

Automatyzacja procesu wtrysku - projekt manipulatora.

Fragmenty

1. Wstęp

Robotyka – jest to nowa era automatyzacji przedsiębiorstw. Pewnego rodzaju moda na roboty i wszelkiego rodzaju manipulatory została zrodzona przez ogólny rozwój gospodarczy oraz postęp naukowy.

Manipulatory możemy stosować wszędzie tam, gdzie praca wiąże się z wystawieniem pracownika na złe czynniki zewnętrzne np. toksyczne środowisko pracy, duże wysokości, niebezpieczeństwo. Stosuje się je również tam, gdzie praca polega na wykonywaniu operacji jednego typu, przytłaczających człowieka swoją monotonią.

2. Cel

Celem tej pracy jest zaprojektowanie i zbudowanie urządzenia o napędzie pneumatycznym, którego zadaniem będzie automatyzacja przepływu odpadów w procesie produkcyjnym.

Zaprojektowany automat, ma segregować odpady produkcyjne od właściwych elementów wytwarzanych w procesie produkcyjnym. Takie elementy (odpady) powinien następnie przekazać na system przenośników taśmowych, w celu przetransportowania ich do układu młynków.

Cały proces ma przebiegać automatycznie w taki sposób, aby odpady były powtórnie przerobione i skierowane ponownie do procesu produkcyjnego. Celem takiego działania jest minimalizacja strat i kosztów związanych z odpadami oraz efektywne ich przetwarzanie.

W pracy zostanie opisane środowisko, w jakim manipulator będzie pracował. Przedstawione zostaną wszystkie elementy projektu, jakie wchodzi w skład manipulatora oraz podam wszelkie parametry techniczne części składowych manipulatora i niektóre informacje na temat wtryskarki wytypowanej do pracy z robotem. Kolejną częścią pracy będzie analiza teoretyczna i odpowiednie dla niej obliczenia. Zademonstrowany zostanie model automatu i obliczone dla niego zadanie proste i odwrotne kinematyki. Ważną częścią pracy będzie listing programu, który zostanie załadowany do sterownika i jego opis. W ostatniej części będą zawierać się wszelkiego rodzaju spostrzeżenia i wnioski, jakie nasunęły się w całym procesie projektowania i wykonywania manipulatora przemysłowego

3. Inspiracja

Manipulator został zaprojektowany na zlecenie prywatnej firmy – P.P.H. „Fameks” i wykonany jej własnymi środkami. Urządzenia takie są już bardzo dobrze znane w innych krajach, lecz ich zakup wiąże się z ogromnymi kosztami. Koszty te to nie tylko zakup, ale również serwisowanie odpowiedniego urządzenia.

Głównym założeniem projektu jest całkowita automatyzacja stanowiska roboczego do produkcji łyżeczki jednorazowej z tworzywa sztucznego.

Robot, który jest przedmiotem pracy dyplomowej, powinien mieć konstrukcję i właściwości podobne do manipulatorów innych firm pokazywanych na różnego rodzaju targach i sympozjach.

Zakład produkcyjny, który jest zleceniodawcą poniższego projektu, postanowił zaimplementować ideę zakładu w pełni zautomatyzowanego, bezpiecznego i w pierwszej kolejności higienicznego oraz wysoko wydajnego.

Manipulator ma być elementem dodatkowym do systemu produkcyjnego, który wyeliminuje konieczność stosowania ludzkiej siły roboczej.

4. Korzyści ekonomiczne

Zastosowanie manipulatora w przedsiębiorstwie ma kilka podstawowych celów ekonomicznych:

- Usprawnienie przepływu materiału w procesie technologicznym
- Minimalizacja wielkości stanowiska produkcyjnego
- Minimalizacja kosztów poprzez likwidację miejsca pracy osoby, której zadania przejmie manipulator

Zastosowanie automatu zbudowanego na podstawie tego projektu spowoduje usunięcie, co najmniej jednej osoby z całego procesu produkcyjnego. Do tej pory przynajmniej jeden pracownik musiał znajdować się bezpośrednio przy maszynie i wybierać z odpowiedniego przenośnika taśmowego odpady.

Odpadami produkcyjnymi są tzw. wlewki. Wlewki jest niczym innym, jak tylko zastygłym tworzywem sztucznym (najczęściej polistyren), które wcześniej, w fazie uplastyczniania podawane było przez odpowiednie kanały formy do jej gniazd.

Odpady produkcyjne mieszały się z właściwymi elementami produkowanymi na danej maszynie. Ponieważ temperatura gotowych elementów jest znaczna zdarzało się, że elementy te ulegały sklejeniu z odpadami. Powodowało to niewielkie straty w skali jednej zmiany, lecz znaczne w skali całego tygodnia pracy maszyny. Manipulator wyeliminuje konieczność zatrudniania pracownika do takiej selekcji, co za tym idzie praca całego stanowiska będzie bardziej higieniczna.

Selekcja odpadów od właściwych elementów wiązała się z koniecznością umieszczenia w bezpośrednim otoczeniu maszyny pojemników na odpady, gdzie były chwilowo składowane. Po pewnym czasie, najczęściej kilka razy w ciągu jednej zmiany, pojemniki były przenoszone do stanowiska, gdzie mielono odpady. Cała operacja była czasochłonna i wprowadzała niepotrzebne komplikacje i ruch dodatkowych osób w otoczeniu

stanowiska produkcyjnego. Oczywiście było dla kierownictwa zakładu, że taka sytuacja musi być niezwłocznie wyeliminowana. Wiąże się to z bezpieczeństwem pracy.

Manipulator zostanie zamontowany bezpośrednio na maszynie, co spowoduje efektywne zagospodarowanie przestrzeni, którą zajmowały pojemniki na odpady. Automat zaraz po fazie wtrysku przechwyci za pomocą odpowiednich szczęk członu wykonawczego odpady i nie dopuści do wymieszania się ich z elementami właściwymi, a następnie przekaże je na przenośnik taśmowy, który zakończony jest młynkiem. W ten sposób przepływ materiału zostanie usprawniony i znacznie przyspieszony.

5. Opis maszyny i sterowania

Manipulator został zaprojektowany dla maszyny występującej pod handlową nazwą BA 2700 firmy Battenfeld. Wtryskarki tego rodzaju są zaprojektowane specjalnie dla obróbki tworzyw termoplastycznych, PVC i elastomerów.

Wtryskarka ta posiada jednostkę zamykającą typu podwójnego. Zalety stosowania takiego systemu polegają na jego kinematyce:

- Wysokie prędkości otwierania i zamykania
- Dobra amortyzacja w położeniu końcowym
- Bardzo niska prędkość przy końcu ruchu zamykania
- Krótki czas cyklu jałowego
- Łagodne ruchy

Do ważnych zalet maszyny trzeba również zaliczyć stałą prędkość obrotu ślimaka i wysoki moment obrotowy zapewniający równomierną plastyfikację w jednostce wtryskowej. Dodatkowo wtryskarka charakteryzuje się dużą objętością wtrysku przy jednoczesnym dużym ciśnieniu wtrysku. Pozwala to na wykonywanie na maszynie wyprasek sporych rozmiarów przy zachowaniu ich bardzo dobrej jakości. Sterowanie ciśnieniem i prędkością wtrysku realizowane jest cyfrowo na zasadzie sprzężenia zwrotnego.

W zakładzie zlecniodawcy na opisywanej wtryskarce wykonywane są wypraski z tworzywa sztucznego – polistyren lub polipropylen.

Wtryskarka ta została zaprojektowana zgodnie z normami bezpieczeństwa Norm Europejskich EN201, EN292-2, co zapewnia bezpieczeństwo i najniższy osiągalny poziom hałasu.

6. Założenia projektowe manipulatora

Manipulator ma być umiejscowiony bezpośrednio na wtryskarce w celu ułatwienia dostępu do elementów odpadowych procesu produkcyjnego oraz minimalizacji wielkości stanowiska produkcyjnego (powierzchni zakładu, jaką to stanowisko zajmuje). Medium zasilającym manipulatora ma być sprężone powietrze w celu zachowania odpowiedniej

czystości dla produkcji związanej z przemysłem spożywczym. Produkowane elementy mają kontakt bezpośrednio z żywnością i nie mogą być zanieczyszczone olejami, smarami itp.

Manipulator musi składać się z trzech siłowników pneumatycznych w celu zagwarantowania jego ruchu i odpowiedniego działania w trzech różnych płaszczyznach.

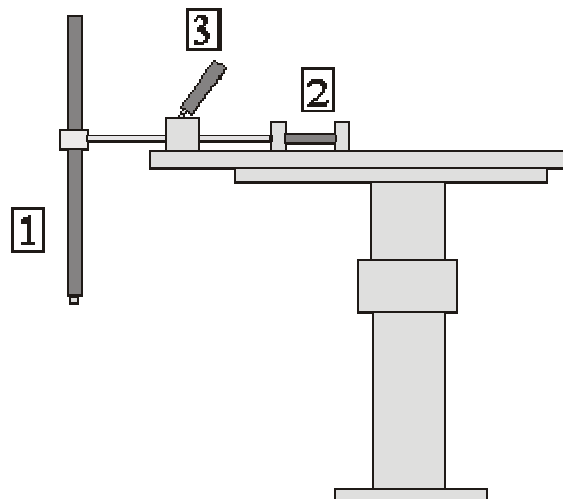
Sterownie musi być zrealizowane w taki sposób, aby zagwarantować właściwe ruchy robota i jego komunikację ze sterowaniem maszyny. Sygnały sterujące będą pobierane i wysyłane bezpośrednio do maszyny, co spowoduje ujednoczenie sygnałów wejściowych i wyjściowych w całym systemie. Wszystkie sygnały zostaną dokładnie opisane w dalszej części pracy.

Zaprojektowany robot ma za zadanie odebrać elementy odpadowe w trakcie automatycznej pracy wtryskarki i przetransportować je na system odpowiednich przenośników taśmowych. Takie elementy następnie transportowane są do układu młynków, tam zostają przetworzone w celu wykorzystania ich powtórnie w procesie produkcyjnym.

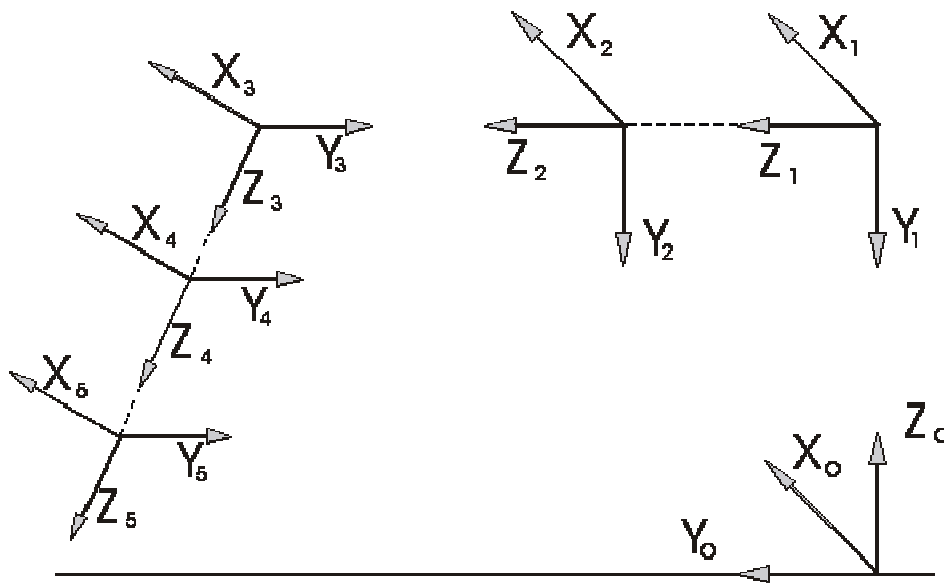
Manipulator powinien odebrać odpady w ciągu 2 sekund w czasie otwarcia formy. Dalsza jego praca powinna być wykonywana w trakcie wtrysku maszyny, aby zminimalizować czas potrzebny do jednego pełnego cyklu wtryskarki.

Cała konstrukcja manipulatora ma być posadowiona na profilu aluminiowym i zamontowana na statycznej płycie formy do produkcji wyprasek.

7. Model



8. Układy współrzędnych skojarzone z członami manipulatora



9. Zadanie proste kinematyki

$$A_1 = \text{Trans}(0,0,\lambda_1)\text{Rot}(x,-90^\circ)$$

$$A_2 = \text{Trans}(0,0,\lambda_2)$$

$$A_3 = \text{Rot}(z,\theta_3)\text{Trans}(0,0,\lambda_3)\text{Rot}(x,-90^\circ)$$

$$A_4 = \text{Trans}(0,0,\lambda_4)$$

$$E = \text{Trans}(0,0,\lambda_5)$$

$$A_1 = \text{Trans}(0,0,\lambda_1)\text{Rot}(x,-90^\circ) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \text{Trans}(0,0,\lambda_2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = Rot(z, \theta_3) Trans(0, 0, \lambda_3) Rot(x, -90^\circ) = \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & -\sin \theta_3 & 0 & 0 \\ \sin \theta_3 & \cos \theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & 0 \\ \sin \theta_3 & 0 & \cos \theta_3 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_4 = Trans(0, 0, \lambda_4) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$E = Trans(0, 0, \lambda_5) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tabela parametrów H-D

I	θ	Λ	L	α
1	0	Const	0	-90°
2	0	Const	0	0
3	45°	Const	0	-90°
4	0	Const	0	0
5	0	Const	0	0

$$\begin{aligned}
\Pi_4 = A_1 A_2 A_3 A_4 &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & 0 \\ \sin \theta_3 & 0 & \cos \theta_3 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_2 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & 0 \\ \sin \theta_3 & 0 & \cos \theta_3 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \lambda_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & 0 \\ -\sin \theta_3 & -1 & 0 & \lambda_3 + \lambda_2 \\ 0 & 0 & -\cos \theta_3 & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & -\sin \theta_3 \lambda_4 \\ -\sin \theta_3 & -1 & 0 & \lambda_3 + \lambda_2 \\ 0 & 0 & -\cos \theta_3 & -\cos \theta_3 \lambda_4 + \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X = \Pi_4 E &= \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & -\sin \theta_3 \lambda_4 \\ -\sin \theta_3 & -1 & 0 & \lambda_3 + \lambda_2 \\ 0 & 0 & -\cos \theta_3 & -\cos \theta_3 \lambda_4 + \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \lambda_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & -\sin \theta_3 & -\sin \theta_3 \lambda_5 - \sin \theta_3 \lambda_4 \\ -\sin \theta_3 & -1 & 0 & \lambda_3 + \lambda_2 \\ 0 & 0 & -\cos \theta_3 & -\cos \theta_3 \lambda_5 - \cos \theta_3 \lambda_4 + \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Bartłomiej Siuda