte oleje

Cel i zakres pracy:

Celem pracy było zbadanie wpływu kwaśnego deszczu na korozyjność oraz zmiany właściwości stali konstrukcyjnej S235. W pracy rozważono również czy pokrywanie powierzchni wybranymi substancjami, w tym zużytymi olejami, ma wpływ na spowolnienie procesu korozji dla stali narażonej na działanie kwaśnych opadów.

Zakres pracy obejmował:

- przygotowanie próbek ze stali konstrukcyjnej S235 i ich oznaczenie,
- wykonanie pomiarów topografii powierzchni próbek z użyciem profilometru,
- przygotowanie dwóch roztworów: kwasu siarkowego (VI) i kwasu azotowego (V) o odpowiednim odczynie pH=4,5, imitujących kwaśny opad atmosferyczny,
- pokrycie wybranych próbek olejami według ustalonego schematu,
- zanurzenie wszystkich próbek w przygotowanych roztworach kwasów i wyjęcie ich po upływie wyznaczonego czasu,
- powtórzenie wcześniejszych badań topografii powierzchni dla próbek,
- przeprowadzenie obserwacji makroskopowych oraz obserwacji mikroskopowych powierzchni próbek,
- analiza otrzymanych wyników oraz wnioski.

Nr próbki	Kwas	Rodzaj pokrycia próbki				
		Bez pokrycia	Olej silikonowy	Zużyty olej roślinny	Czysty olej roślinny	Eksploatowany olej silnikowy
1	H_2SO_4	+				
2	HNO_3	+				
3	H_2SO_4		+			
4				+		
5					+	
6						+
7	HNO_3		+			
8				+		
9					+	
10						+

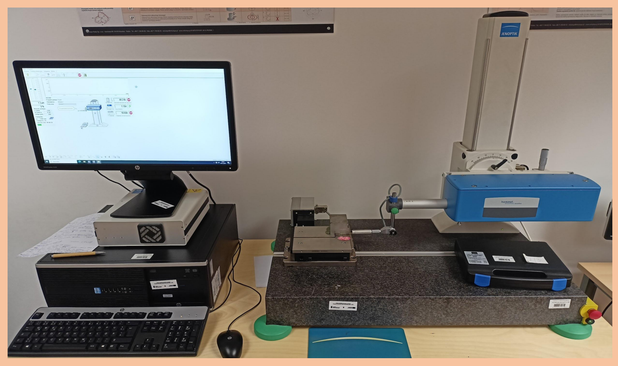
Rys. 1 Schemat kolejności pokrywania próbek olejami oraz umieszczania ich w przygotowanych roztworach kwasów.

Część teoretyczna:

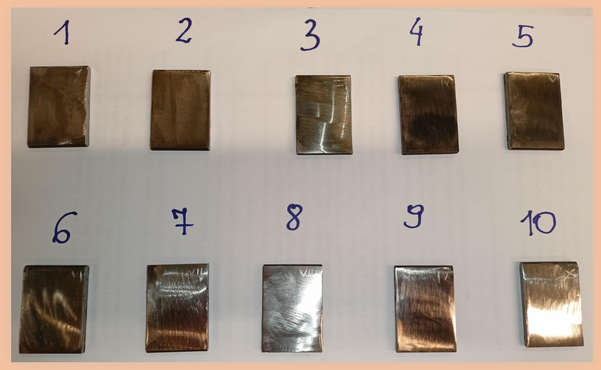
Występowanie kwaśnych deszczy w atmosferze znacząco przyspiesza proces korozji stali. Narażone na nie są szczególnie konstrukcje budowlane znajdujące się w środowisku zewnętrznym. Stal podatna jest na agresywne działanie kwaśnych deszczy, czego efektem jest postępująca korozja materiału, objawiająca się występowaniem ubytków w stali. Ubytek w materiale konstrukcji stalowej skutkuje zmniejszeniem jej nośności, a w późniejszym czasie prowadzi do deformacji konstrukcji. Stal narażona jest na działanie kwaśnych deszczy najczęściej w środowiskach przemysłowych, gdzie do atmosfery dostają się tlenki azotu i siarki. Przyczyną występowania tlenków siarki w środowisku przemysłowym są między innymi produkty uboczne pochodzące z wykorzystania węgla i ropy naftowej. Głównym źródłem emisji tlenków azotu są spaliny wytwarzane przez duże natężenie ruchu ulicznego. Cząsteczki zanieczyszczeń gazowych przenoszą się na znaczne odległości i łączą w atmosferze z wodą, na skutek czego powstaje kwas siarkowy lub azotowy. Podczas wystąpienia opadów atmosferycznych kwasy te opadają, co prowadzi do niszczenia konstrukcji stalowych.

Część praktyczna:

Przygotowane próbki poddano badaniu topografii powierzchni z użyciem profilometru zarówno przed, jak i po ich ekspozycji na działanie kwaśnego deszczu.

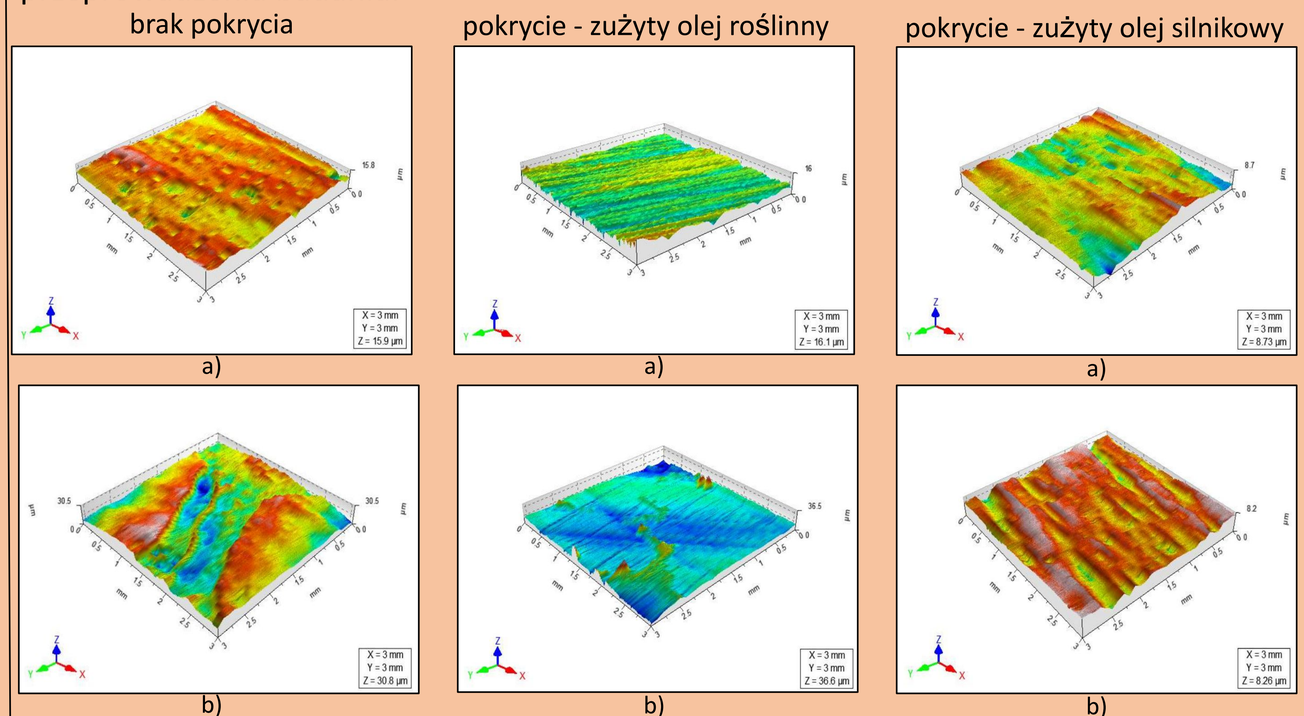


Rys. 2 Profilometr stacjonarny Hommel-Etamic 8000RC



Rys. 3 Próbki do badań ze stali konstrukcyjnej S235.

Poniżej przedstawione zostały struktury 3D powierzchni uzyskane w wyniku przeprowadzenia badania.



Rys. 4 Próbka nr 2 a) przed ekspozycją b) po ekspozycji na kwaśne deszcze

Rys. 5 Próbka nr 8 a) przed ekspozycją b) po ekspozycji na kwaśne deszcze

Rys. 6 Próbka nr 10 a) przed ekspozycją b) po ekspozycji na kwaśne deszcze

Dla próbek poddanych ekspozycji na działanie kwaśnego deszczu wykonano również badania makroskopowe i mikroskopowe z użyciem mikroskopu stereoskopowego.

Obserwacje makroskopowe



Rys. 7. Próbka nr 2



Rys. 8. Próbka nr 10



Rys. 9. Próbka nr 8

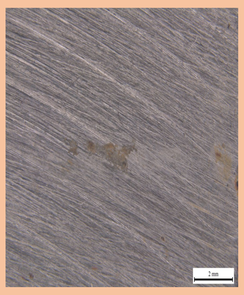
Obserwacje mikroskopowe



Rys. 10. Próbka nr 2



Rys. 11. Próbka nr 10



Rys. 12. Próbka nr 8

Podsumowanie:

Występujące zjawisko kwaśnych opadów atmosferycznych wpłynęło negatywnie na stal konstrukcyjną S235 prowadząc do jej szybszej korozji. Szybkość zachodzącego procesu korozji zależna była od rodzaju zastosowanej substancji zabezpieczającej. Najlepsze właściwości ochronne dla stali wykazał wyeksploatowany olej silnikowy oraz zużyty olej roślinny. Zarówno zużyty olej silnikowy, jak i zużyty olej roślinny zabezpieczył powierzchnię badanego materiału i przyczynił się do spowolnienia zachodzącego procesu korozji. Możliwość wykorzystania zużytych olejów do zabezpieczania stali, przyczyniłaby się do zmniejszenia skali problemu związanego z ich utylizacją oraz do wsparcia gospodarki o obiegu zamkniętym.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój | Rzeczpospolita Polska | Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze Środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

Korozja wżerowa stopów aluminum w układach chłodniczych pojazdów

Autor: **inż. Krystian Rogowski**
Promotor: **dr Agnieszka Kramek**
Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

Korozja wżerowa, nazywana również pittingową, jest jedną z bardziej niebezpiecznych rodzajów korozji. Objawia się ona małymi wżerami, pojawiającymi się na metalach i stopach w wyniku oddziaływania agresywnego środowiska. Do układów chłodniczych wykorzystuje się stopy aluminium serii 6XXX mające w składzie magnez i krzem, które charakteryzują się dużą odpornością na korozję oraz dobrą palastycznością i wytrzymałością mechaniczną. Pomimo swojej dużej odporności na korozję układy wykonane z tego stopu aluminium potrafią być narażone na oddziaływanie czystego glikolu. W tym celu stosowane są specjalne dodatki do glikolu mające za zadanie zmniejszyć jego korozyjność oraz agresywność wobec materiału oraz skutecznie zabezpieczyć cały układ chłodniczy.

Słowa kluczowe:

korozja wżerowa, stop aluminium, glikol, układy chłodnicze

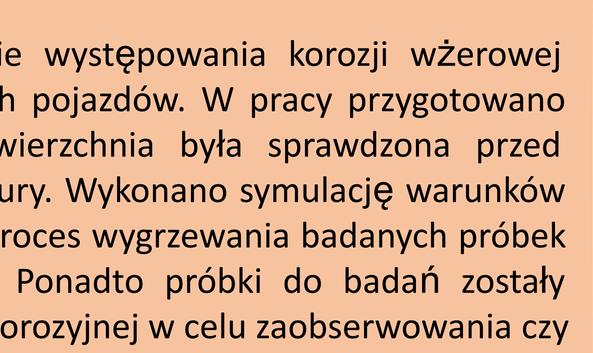
Cel i zakres pracy:

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie występowania korozji wżerowej stopów aluminium w układach chłodniczych pojazdów. W pracy przygotowano próbki ze stopu aluminium, którego powierzchnia była sprawdzona przed badaniem pod względem topografii i struktury. Wykonano symulację warunków pracy oraz starzenia się materiału poprzez proces wygrzewania badanych próbek w piecu w odpowiednich temperaturach. Ponadto próbki do badań zostały zanurzone na określony okres w substancji korozyjnej w celu zaobserwowania czy czysty glikol będzie negatywnie oddziaływał z badaną powierzchnią. Po tym czasie badany materiał ponownie poddano symulacji warunków pracy oraz starzenia się. W końcowym etapie eksperymentu wykonano zdjęcia uzyskanych struktur oraz przeprowadzono badanie topografii powierzchni, pozwoliło to ocenić wpływ substancji korozyjnej na badany materiał.

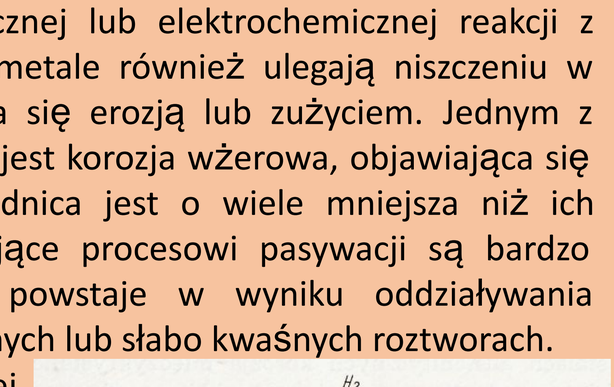
Część teoretyczna:

Korozja metali jest zjawiskiem niechcianym, która powoduje niezamierzone niszczenie metalu pod wpływem chemicznej lub elektrochemicznej reakcji z otaczającym środowiskiem. W dodatku metale również ulegają niszczeniu w procesach fizycznych, taki proces nazywa się erozją lub zużyciem. Jednym z bardziej niebezpiecznych rodzajów korozji jest korozja wżerowa, objawiająca się małymi owalnymi wżerami, których średnica jest o wiele mniejsza niż ich głębokość. Metale i stopy, łatwo ulegające procesowi pasywacji są bardzo podatne na korozję wżerową, która powstaje w wyniku oddziaływania agresywnych anionów obecnych w obojętnych lub słabo kwaśnych roztworach.

Glikol, substancja należąca do organicznej grupy związków chemicznych - dioli, charakteryzuje się dużymi własnościami korozyjnymi przez co należy stosować do niego odpowiednie dodatki zmniejszającego jego negatywne działanie. Najczęściej wykorzystywany jest pod postacią płynu przewodzącego ciepło w instalacjach grzewczych, solarnych, chłodniczych oraz w pompach ciepła. Jego dużą zaletą jest duża odporność na zamarzanie, która może sięgać nawet do -35°C zachowując przy tym swoje własności. W większości przypadków roztwór glikolu wzbogaca się o substancje, które mają chronić przed korozją, spienianiem płynu oraz rozwojem różnego rodzaju mikroorganizmów. Stopy aluminium serii 6XXX zawierają w swym składzie magnez i krzem, które są głównymi dodatkami stopowymi. Charakteryzują się one dużą odpornością na korozję, dobrą plastycznością i wytrzymałością mechaniczną. Dzięki swoim właściwościom te stopy aluminium znajdują szerokie zastosowanie szczególnie w materiałach konstrukcyjnych.



Rys. 1. Mechanizm rozwoju korozji wżerowej aluminium


Rys. 2. Materiał wykorzystany do badań

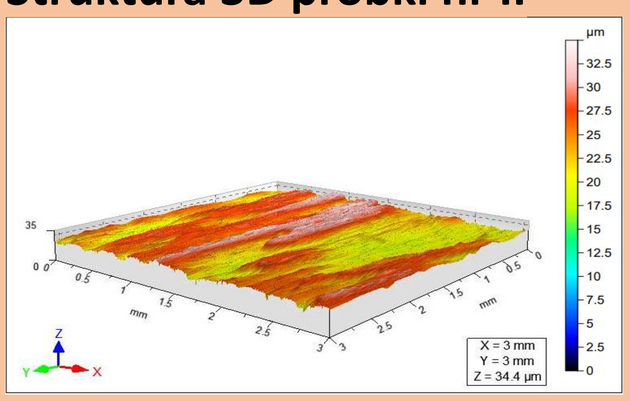
Część praktyczna:

Realizacja badań nad stopem aluminium 6082 rozpoczyna się od sprawdzenia topografii próbek pod kątem chropowatości i falistości powierzchni. W kolejnym etapie naniesiono środek korozyjny w postaci czystego glikolu dietylenowego na próbki, a następnie wystawiono je na działanie środowiska wysokich temperatur, które miało na celu zasymulować warunki pracy i starzenia się materiału. Symulacja została przeprowadzona w temperaturze 250°C dla próbki nr I oraz 500° C dla próbki nr II, która trwała 30 minut.

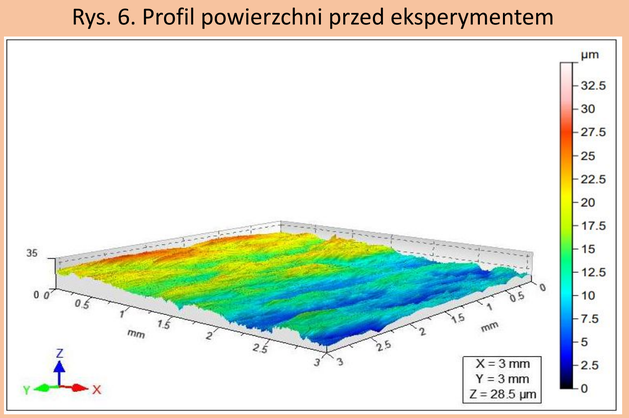
Po pierwszym etapie oddziaływania czynnika korozyjnego z powierzchnią materiału, badane próbki zostały następnie zanurzone w glikolu dietylenowym badaną powierzchnią w stronę substancji na odpowiedni okres kolejno 7 i 21 dni.

Następnie badany materiał został poddany ponownemu wygrzewaniu po 7 dniach przebywania w substancji korozyjnej oraz po kolejnych 21 dniach kąpieli w czystym glikolu. Po wykonaniu tych czynności przeprowadzono badania mikroskopowe w celu zaobserwowania powstałych zmian na powierzchni próbek. W końcowej fazie badań zostało przeprowadzone badanie topografii powierzchni, aby sprawdzić uzyskane rezultaty badań.

Struktura 3D próbki nr II

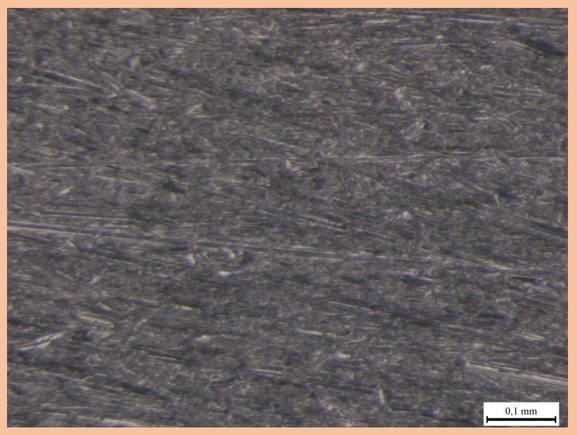


Rys. 6. Profil powierzchni przed eksperymentem

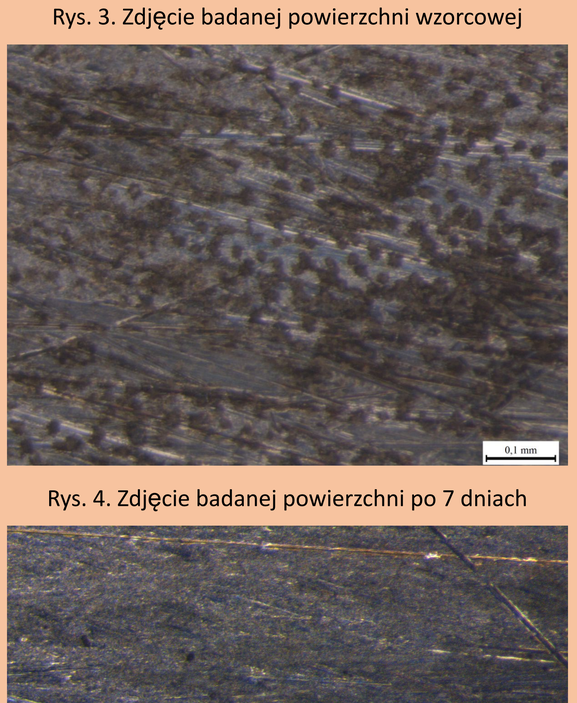


Rys. 7. Profil powierzchni po przeprowadzonym eksperymencie

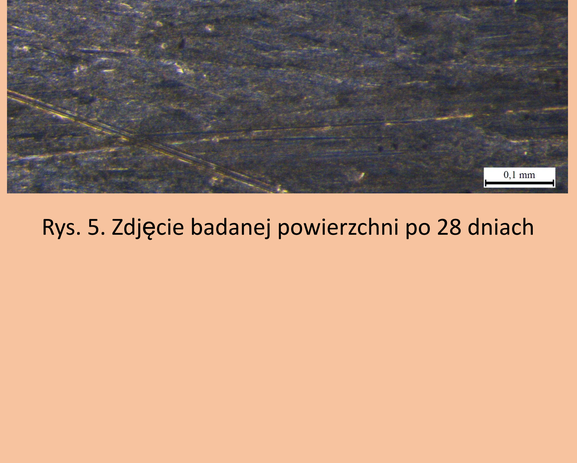
Mikrostruktura próbki nr II



Rys. 3. Zdjęcie badanej powierzchni wzorcowej



Rys. 4. Zdjęcie badanej powierzchni po 7 dniach



Rys. 5. Zdjęcie badanej powierzchni po 28 dniach

Podsumowanie:

Analizując uzyskane wyniki badań można stwierdzić, iż czysty glikol jest substancją wykazującą duże właściwości korozyjne wobec badanego materiału. Jest on w stanie reagować nawet z materiałami charakteryzującymi się dobrą odpornością na czynniki korozyjne, takimi jak badany stop aluminium 6082. Wysoka temperatura wygrzewania podczas symulacji warunków pracy i starzenia się materiału ma potencjalny wpływ na szybkość oraz intensywność powstającej korozji na powierzchni próbki. W rezultacie w krótkim odstępie czasowym można uzyskać szereg informacji dotyczących długoetapowych zmian zachodzących w strukturze powierzchni na skutek oddziałującego środowiska korozyjnego. Zachodząca korozja na badanych obszarach materiału w dużym stopniu zdegradowała powierzchnię, zmieniając jego strukturę i topografię.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze Środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Projekt, analiza zmęczeniowa i dokumentacja technologiczna obróbki korpusu

Autor: **inż. Andrzej Tęcza**

Promotor: **dr inż. Wiesław Żelasko**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W ramach pracy wykonano analizę zmęczeniową zaprojektowanego podzespołu dla trzech różnych materiałów konstrukcyjnych, tj. żeliwa sferoidalnego, żeliwa szarego i stopu aluminium 5083 w programie Autodesk Inventor Professional 2023. Dla projektowanej części opracowano również dokumentację konstrukcyjną i dokumentację technologiczną związaną z obróbką skrawaniem korpusu.

Słowa kluczowe:

korpus, dokumentacja technologiczna, projektowanie, analiza zmęczeniowa

Cel i zakres pracy:

Celem pracy było zaprojektowanie modelu korpusu przekładni napędowej prasy rolującej New Holland 648. Poprzez badania związane z przeprowadzeniem analizy zmęczeniowej wykorzystywanych materiałów, przygotowanie procesu technologicznego wytwarzania oraz wykonanie dokumentacji technologicznej obróbki korpusu podjęto próbę uzyskania optymalnych parametrów wytrzymałościowych i eksploatacyjnych zaprojektowanego podzespołu. Zakres pracy w części teoretycznej obejmuje przegląd literatury związanej z procesami technologicznymi części typu korpus, sposób tworzenia dokumentacji technologicznej i instrukcji wchodzących w jej skład.

Zakres pracy z części praktycznej obejmuje wykonanie projektu korpusu w programie CAD Autodesk Inventor 2023 wraz z dokumentacją konstrukcyjną. W kolejnym etapie pracy przeprowadzono analizę zmęczeniową zaprojektowanego korpusu, dla którego dobrano trzy różne materiały, tj. żeliwo sferoidalne, żeliwo szare z grafitem płatkowym i stop aluminium 5083. Ostatnim elementem pracy było zaprojektowanie procesu technologicznego obróbki wraz niezbędną do jego realizacji dokumentacją technologiczną obróbki.

Część teoretyczna:

Korpusy są to części maszyny narażone na działanie:

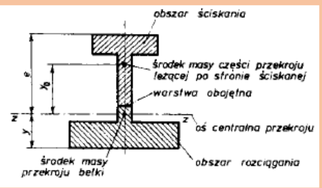
- *obciążeń zginających,*
- *momentów skręcających*

$$\varphi = \frac{M_s l}{G I_s}$$

$$\tau_{max} = \frac{M_s}{W_s}$$

gdzie: Ms – moment skręcający, l – odległość przekrojów skręconych względem siebie o kąt φ, G – moduł Kirchhoffa, Is – zastępczy biegunowy moment bezwładności pola przekroju, Ws – zastępczy wskaźnik wytrzymałości przekroju na skręcanie

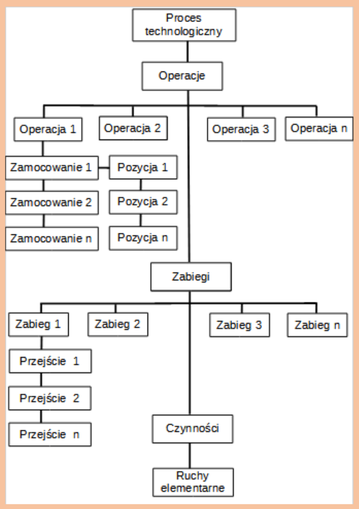
$$\frac{M_{kr}}{W} = \mu_0 \sqrt{\frac{e}{y_0}} R_m$$



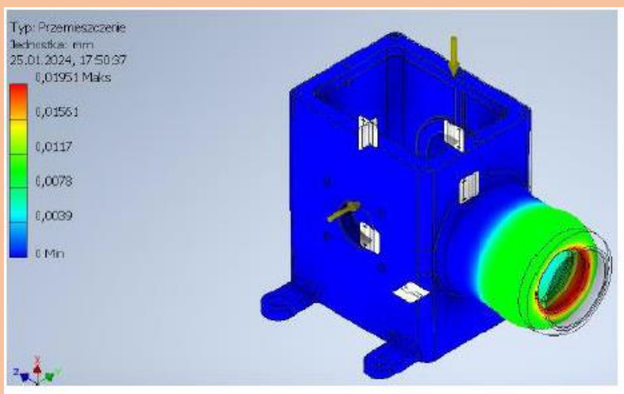
Dokumentacja technologiczna, w skład której wchodzą przede wszystkim działania związane opracowaniem procesów technologicznych części maszyn jest wytwarzana na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej. Istotna jest również w tym przypadku wiedza i umiejętności technologów, dostępne maszyny, urządzenia oraz wielkość produkcji.

Dokumentacja konstrukcyjna składa się z:

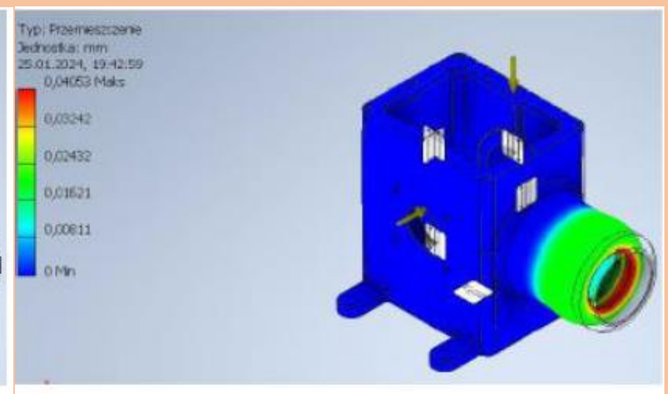
- *rysunku ofertowego,*
- *schematu kinematycznego,*
- *rysunku złożeniowego całości,*
- *rysunków wykonawczych poszczególnych pojedynczych części,*
- *dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia.*



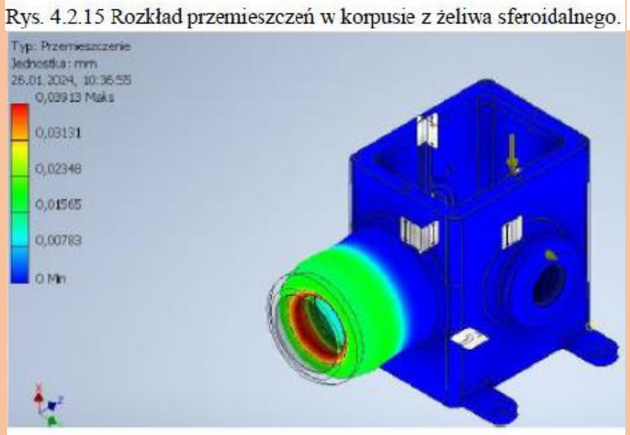
Część praktyczna:



Rys. 4.2.15 Rozkład przemieszczeń w korpusie z żeliwa sferoidalnego.



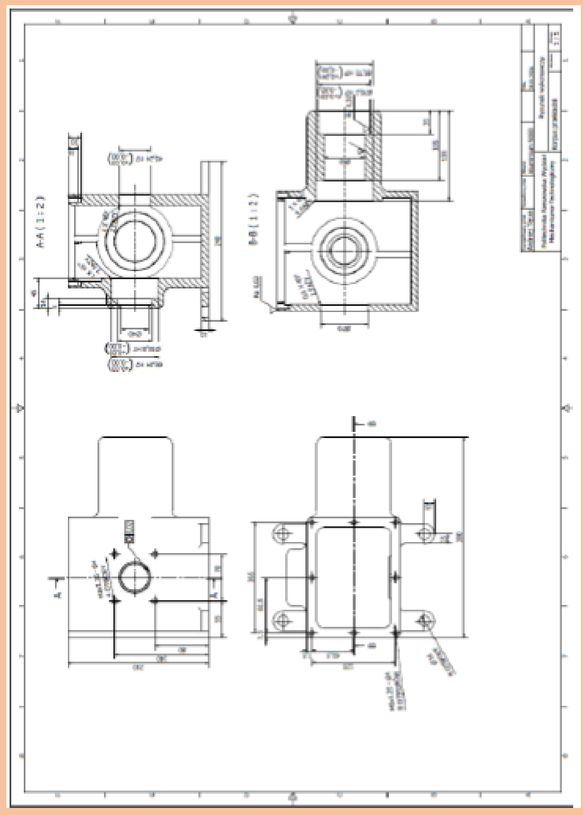
Rys. 4.2.25 Rozkład przemieszczeń w korpusie z żeliwa szarego.



Rys. 4.2.35 Rozkład przemieszczeń w korpusie z aluminium 5083.

Masa korpusu wykonanego z żeliwa szarego z grafitem płatkowym wynosi około 15,40 kg, dla żeliwa sferoidalnego 14,89 kg, a dla stopu aluminium 5,92 kg. Zastosowanie korpusu wykonanego ze stopu aluminium powoduje redukcję masy korpusu o 9,48 kg w porównaniu do korpusu z żeliwa szarego i o 8,97 kg w przypadku zastosowania żeliwa sferoidalnego.

Karta technologiczna				Nazwa części: Korpus przekładni		Nr. rysunku	
Gat. Materiału: Aluminium 5083		Półfabrykat: Odlew	Masa kg/1 szt.	Masa kg/sztuk w serii		Sztuk w serii	
Nr operacji	Stanowisko	Treść operacji	Pomoce warsztatowe	Kat. pracy	Czas w minutach t_{sz}	t_j	ogółem
05	FV	Frezowanie zgrubne i wykańczające powierzchni górnej korpusu. Stępić ostre krawędzie.	Głowica frezarska Wytokościomierz 0–250, imadło maszynowe		10	35	45
10	WF	Wytaczanie otworów głównych	Instrukcja Nr 1		15	60	75
15	RT	Trasowanie 8 otworów M8 na powierzchni górnej zgodnie z rysunkiem. Trasowanie 4 otworów M8 na powierzchni bocznej zgodnie z rysunkiem. Trasowanie 4 otworów φ 16 na uchwytach mocujących zgodnie z rys.	Liniał, płyta traserska, rysik, punktak, ślusak		10	30	40
20	WK	Wiercenie 12 otworów φ 6,8 pod gwint M8 wg trasy. Wiercenie 4 otworów φ 16 wg trasy	Nawiertak, wiertło φ6,8, wiertło φ16		15	45	60
25	R	Wykonać gwint M8x1,25 H6 zgodnie z rysunkiem. Stępić ostre krawędzie.	Zestaw gwintowników M8x1,25 H6 Zestaw pilników ręcznych		10	45	55
30	KJ	Kontrola jakości	suwmiarka uniwersalna 0 -150, sprawdzian do gwintu M8x1,25 H6, wysokościomierz 0–250, Średnicówka mikrometryczna 50–75, Średnicówka mikrometryczna 75–100 Średnicówka mikrometryczna 25–50,		3	30	33
Opracował			Kalkulował		Zatwierdził		
Data	Podpis		Data	Podpis	Data	Podpis	



Podsumowanie:

Zaprojektowany w tej pracy korpus przekładni został poddany analizie zmęczeniowej pod kątem wyboru możliwie najlepszego materiału spośród żeliwa sferoidalnego, żeliwa szarego z grafitem płatkowym oraz stopu aluminium 5083. Zaprojektowany proces technologiczny obróbki korpusu zakłada produkcję jednostkową lub małoseryjną. Opracowano także dokumentację technologiczną dla tego rodzaju produkcji.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

WYDZIAŁ MECHANICZNO-TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

WPŁYW ILOŚCI CIEPŁA W PROCESIE NAPAWANIA LASEROWEGO STALI S355 PROSZKIEM STELLITE 6 NA WŁASNOŚCI NAPOIN

Autor: **inż. Agnieszka Ziarno**

Promotor: **dr hab. inż. Mirosław Tupaj, prof. PRz**

Rok akademicki: **2023/2024**

Streszczenie:

W pracy przeprowadzono badania obejmujące pomiary geometrii napoin, analizę makro i mikrostruktury oraz badanie mikrotwardości. Przeanalizowano także wpływ różnych parametrów procesu na własności napoin. Analiza wyników wskazuje zależności między mocą wiązki lasera i ilością podawanego proszku, a sprawnością cieplną napawania.

Słowa kluczowe:

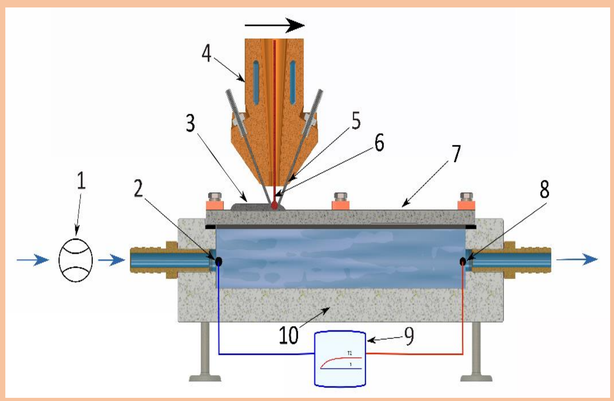
ilość ciepła, proces, napawanie laserowe, stal S355, Stellite 6

Cel i zakres pracy:

Celem pracy było zbadanie wpływu ilości ciepła w procesie napawania laserowego stali S355 proszkiem Stellite 6 na własności każdej z napoin.

Zakres pracy obejmował:

- *określenie ilości ciepła generowanego w trakcie procesu napawania,*
- *analizę wpływu wybranych parametrów procesu napawania laserowego na kształt napoin,*
- *ocenę wpływu ciepła na mikro i makrostrukturę napoin oraz ich twardość.*



Rysunek. 1. Schemat stanowiska do pomiarów kalorymetrycznych

W skład stanowiska wchodzi:
1 - rotametr; 3 - napoina;
2, 8 - termoelementy, 7 - próbka
4 – głowica lasera, 5 – podawanie proszku, 6 – wiązka lasera,
7 - próbka, 9 – rejestrator temperatury, 10 – kalorymetr

1. *Pomiar ilości ciepła przejętego przez kalorymetr podczas procesu napawania laserowego:*

$$Q_{cal} = c_w \cdot \Delta T \cdot \delta \cdot V_{H_2O} \cdot t_s$$

2. *Całkowita ilość ciepła generowana przez laser:*

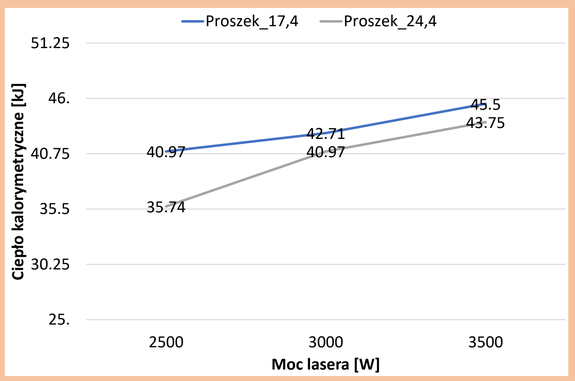
$$Q_t = \frac{P}{V_s} \cdot S$$

3. *Sprawność cieplna procesu lasera η_c:*

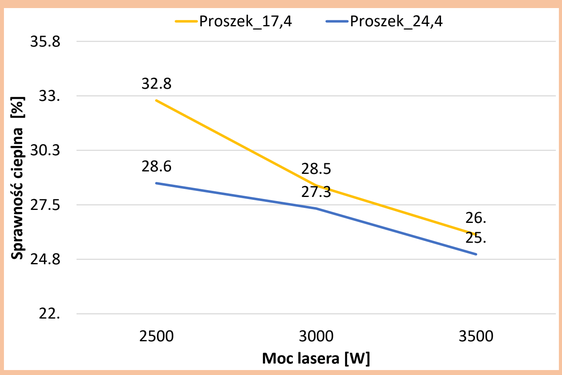
$$\eta_c = \frac{Q_{cal}}{Q_t}$$

Tabela 1. Parametry procesu napawania

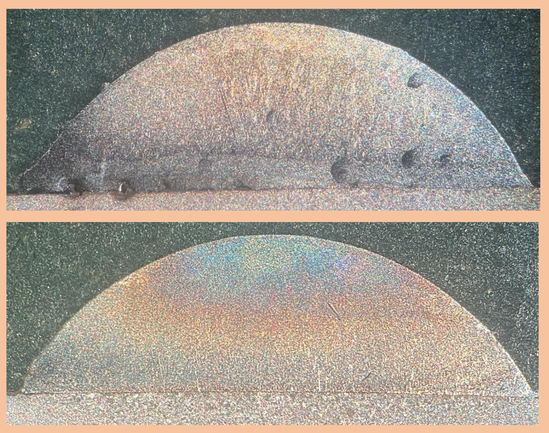
Lp.	P, [W]	Vs, [mm/s]	ts, [s]	Podawanie proszków [g/min]	Qc, [kJ]	Qk, [kJ]	ηc, [%]
1	2500	240	50	17,4	125	40,97	32,77
2	3000			17,4	150	42,71	28,47
3	3500			17,4	175	45,5	26
4	2500			24,4	125	35,74	28,59
5	3000			24,4	150	40,97	27,31
6	3500			24,4	175	43,75	25



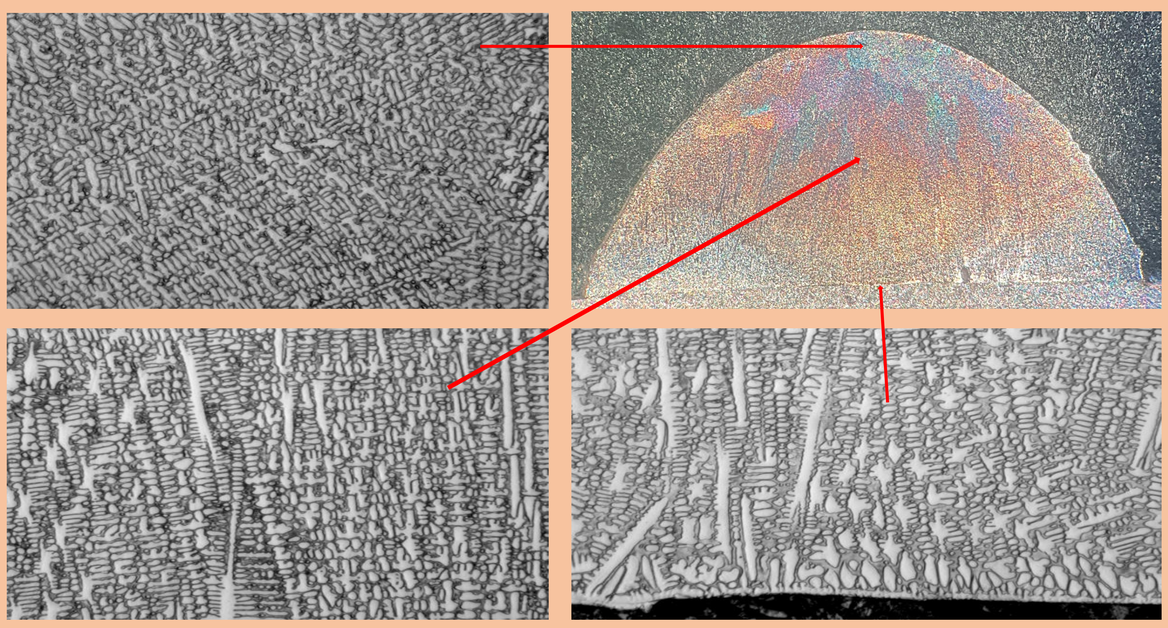
Wykres 1. Ciepło przejęte przez kalorymetr



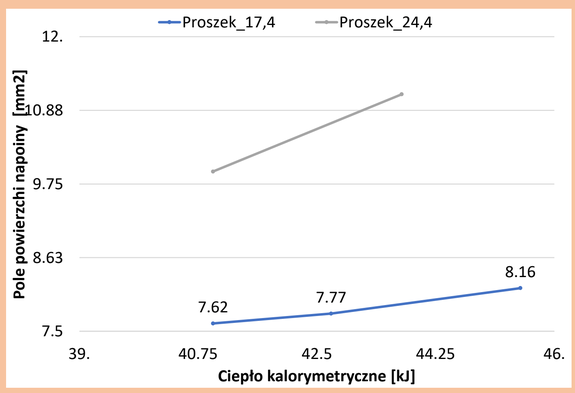
Wykres 2. Sprawność cieplna procesu



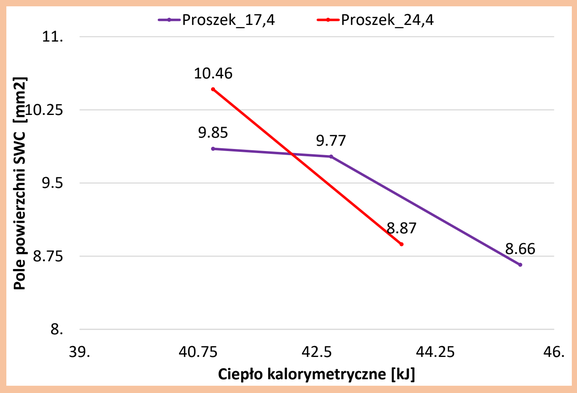
Rysunek 2. Badanie metalograficzne makrostruktur



Rysunek 3. Makro i mikrostruktura napoiny nr 6



Wykres 3. Zależność pola powierzchni napoin od ciepła



Wykres 4. Zależność pola powierzchni SWC od ciepła

Podsumowanie:

Wykonane badania przedstawiają zależności między mocą wiązki lasera i ilością podawanego proszku Stellite 6, a sprawnością cieplną napawania. Zastosowanie odpowiednich parametrów z uwzględnieniem warunków otoczenia ma kluczowy wpływ na własności napoin. Opracowane wyniki wskazują, że skuteczne kształtowanie napoiny, strefy wpływu ciepła oraz innych parametrów procesu jest uzależnione od dopasowania mocy lasera oraz ilości dostarczanego proszku.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój Umowa nr MEiN/2022/DIR/1980 na realizację projektu „Doskonałość dydaktyczna uczelni" oferta Uczelni nr W1

PARTNERZY KONKURSU

Fundacja Rozwoju Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza

pgo

ŚREM ODLEWNIA

SUPERIOR INDUSTRIES

euro-park wisłosan

Tarnobrzeska Specjalna
Strefa Ekonomiczna
Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.