

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie



Projekt Chwybaka

Szczepan Tokarczyk

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

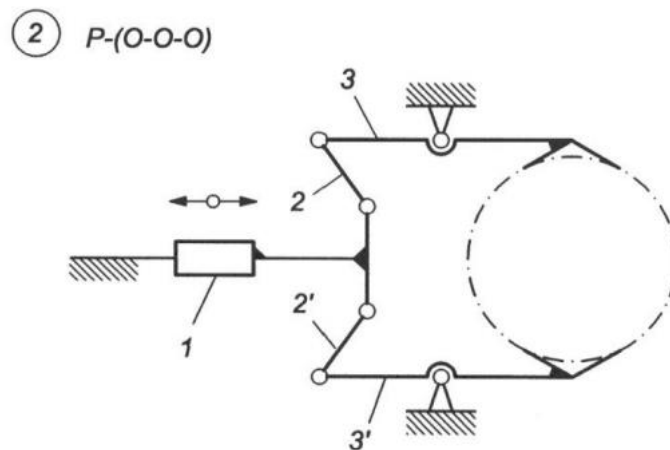
Automatyka i robotyka

Rok: I

Grupa: 4

Nr. chwybaka: 2

1. Cel oraz założenia projektu.



Rys. 1 Schemat kinematyczny chwytaka

Celem jest zaprojektowanie chwytaka na podstawie schematu kinematycznego. Chwytnik ten ma za zadanie chwycić obiekt, przetransportować go w pozycji pionowej oraz upuścić go w odpowiednim miejscu. Chwytnik zostanie wykonany według następujących założeń:

- Chwytnik musi zostać zaprojektowany na podstawie schematu kinetycznego(Rys. 1)
- Obiekt przenoszony to walec o średnicy $d = 100$ [mm] oraz długości $l = 150$ [mm]
- Chwytnik oraz przenoszony walec zostaną wykonane ze stali C45
- Przyjęta gęstość stali to $\rho = 7900 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$
- Współczynnik tarcia statycznego stal-stal przyjęty w projekcie wynosi $\mu = 0.75$
- Członem napędzającym chwytak będzie pneumatyczny siłownik dwustronnego działania
- Materiałem z którego wykonane są sworznie jest stal C45 której współczynnik wytrzymałości na ścinanie wynosi $k_t = 130$ [MPa]

2. Obliczenie ruchliwości chwytaka.

Ruchliwość chwytaka pokazuje ile jest potrzebnych członów napędzających chwytak. Wyraża się ona wzorem:

$$w = 3n - p_4 - 2p_5$$

Gdzie:

w – ruchliwość chwytaka

n – liczba członów ruchomych

p_4 – liczba par kinematycznych klasy czwartej

p_5 – liczba par kinematycznych klasy piątej

Z podanego schematu kinematycznego chwytaka można wywnioskować że:

- $n = 5$ $[1,2,3,2',3']$
- $p_4 = 0$
- $p_5 = 7$ $[(0,1)(1,2)(1,2')(2,3)(2',3')(0,3)(0,3')]$

Więc:

$$w = 3 \cdot 5 - 0 - 2 \cdot 7 = 1$$

Oznacza to że układ należy zasilić jednym członem napędzającym.

3. Obliczenie ciężaru walca oraz siły chwytu.

Najpierw należy obliczyć ciężar walca z wzoru:

$$Q_w = m_w \cdot a_g$$

Po przekształceniu wzoru oraz zamianie:

$$m_w = V_w \cdot \rho = \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot \rho$$

Wzór wygląda w następujący sposób:

$$Q_w = \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot \rho \cdot a_g$$

Gdzie:

Q_w – ciężar walca

r – promień walca(50mm)

l – długość walca

ρ – gęstość stali

a_g – przyjęta stała przyspieszenia ziemskiego równa $9,807 \left[\frac{m}{s^2} \right]$

$$Q_w = \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot \rho \cdot a_g = \pi \cdot (0,05)^2 \cdot 0,15 \cdot 7900 \cdot 9,807 = 91,27 [N]$$

Więc chwytak musi być w stanie przenieść ciężar 91.27 [N]

Następnie należy wyznaczyć siłę chwytu F_{ch} . Siła chwytu musi równoważyć siły pochodzące od przenoszonego przedmiotu. Musi być dostatecznie większa aby przedmiot nie wypadł, lecz nie może być również zbyt duża tak aby nie uszkodzić przedmiotu.

$$F_{ch} = 2R \cos(90^\circ - \gamma)$$

$$R = \frac{F_{ch}}{2 \cos(90^\circ - \gamma)} = \frac{F_{ch}}{2 \sin \gamma}$$

Do prawidłowego uchwycenia transportowanego przedmiotu musi być spełniony następujący warunek:

$$4T \geq Q_w \cdot n$$

$$T = \mu \cdot R = \frac{\mu \cdot F_{ch}}{2 \sin \gamma}$$

$$4 \cdot \frac{\mu \cdot F_{ch}}{2 \cdot \sin \gamma} \geq Q_w \cdot n$$

$$F_{ch} \geq \frac{\sin \gamma \cdot Q_w \cdot n}{2 \cdot \mu}$$

Gdzie:

μ – współczynnik tarcia statycznego stal – stal ($\mu = 0,75$)

n – współczynnik bezpieczeństwa ($n = 2$)

γ – połowa kąta pomiędzy szczękami ($\gamma = \frac{120^\circ}{2} = 60^\circ$)

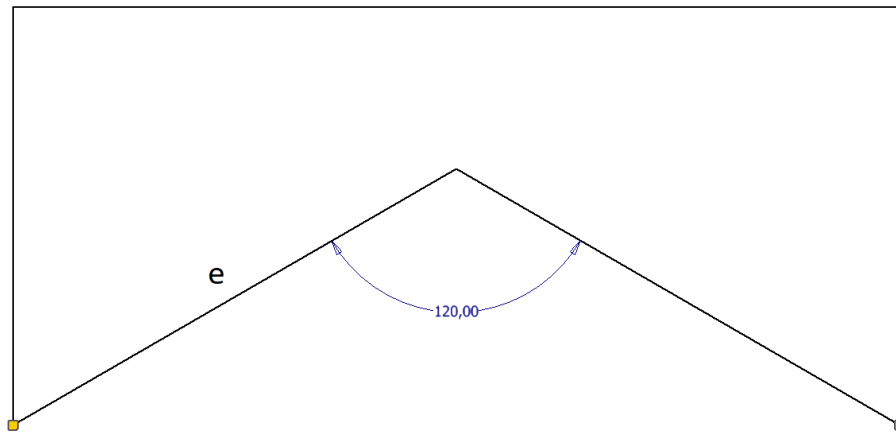
$$F_{ch} \geq \frac{0,866 \cdot 91,27 \cdot 2}{2 \cdot 0,75}$$

$$F_{ch} \geq 105,39 [N]$$

Dla bezpieczeństwa przy przenoszeniu walca należy zwiększyć siłę o 5%. Nie wpłynie to na uszkodzenie przedmiotu.

$$F_{ch} = 110 [N]$$

4. Obliczenie minimalnego wymiaru szczęki chwytaka



Rys. 2 Schemat szczęk chwytaka

Aby wyznaczyć minimalny wymiar szczęki chwytaka należy skorzystać z zależności:

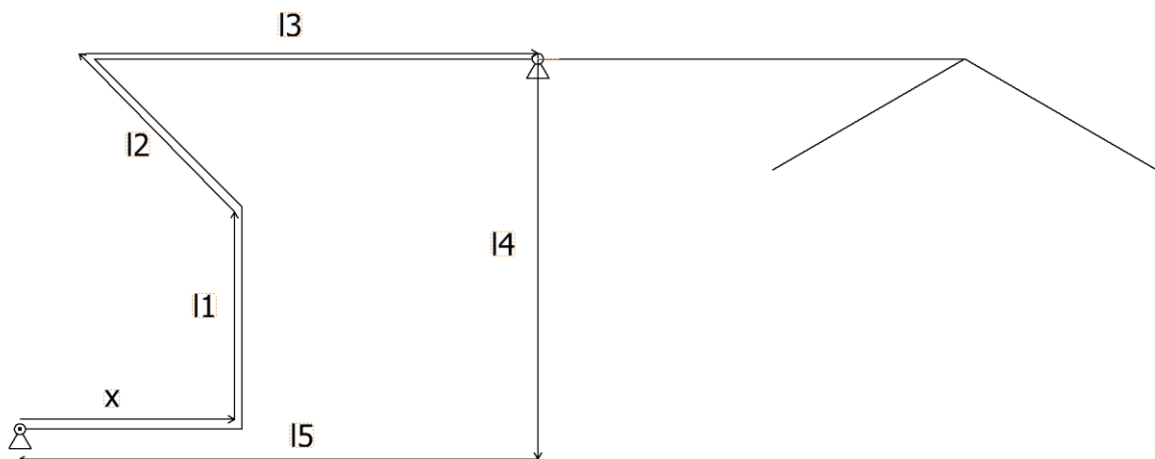
$$e = \frac{d_w}{2tg\gamma}$$

$$e_{min} = \frac{d_w}{2tg\gamma} = \frac{0,1}{2 \cdot 1,73} = 0,0288 [mm]$$

Należy przyjąć wartość większą od minimalnej więc przyjmuję $e = 30 [mm]$

5. Wyznaczenie długości członów chwytaka

Do wyznaczenia długości członów wystarczy jedna połowa chwytaka. Należy je obliczyć metodą wieloboku zamkniętego.



Rys.3 Schemat zamkniętego chwytaka

Korzystam ze wzoru:

$$x + \overline{l_1} + \overline{l_2} + \overline{l_3} + \overline{l_4} + \overline{l_5} = 0$$

Z którego tworzę układ równań:

$$\begin{cases} x \cos \varphi_x + l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 + l_5 \cos \varphi_5 = 0 \\ x \sin \varphi_x + l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 + l_5 \sin \varphi_5 = 0 \end{cases}$$

Powyższy układ równań posiada nieskończoną ilość rozwiązań, dlatego aby otrzymać jedno z możliwych do uzyskania rozwiązań, przyjmuje za znane wartości kątów $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$, oraz długość X.

Wartości znane:

$$x = 30 \text{ [mm]}$$

$$\varphi_1 = 90^\circ$$

$$\varphi_2 = 135^\circ$$

$$\varphi_3 = 0^\circ$$

$$\varphi_4 = 270^\circ$$

$$\varphi_5 = 180^\circ$$

Po podstawieniu do równania:

$$\begin{cases} 30 - l_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + l_3 - l_5 = 0 \\ l_1 + l_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - l_4 = 0 \end{cases}$$

$$l_1 = 30 \text{ [mm]}$$

$$l_2 = 28,28 \text{ [mm]}$$

$$l_3 = 60 \text{ [mm]}$$

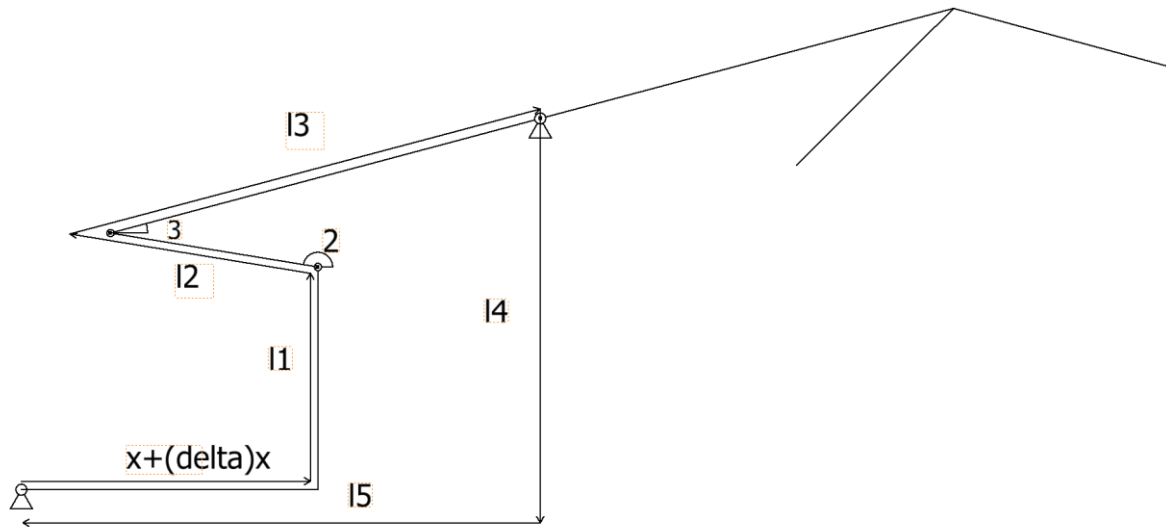
$$l_4 = 50 \text{ [mm]}$$

$$l_5 = 70 \text{ [mm]}$$

Powyższe wartości spełniają równanie, co pokazuje, że rzeczywisty chwytak może mieć takie wymiary.

Następnie należy wyznaczyć zależność między zmianą odległości przy rozwarciu szczęk, a długością skoku tłoka siłownika. Jest to niezbędne do obliczenia rozwartości szczęk chwytaka.

Poniższy rysunek przedstawia chwytak w pozycji otwartej.



Rys. 4 Chwytak w pozycji otwartej

Jak widać w pozycji otwartej zmieniają się kąty φ_2 oraz φ_3 . Należy więc ponownie wyprowadzić równanie z wieloboku domkniętego:

$$x + \Delta x + \bar{l}_1 + \bar{l}_2 + \bar{l}_3 + \bar{l}_4 + \bar{l}_5 = 0$$

$$\begin{cases} (x + \Delta x)\cos\varphi_x + l_1\cos\varphi_1 + l_2\cos\varphi'_2 + l_3\cos\varphi'_3 + l_4\cos\varphi_4 + l_5\cos\varphi_5 = 0 \\ (x + \Delta x)\sin\varphi_x + l_1\sin\varphi_1 + l_2\sin\varphi'_2 + l_3\sin\varphi'_3 + l_4\sin\varphi_4 + l_5\sin\varphi_5 = 0 \end{cases}$$

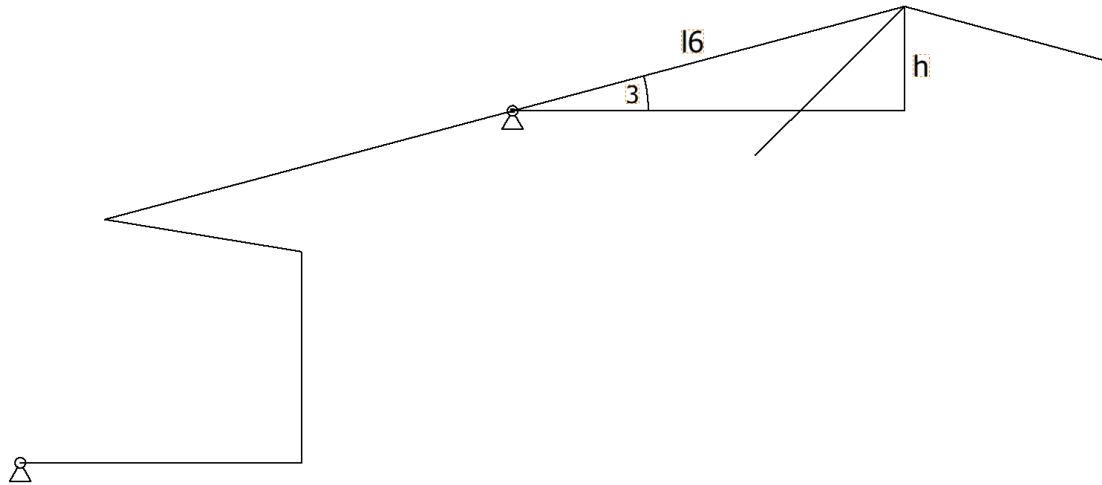
$$\begin{cases} l_5 = x + \Delta x + l_2\cos\varphi'_2 + l_3\cos\varphi'_3 \\ l_4 = l_1 + l_2\sin\varphi'_2 + l_3\sin\varphi'_3 \end{cases}$$

Aby wyznaczyć zmianę kąta φ_3 , należy przyjąć skok siłownika $\Delta x = 10\text{mm}$.

$$\begin{cases} 70 = 10 + 30 + 28,28\cos\varphi'_2 + 60\cos\varphi'_3 \\ 60 = 30 + 28,28\sin\varphi'_2 + 60\sin\varphi'_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi'_2 = 171^\circ \\ \varphi'_3 = 14,9^\circ \end{cases}$$

Następnie należy obliczyć długość ramiona do rozwarcia szczęk chwytaka.



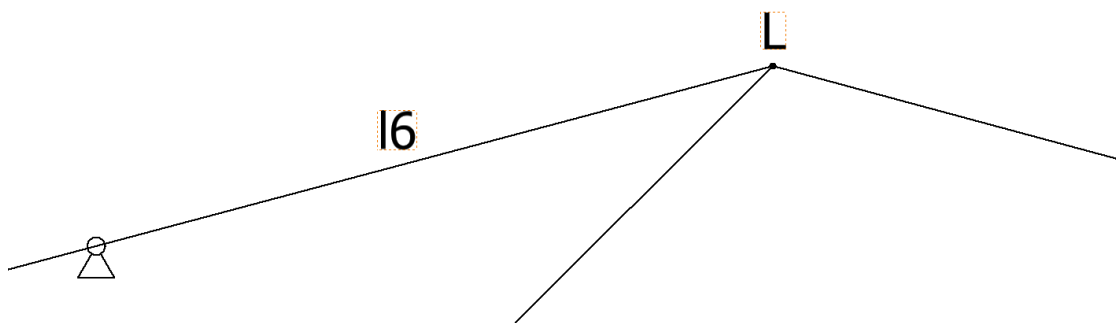
Rys. 5 Wyznaczenie rozwarcia chwytaka

Aby chwytak mógł swobodnie wypuścić przedmiot $h = 15$ [mm]

$$l_6 = \frac{h}{\sin \varphi'_3} = \frac{15}{0.26} = 57,7 \text{ [mm]}$$

6. Obliczenie prędkości szczęk chwytaka

Prędkość szczęk chwytaka można obliczyć poprzez prędkości kątovej z jaką porusza się punkt L o ramieniu równemu długości odcinka l_6 . Przyjmuje, że prędkość każdym punkcie szczęk chwytaka jest taka sama, jak w punkcie L łączącym odcinek l_6 ze szczękami.



Rys. 6 Wyznaczenie prędkości szczęki

Najpierw należy przyjąć prędkość tłoka siłownika v_s , który zostanie użyty w chwytaku. Przyjmuję:

$$v_s = 10 \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Kolejnym krokiem jest zróżniczkowanie układu równań z metody wieloboku domkniętego po czasie w pozycji zamkniętej chwytaka. Ta operacja pozwoli wyznaczyć prędkość szczęk chwytaka v_{ch} .

$$\begin{cases} x \cos \varphi_x + l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 + l_5 \cos \varphi_5 = 0 \\ x \sin \varphi_x + l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 + l_5 \sin \varphi_5 = 0 \end{cases}$$

Zależne od czasu są: x , φ_2 oraz φ_3 , więc układ będzie wyglądał w następujący sposób:

$$\begin{cases} x(t) \cos \varphi_x + l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2(t) + l_3 \cos \varphi_3(t) + l_4 \cos \varphi_4 + l_5 \cos \varphi_5 = 0 \\ x(t) \sin \varphi_x + l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2(t) + l_3 \sin \varphi_3(t) + l_4 \sin \varphi_4 + l_5 \sin \varphi_5 = 0 \end{cases}$$

Po zróżniczkowaniu układu wartości niezależne od czasu są równe 0.

$$\begin{cases} x(t) + l_2 \cos \varphi_2(t) + l_3 \cos \varphi_3(t) = 0 \\ l_2 \sin \varphi_2(t) + l_3 \sin \varphi_3(t) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} - l_2 \frac{d\varphi_2}{dt} \sin \varphi_2(t) - l_3 \frac{d\varphi_3}{dt} \sin \varphi_3(t) = 0 \\ l_2 \frac{d\varphi_2}{dt} \cos \varphi_2(t) + l_3 \frac{d\varphi_3}{dt} \cos \varphi_3(t) = 0 \end{cases}$$

Należy podstawić:

$$v_s = \frac{dx}{dt}, \quad \omega_{\varphi_2} = \frac{d\varphi_2}{dt}, \quad \omega_{\varphi_3} = \frac{d\varphi_3}{dt}$$

$$\begin{cases} v_s - l_2 \omega_{\varphi_2} \sin \varphi_2(t) - l_3 \omega_{\varphi_3} \sin \varphi_3(t) = 0 \\ l_2 \omega_{\varphi_2} \cos \varphi_2(t) + l_3 \omega_{\varphi_3} \cos \varphi_3(t) = 0 \end{cases}$$

Prędkości kątowe ω_{φ_2} oraz ω_{φ_3} w trakcie ruchu szczęk chwytaka będą zmieniać swoją wartość z powodu zmieniającego się kąta φ_2 oraz φ_3 . Szukana prędkość szczęk v_{ch} wyznaczona jest dla pozycji zamkniętej chwytaka, w której kąt $\varphi_3 = 0^\circ$, a więc :

$$\begin{cases} v_s - l_2 \omega_{\varphi_2} \sin \varphi_2 = 0 \\ l_2 \omega_{\varphi_2} \cos \varphi_2 + l_3 \omega_{\varphi_3} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10 + 0,766 \cdot v_{l_1} = 0 \\ 0,6428 \cdot v_{l_1} + 30 \cdot \omega_{\varphi_2} = 0 \end{cases}$$

$$\omega_{\varphi_2} = 0,5 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$\omega_{\varphi_3} = 0,167 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

Znając prędkość kątową, z jaką porusza się punkt L oraz długość odcinka l_6 , obliczam prędkość szczęk chwytaka:

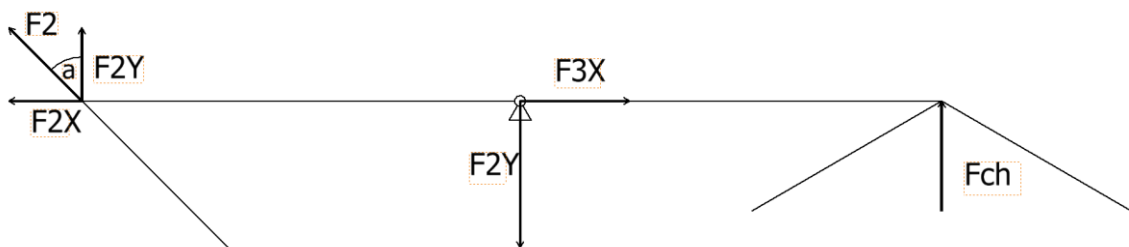
$$v_{ch} = \omega_{\varphi_3} \cdot l_6 = 0,1667 \cdot 57,7 = 9,63 \left[\frac{mm}{s} \right]$$

7. Obliczenie siły tłoku siłownika

Aby dobrać odpowiedni siłownik należy najpierw obliczyć siłę z jaką ten siłownik będzie się wysuwał – siłę F_s . Można obliczyć ją na dwa sposoby. Najpierw obliczę siłę metodą analizy kinetostatycznej a następnie sprawdzę ten wynik ponownie obliczając siłę metodą mocy chwilowych.

Metoda analizy kinetostatycznej:

Zaczynam od ramienia chwytaka



Rys. 7 Metoda kinetostatyczna ramienia

Korzystam z równowagi sił i wektorów głównych, moment obrotowy sił wyznaczmy względem punktu 3 - podpory.

$$\begin{cases} \sum P_x = 0 \\ \sum P_y = 0 \\ \sum M_3 = 0 \end{cases}$$

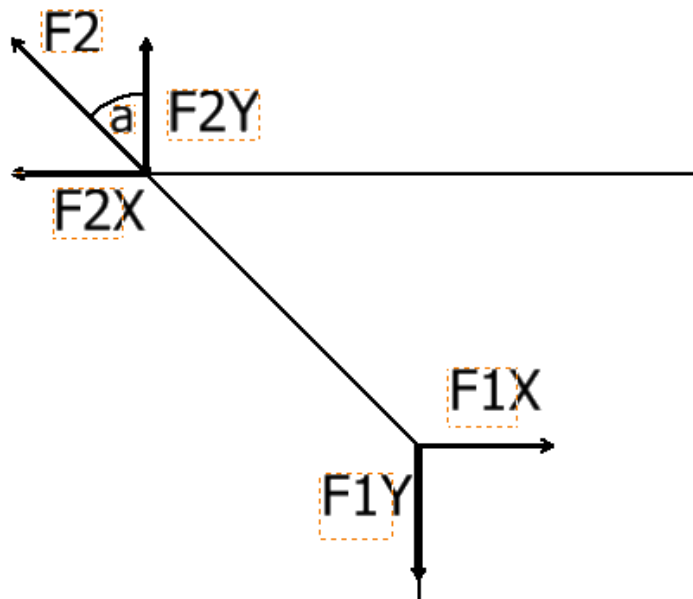
Podstawiam dane z rysunku:

$$\begin{cases} F_2 \cos(90^\circ + \alpha) + F_{3X} = 0 \\ F_{ch} + F_2 \sin(90^\circ + \alpha) - F_{3Y} = 0 \\ F_{ch} l_6 - F_2 \cos(\alpha) l_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{3X} = F_2 \sin(\alpha) \\ F_{3Y} = F_{ch} + F_2 \cos(\alpha) \\ F_2 \cos(\alpha) l_3 = F_{ch} l_6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{3X} \cong 105,8 \text{ [N]} \\ F_{3Y} \cong 215,8 \text{ [N]} \\ F_2 \cong 149,6 \text{ [N]} \end{cases}$$

Dla członu drugiego:



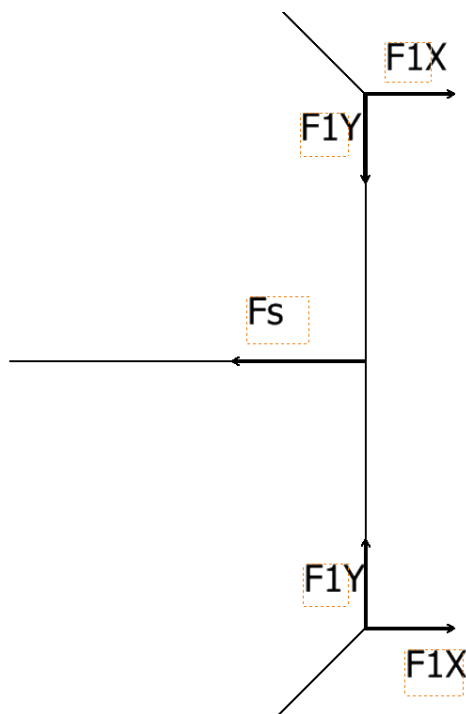
Rys. 8 Człon 2

$$\begin{cases} \sum P_x = 0 \\ \sum P_y = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{1X} - F_{2X} = 0 \\ F_{1Y} - F_{2Y} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{1X} = F_{2X} \\ F_{1Y} = F_{2Y} \end{cases}$$

Dla członu napędzającego:



Rys. 9 Człon napędzający

$$\begin{cases} F_s - 2 \cdot F_2 \cdot \cos(90 - a) = 0 \\ F_2 \cdot \sin(90 - a) - F_2 \cdot \sin(90 - a) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_s = 2 \cdot F_2 \cdot \sin(a) \\ 0 = 0 \end{cases}$$

$$F_s = 2 \cdot 149,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 212 \text{ [N]}$$

Następnie metodą mocy chwilowych należy sprawdzić poprawność wyniku. Konieczne jest skorzystanie ze wzoru oraz wyliczenie F_s :

$$F_s * v_s = 2F_{ch} * v_{ch}$$

$$F_s = \frac{2 \cdot 110 \cdot 9,63}{10} = 211,86 \cong 212 [N]$$

Oba otrzymane wyniki są podobne więc przyjmuję:

$$F_s = 212 [N]$$

8. Dobór sworzni

Na sworznie działają siły ścinające na zgięciach chwytaka, należy wybrać największą z nich oraz obliczyć dla niej minimalną średnicę sworznia.

$$\left\{ \begin{array}{l} F_2 = 104 N \\ F_{03} = \sqrt{F_{03X}^2 + F_{03Y}^2} = \sqrt{67^2 + 154^2} \cong 168 N \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_3 = \sqrt{F_{3X}^2 + F_{3Y}^2} = 240,3 [N] \\ F_2 = 149,6 [N] \\ F_1 = 149,6 [N] \end{array} \right.$$

Więc siła dla której będziemy liczyć średnicę sworznia wynosi $F_{sw} = 240,3 [N]$

Aby sworzeń wytrzymał musi spełniać warunek:

$$\frac{F_{sw}}{iA} \leq k_t$$

Gdzie:

i - ilość płaszczyzn ścinania

F_{sw} – siła ścinająca

k_t – współczynnik wytrzymałości na ścinanie

A – pole przekroju sworznia

Pole przekroju A, zastępuje wzorem z której wyliczę średnicę sworznia d_{sw} : $A = \frac{\pi d_{sw}^2}{4}$

Wartość współczynnika k_t jest zależna od materiału sworznia. Materiał z którego wykonany jest chwytak został wymieniony z założeniach projektu, a jest nim stal C45, dla której $k_t = 130 MPa$.

$$d_{sw} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{sw}}{\pi \cdot i \cdot k_t}}$$

$$d_{sw} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 241}{\pi \cdot 2 \cdot 130 \cdot 10^6}}$$

$$d_{sw} \geq 1,09 \text{ mm}$$

Dla pewności że sworzeń wytrzyma jego średnica została zwiększona i ostatecznie wynosi:

$$d_{sw} = 3 \text{ mm}$$

9. Dobór siłownika

Siłownik jest elementem napędzającym cały układ, dlatego istotne było wyznaczenie poszczególnych jego parametrów tj. prędkość wysuwu, skok siłownika, czy siły, z jaką tłok się wysunie. Znajomość tych parametrów, pozwoli w sposób dokładny wybrać odpowiedni siłownik. Wykorzystam siłownik dwustronnego działania zasilany ciśnieniem $P = 0,8 [MPa]$.

Wyznaczone parametry siłownika:

- Siła tłoka $F_s = 212 [N]$
- Skok siłownika $\Delta x = 10 [mm]$
- Prędkość wysuwu $v_s = 10 [\frac{mm}{s}]$

Najpierw należy obliczyć średnicę tłoka która powinna spełniać równanie:

$$P \cdot A \geq F_s \cdot k$$

Gdzie:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ - pole powierzchni tłoka}$$

$k = 1,2$ - współczynnik przeciążenia, stosowany w celu zwiększenia marginesu błędu

$$P \cdot \frac{\pi D^2}{4} \geq F_s \cdot k$$

$$D^2 \geq \frac{4 \cdot F_s \cdot k}{P \cdot \pi}$$

$$D \geq 20,5$$

Średnicę zaokrąglam w górę do pierwszej większej wybranej z katalogu

$$D = 25 [mm]$$

Kolejnym krokiem jest obliczenie siły powrotnej tłoczyska:

$$F_t \geq F_s \cdot k$$

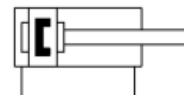
$$F_t = 255 [N]$$

Znając wszystkie parametry siłownika należy porównać je do katalogu firmy np. FESTO oraz wybrać odpowiedni siłownik. Odpowiednim siłownikiem do podanych parametrów jest siłownik kompaktowy ADVU-25-10-A-P-A.

Siłownik kompaktowy ADVU-25-10-A-P-A

Numer produktu: 156609

FESTO



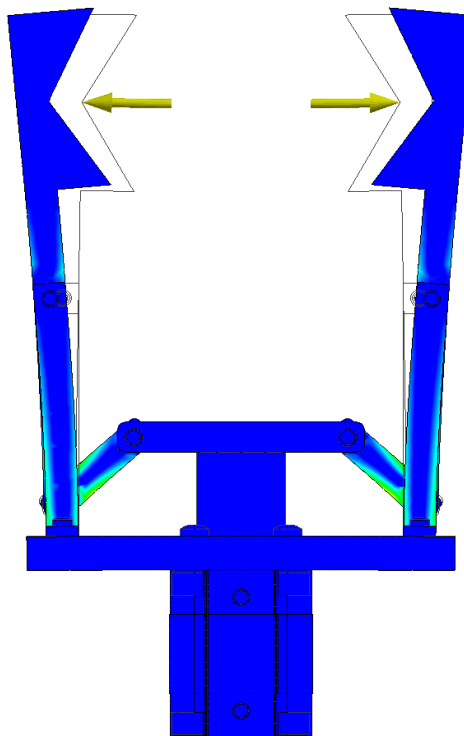
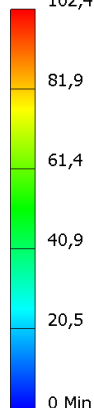
Karta danych

Cechy	Wartość
Skok	10 mm
Ø tłoka	25 mm
Amortyzacja	elastyczne pierścienie/płytki amortyzujące z obu stron
Pozycja montażu	dowolny
Sposób działania	dwustronnego działania
Zakończenie tłoczyska	Gwint zewnętrzny
Konstrukcja	Tłok Tłoczysko
Sygnalizacja potożenia	do wyłącznika zbliżeniowego
Symbol	00991217
Warianty	Jednostronne tłoczysko
Ciśnienie robocze	0.1 MPa ... 1 MPa
Ciśnienie robocze	1 bar ... 10 bar
Ciśnienie robocze	14.5 psi ... 145 psi
Medium robocze	Sprężone powietrze wg ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Uwaga dotycząca medium roboczego/sterującego	Możliwa praca z powietrzem olejonym (po rozpoczęciu olejania trzeba je kontynuować)
Klasa odporności korozyjnej wg normy Festo	2 - średnie obciążenie korozyjne
Zgodność z LABS	VDMA24364-B1/B2-L
Temperatura otoczenia	-20 °C ... 80 °C
Energia uderzenia w pozycjach końcowych	0.1 J
Siła teoretyczna przy 0,6 MPa (6 bar, 87 psi), wycofanie	247 N
Siła teoretyczna przy 0,6 MPa (6 bar, 87 psi), przy wysuwie	295 N
Ruchoma masa przy skoku 0 mm	26 g
Dodatkowa poruszana masa na 10 mm skoku	6 g
Masa podstawowa przy 0 mm skoku	180 g
Dodatkowa masa na 10 mm skoku	28 g
Typ mocowania	opcjonalnie: Przy pomocy otworów przelotowych Przy pomocy osprzętu
Przylącze pneumatyczne	M5
Materiał śrub kołnierzowych	Stal ocynkowana
Materiał pokrywy	Stop aluminium do przeróbki plastycznej
Materiał uszczeliek dynamicznych	NBR TPE-U(PU)
Materiał tłoczyska	Nierdzewna stal stopowa
Materiał rury siłownika	Stop aluminium do przeróbki plastycznej

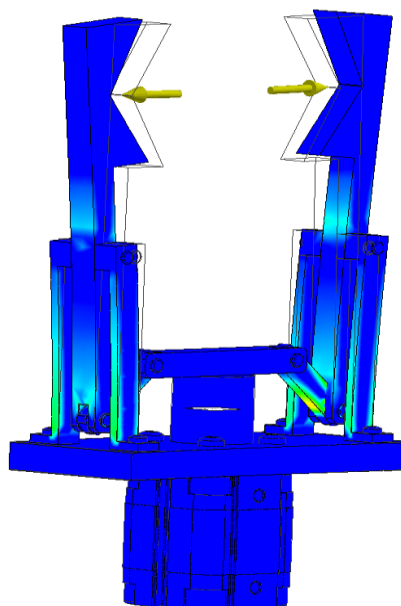
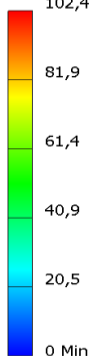
10. Analiza wytrzymałościowa

Po zaprojektowaniu oraz odwzorowaniu w programie Autodesk Inventor Professional 2023 chwytaka, przechodzę do jego analizy wytrzymałościowej. Polega ona na przyłożeniu do szczęk chwytaka maksymalnej dopuszczanej siły chwytu $F_{ch} = 110 \text{ N}$, tak aby sprawdzić czy jest on na tyle wytrzymały. Do przeprowadzenia analizy, korzystam z funkcji analizy naprężeń w programie Autodesk Inventor Professional 2023.

Typ: Naprężenie Von Mises
Jednostka: MPa
08.05.2023, 22:20:51
102,4 Maks



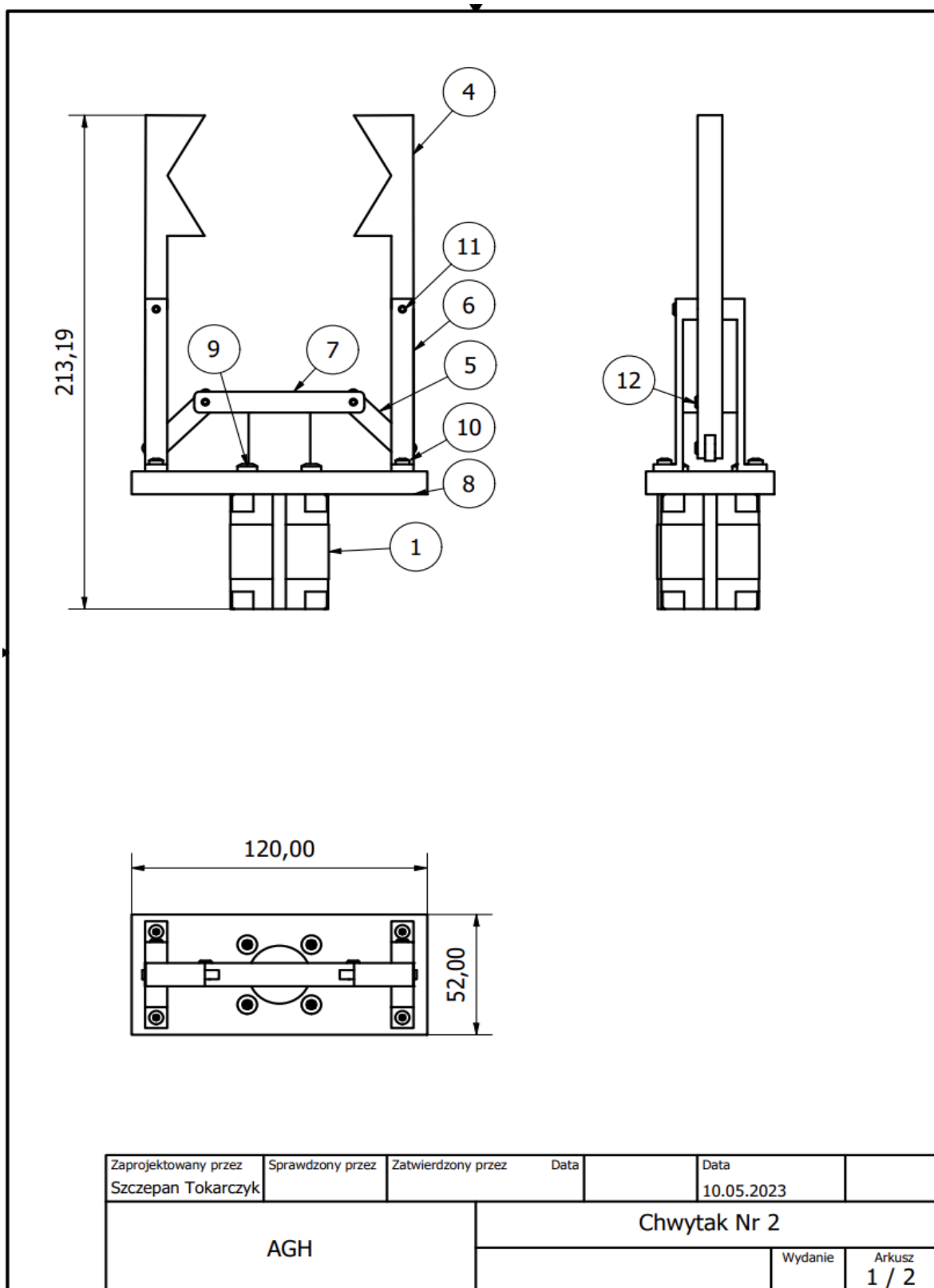
Typ: Naprężenie Von Mises
Jednostka: MPa
08.05.2023, 22:20:51
102,4 Maks



Rys. 12 Analiza naprężeń chwytaka

Z wyniku testu można wywnioskować że do chwytaka został dobrany odpowiedni materiał oraz że wytrzyma zadaną siłę.

11. Rysunek złożeniowy



Rys. 13 Rysunek złożeniowy część 1

LISTA CZĘŚCI				
POZYCJA	ILOŚĆ	NUMER CZĘŚCI	OPIS	
1	1	156609 ADVU-25-10-A-P-A- --(ZR)	ADVU-(ZR)-compact cylinder	
2	1	156609 ADVU-25-10-A-P-A- --(KS)	ADVU-(KS)-compact cylinder	
3	1	DIN-439-B - M10x1.25(F)	DIN-439 Form B-Hex nut	
4	2	CZ2Chwytak1	Szczęki Chwybaka	
5	2	CZ2Chwytak2	Ramię Dolne	
6	4	CZ2Chwytak4	Podopora	
7	1	CZ2Chwytak3	Ramię Główne	
8	1	CZ2ChwytakPod	Podstawa	
9	4	ANSI B18.6.7M - M4x0,7 x 20, SRPHMSTIM	Wkręt z łbem walcowym wypukłym z gniazdem kwadratowym - Typ III - Metryczny	
10	4	ANSI B18.6.7M - M3x0,5 x 10, SRPHMSTIM	Wkręt z łbem walcowym wypukłym z gniazdem kwadratowym - Typ III - Metryczny	
11	2	ISO 2341 - A - 3 x 28	Sworznie z łbem	
12	4	ISO 2341 - A - 3 x 10	Sworznie z łbem	

Zaprojektowany przez Szczepan Tokarczyk	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez	Data		Data 10.05.2023	
AGH			Chwytak Nr 2			
				Wydanie	Arkusze 2 / 2	

Rys. 14 Rysunek złożeniowy część 2

12. Podsumowanie

Celem zadania było zaprojektowanie chwytaka na podstawie schematu kinematycznego. Każdy etap projektu wymagał umiejętności i wiedzy zdobytej na ćwiczeniach oraz wykładzie. Podczas projektowania chwytaka, poprawiłem swoje umiejętności korzystania z programu Autodesk Inventor Professional 2023. Ostatecznie projekt pokazał jak bardzo skomplikowane jest tworzenie części oraz zespołów pomimo tego że mogą wydawać się proste.

13. Bibliografia

Dr. Olszewski, wykład „Prototypowanie konstrukcji w technice druku 3D i CNC”

Wikipedia:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Strona_g%C5%82%C3%B3wna

Festo:

<https://www.festo.com/pl/pl/>