Politechnika Warszawska

Instytut Mechaniki i Poligrafi

Zakład Konstrukcji Maszyn i Inżynierii Biomedycznej

**Podstawy Konstrukcji Maszyn**

Konstrukcja Mechanizmu Śrubowego

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Pracę wykonał** |  | **Prowadzący** | |
| Paweł Tymiński |  | Mgr inż. Piotr Kania | |
|  |  |  | |
| **Grupa** ID-A0-23 |  |  |  |
| **Wydział** Inżynierii Produkcji |  |  |  |
| **Rok akademicki** 2012/2013 |  |  |  |

Maj 2013

[1. Obliczanie śruby głównej 5](#_Toc357760934)

[1.1. Obliczanie średnicy rdzenia 5](#_Toc357760935)

[1.2. Dobranie gwintu 7](#_Toc357760936)

[1.3.Sprawdzenie smukłości śruby 7](#_Toc357760937)

[2. Obliczanie nakrętki 7](#_Toc357760938)

[2.1. Obliczanie średnicy zewnętrznej nakrętki 7](#_Toc357760939)

[2.2. Obliczanie wysokości nakrętki 9](#_Toc357760940)

[3. Zabezpieczenie śruby 9](#_Toc357760941)

[4. Sprawdzanie nacisków na wkładce korony 11](#_Toc357760942)

[5. Obliczanie momentów działających na śrubę 11](#_Toc357760943)

[5.1. Obliczanie momentu skręcającego 12](#_Toc357760944)

[5.2. Obliczanie momentu tarcia 12](#_Toc357760945)

[6. Zaprojektowanie korpusu 12](#_Toc357760946)

[6.1. Obliczanie średnicy podstawy 13](#_Toc357760947)

[6.2. Obliczanie grubości podstawy 13](#_Toc357760948)

[7. Obliczanie napędu śruby 14](#_Toc357760949)

[7.1. Obliczanie długości ramienia pokrętła 14](#_Toc357760950)

[7.2. Obliczanie średnicy pokrętła 15](#_Toc357760951)

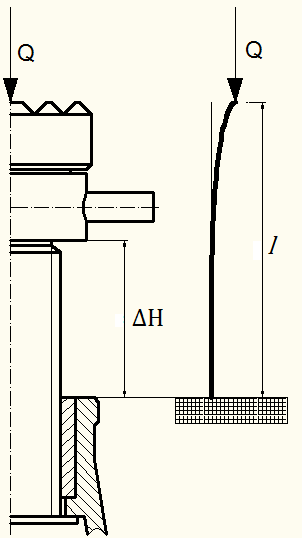
[7.3. Obliczanie nacisków pokrętła na ścianki otworu 15](#_Toc357760952)

# 1. Obliczanie śruby głównej

Przyjmuję materiał na śrubę stal **St 5**. Dla powyższej stali współczyniki wynoszą: *R0* = 335 [MPa], *R1* = 0,62 [MPa]. Smukłość graniczna wynosi *sg* = 90÷100.

## **1.1. Obliczanie średnicy rdzenia**

Zakladam, że śruba podlega wyboczeniu niesprężystemu. Stosuję do obliczeń wzór na wyboczenie Tetmajera:



Następnie korzystam ze wzoru na naprężenia ściskające:

oraz wzoru na naprężenia dopuszczalne:

gdzie współczynnik bezpieczeństwa *Xw* = 3,5÷5. Ja do obliczeń przyjmuję 3,5. Do dalszych obliczeń korzystam ze wzoru na smukłość ściskanego pręta:

gdzie długość wyboczenia *lw* jest równa dwóm długością wybaczanego pręta *l*

a minimalny promień bezwładności *rmin* jest równy pierwiastkowi minimalnego momentu bezwładności podzielonego przez pole przekroju pręta

minimalny moment bezwładności wynosi

pole przekroju pręta

smukłość pręta wynosi

Mając wszystkie potrzebne składowe obliczam warunek wytrzymałościowy:

Po przekształceniu otrzymuję równanie kwadratowe, z którego wyliczam średnicą rdzenia śruby głównej *dr*

## **1.2. Dobranie gwintu**

Korzystając z tablicy gwintów trapezowych symetrycznych dobieram gwint śruby głównej. Biorę najbliższy mojego wyniku większy wymiar rdzenia. W mojm wypadku przyjmuję gwint śruby głównej Tr = 32x6.

## **1.3.Sprawdzenie smukłości śruby**

Sprawdzam warunek na wyboczenie niesprężyste. Smukłość dobranej śruby musi być mniejsza od smukłości granicznej

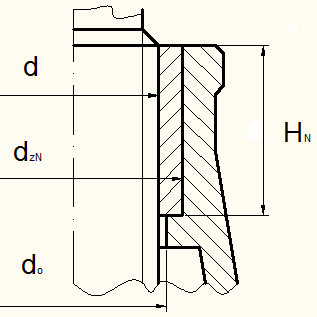
Warunek nie został spełniony! Zwiększam rdzeń śruby do 30 mm i ponownie sprawdzamy warunek na wyboczenie.

Tym razem warunek został spełniony. Ostatecznie dobieram śrubę **Tr = 36×6**

# 2. Obliczanie nakrętki

Przyjmuję materiał na nakrętkę brąz **BA 1032**. Dla tego materiału naciski dopuszczalne spoczynkowe wynoszą *pds* = 70 [MPa], natomiast naciski dopuszczalne ruchowe *pdr* = 20 [MPa].

## **2.1. Obliczanie średnicy zewnętrznej nakrętki**

Średnicę zewnętrzną nakrętki *dzN* obliczam z warunku nieprzekraczania nacisków dopuszczalnych spoczynkowych:

gdzie naciski rzeczywiste spoczynkowe *prs* obliczam ze wzoru:

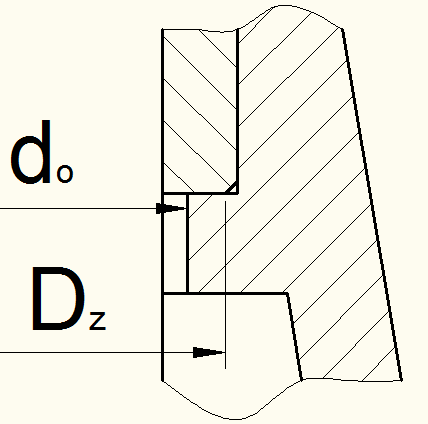
*do* jest średnicą wewnętrzną półki korpusu i wynosi

po przekształceniu otrzymuje:

Przyjmuję średnice zewnętrzną *dzN* = 47 mm. Następnie sprawdzam nakrętkę na naciski na półkę korpusu. *Dz* jest średnicą zewnętrzną nakrętki, która naciska na półkę. Jest równa średnicy zewnętrznej całkowitej pomniejszonej o dwie fazy. Fazę przyjmuję 1 mm.

pole powierzchni nakrętki naciskającej na korpus jest równe:

Następnie podstawiam do warunku na naciski



Warunek nie został spełniony! Zwiększam średnicę *Dz* = 50 i ponownie sprawdzam naciski

Tym razem warunek został spełniony. Ostatecznie przyjmuję średnicę zewnętrzną nakrętki ***dzN* = 52 mm**.

## **2.2. Obliczanie wysokości nakrętki**

Wysokość nakrętki obliczam z warunków nieprzekraczania dopuszczalnych nacisków ruchowych na półki gwintu:

Najpierw obliczam ilość czynnych zwojów gwintu *n* ze wzoru na rzeczywiste naciski ruchowe *prr*, gdzie *DoN* jest średnicą wewnętrzną nakrętki

Przyjmuję *n* =2 i obliczam wysokość nakrętki *HN* ze wzoru, gdzie *p* jest skokiem gwintu:

Wysokość nakrętki otrzymałem mniejszą niż średnicę nominalną gwintu. Przyjmuję zatem *HN*  = *d*. ***HN* = 36 mm**.

# **3. Zabezpieczenie śruby**

Aby śruba nie wypadła z korpusu,od dołu przykręca się podkładkę zabezpieczającą za pomocą śruby drobnozwojnej o własnościach mechanicznych 8.8.Właściwości takiej śruby:

Rm=800 MPa

Ro=0.8\*Rm=640 MPa

Naprężenia dopuszczalne dane są wzorem;

Gdzie Xśr=1,5-2

w-współczynnik dokładności wykonania gwintu, w=0,75-1

Naprężenia rozciągające w śrubie dane są wzorem:

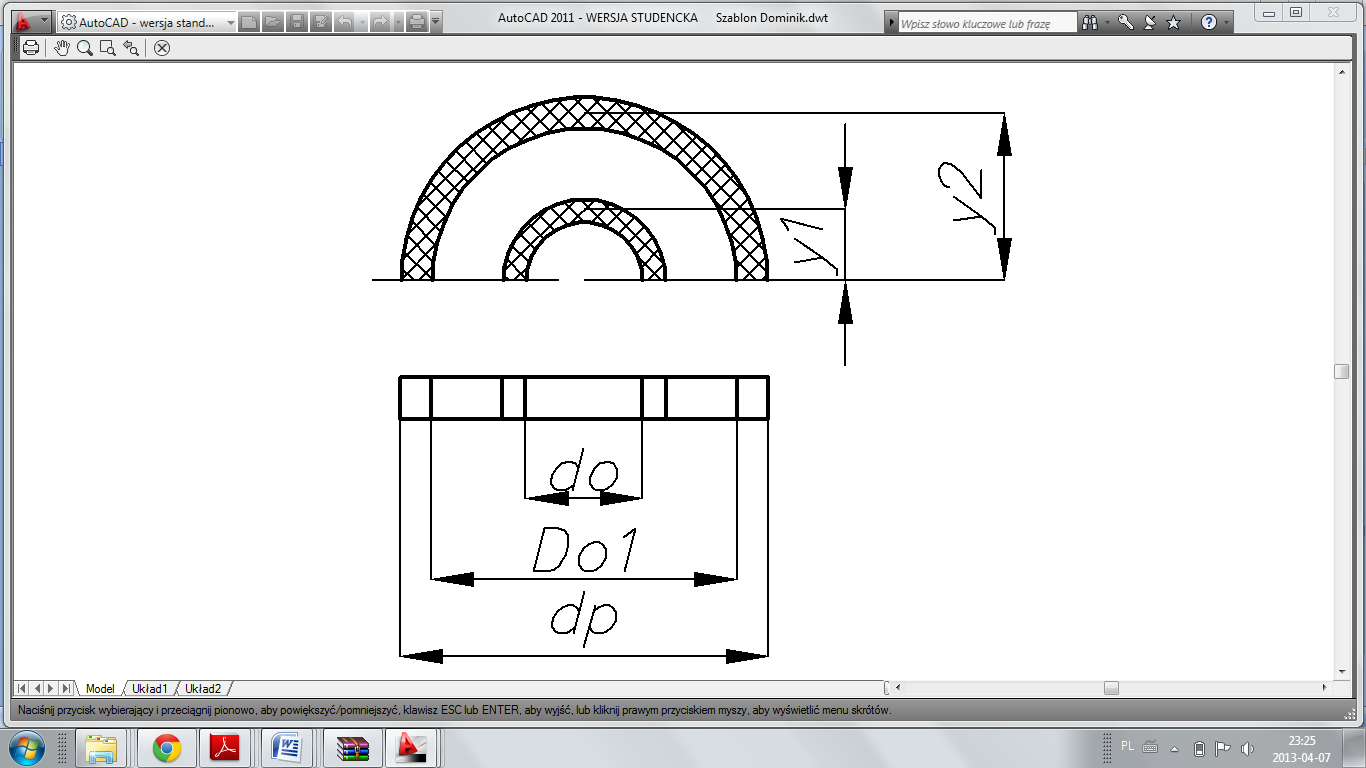
d1-średnica rdzenia śruby

Długość śruby przyjmujemy jako 2 średnice rdzenia śruby.  
Po przekształceniach:

Z norm wynika,że będzie to śruba M10x1x20

3.1 O**bliczanie płytki zabezpieczającej**

Materiał płytki to St3



ρdop. = 105 [MPa]

kgi = 90 [MPa]

gdzie

Do1 = dgwintu +2 = 36+2=38 [mm]

Przyjmuję ***dp* = 43,5 [mm]**

**Obliczanie wysokośći podkładki**

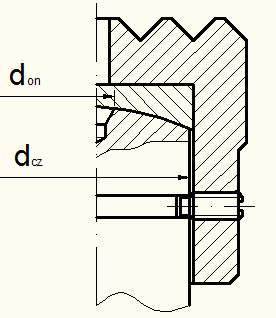
**kgi=110** [MPa]

gdzie

Przyjmuję wysokość płytki **hp = 18 [mm]**Po uwzględnieniu grubości płytki i wymaganej głębokości otworu w śrubie dopieram śrubę M10x1x38.

# 4. Sprawdzanie nacisków na wkładce korony

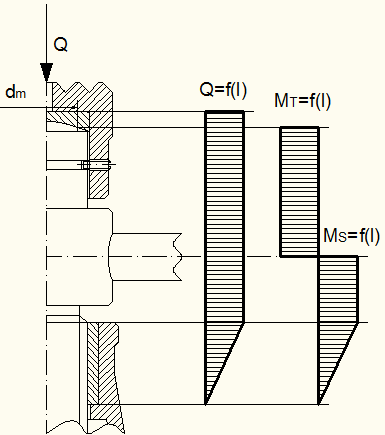
Przyjmuję materiał na na wkładkę brąz **BA 1045**. Dla tego materiału naciski dopuszczalne ruchowe wynoszą *pdr* = 34 [MPa]. Zakładam naciski na rzut powierzchni kulistej na płaszczyznę. Średnicę czopu sruby głównej *dcz* obliczam z warunku wytrzymałościowego:



gdzie *don* jest średnicą otworu fazy nakiełka. Przyjmuję z normy nakiełek R 2,5. Dla tego nakiełka *don* 6,7 mm. Średnicę czopa wyliczam ze wzoru dcz = 1,5\*Tr-5=1,5\*36-5= 49 mm i sprawdzam warunek

Warunek został spełniony. Przyjmuję średnicę czopu śruby głównej ***dcz* = 49 mm**.

# 5. Obliczanie momentów działających na śrubę

Śruba podnośnika w czasie pracy jest obciążona w przekrojach poprzecznych obciążeniem *Q*, oraz momentami: skręcającym *MS* i tarcia *MT*.

## **5.1. Obliczanie momentu skręcającego**

Moment skręcający *MS* powstaje na powierzchniach półek gwintu. Wyraża się wzorem:

gdzie *γ* jest kątem wzniosu linii śrubowej, *p* podziałką gwintu, *dśr* średnicą średnią śruby (*d2*)

*ρ’* jest pozornym kątem tarcia, dla gwintów trapezowych symetrycznych *α* = 30°, a współczynnik tarcia *μ* = 0,12

Śruba jest samohamowna ponieważ tg *γ* jest mniejszy od tg *ρ*. Przystępuję do obliczania momentu skręcającego

## **5.2. Obliczanie momentu tarcia**

Moment tarcia *MT* powstaje na powierzchni wkładki kulistej. Wyraża się wzorem

*don*

gdzie *dm* jest średnią średnicą tarcia i można ją wyznaczyć ze wzoru

Teraz obliczam moment tarcia

# 6. Zaprojektowanie korpusu

Korpus podnośnika jest spawany. Materiał korpusu to stal **St2s .**Grubość spoiny wynosi 5mm**.**Dla tego materiału naprężenia dopuszczalne *kg* = 100 [MPa]. Grubość ścianki korpusu przyjmuje *g* = 8 mm. W celu zabezpieczenia śruby do spodu podstawy przykręcona będzie płyta zabezpieczająca o grubości 4mm i średnicy zewnętrznej 72mm. Zakładam, że podłożem może być piasek. Dla podłoża piaszczystego naciski dopuszczalne na podłoże wynoszą *pdp* = 1-2 [MPa]. Do obliczeń przyjmuję 1,5 MPa.

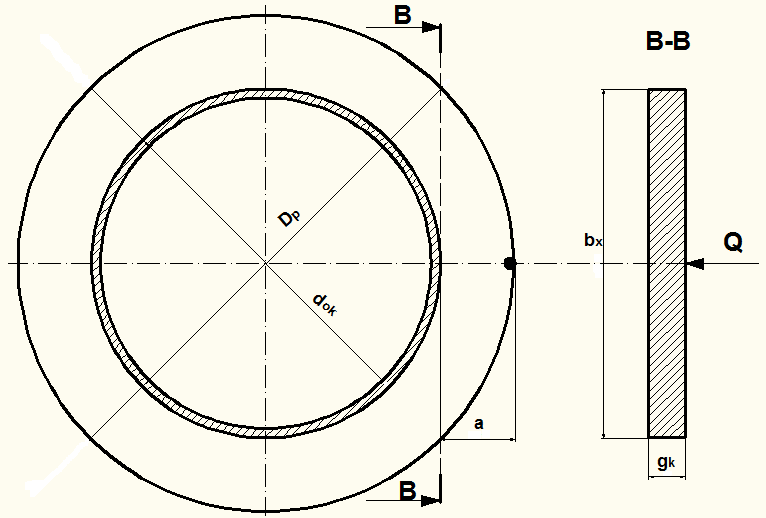
## **6.1. Obliczanie średnicy podstawy**

Średnicę zewnętrzną podstawy korpusu *Dp* obliczam z warunków nacisków na podłoże:

Średnicę zewnętrzną korpusu przyjmuję ***Dp* = 192 mm**.

## **6.2. Obliczanie grubości podstawy**

Podstawa korpusu jest zginana w przekroju B-B momentem gnącym



gdzie *a* jest odległością pomiędzy przekrojem B-B a najdalej wysuniętym punktem podstawy od przekroju. W moim przypadku *a* = 60 mm.

Następnie korzystam z warunku na naprężenia gnące

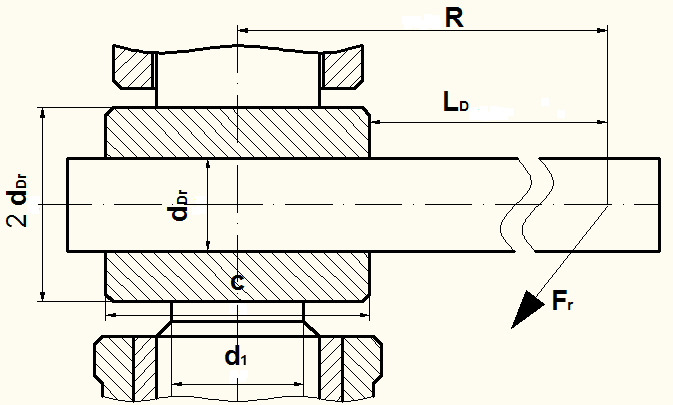
gdzie *Wx* jest wskaźnikiem przekroju na zginanie

grubość podstawy przyjmuję *gk* = 30 mm, a długość przekroju zginanego B-B odczytuję z rysunku *bk* = 102,5 mm. Po przekształceniu otrzymuje wzór na naprężenia gnące

Naprężenia gnące *σg* są mniejsze niż dopuszczalne *kg* = 145 [MPa]. Warunek został spełniony. Ostatecznie przyjmuję ***gk* = 30 mm**

# 7. Obliczanie napędu śruby

Materiał na pokrętło przyjmuje stal **45** ulepszoną cieplnie. Dla tego materiału naprężenia dopuszczalne wynoszą *kg* =160 [MPa], a naciski dopuszczalne *pdop* = 140 [MPa]. Przyjmuję, że siła ręki to *Fr* = 300 [N].



## **7.1. Obliczanie długości ramienia pokrętła**

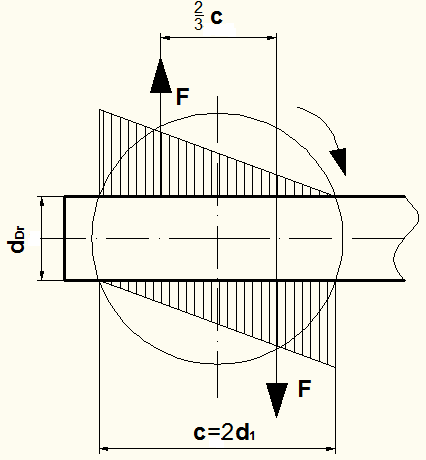
Długość ramienia obliczam z zależności, że ramię i siła ręki musi być większa lub równa sumie momentów: skręcającemu i tnącemu.

Przyjmuje długość pokrętła ***R* = 570 mm**.

## **7.2. Obliczanie średnicy pokrętła**

Moment gnący w przekroju I-I pokrętła wynosi

gdzie *LD* jest długością pokrętła od krawędzi głowicy do miejsca przyłożenia



Naprężenia gnące w przekroju I-I pokrętła wynoszą

wskaźnik *Wx* dla przekroju okrągłego można przyjąć

Po przekształceniu otrzymuję wzór na minimalną   
średnicę pokrętła:

Przyjmuję średnicę pokrętła *dDr* = 22 mm.

## **7.3. Obliczanie nacisków pokrętła na ścianki otworu**

Zakładam rozkład naprężeń w luźnym połączeniu. Znając moment całkowity *MC* obliczam siły składowe *F* jakie działają na powierzchnie otworu

gdzie *c* jest odcinkiem pokrętła umieszczonego w otworze głowicy

Musi zostać spełniony warunek nacisków rzeczywistych na ścianki otworu

gdzie *A* jest rzutem powierzchni walcowej na płaszczyznę

Po przekształceniu otrzymuję wzór na naciski rzeczywiste na ścianki otworu

Warunek nie został spełniony. Zwiększam średnicę pokrętła*dDr* = 30 mm i ponownie sprawdzam warunek

Tym razem *prz* < *pdop*. Warunek został spełniony. Ostatecznie przyjmuję ***dDr* = 30 mm**.

Załączniki:

1. Rysunek złożeniowy podnośnika
2. Rysunek wykonawczy śruby głównej
3. Rysunek wykonawczy korony