

Alicja Balin, Marek Piąza, Zygmunt Rafalski
Wydział Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
Politechnika Śląska

MODEL POŁĄCZEŃ ZŁAMANYCH KOŚCI ZA POMOCĄ STABILIZATORÓW KLAMROWYCH

Streszczenie. W pracy dokonano analizy obciążeń i sił wewnętrznych w przyjętym modelu połączenia wszczepów z odłamanami kostnymi stabilizowanymi zewnętrznym aparatem kłamrowym.

Резюме. В работе представлен анализ нагрузок и напряжений в принятой модели соединения имплантантов с переломанными частями кости, стабилизированными наружной системой стяжек.

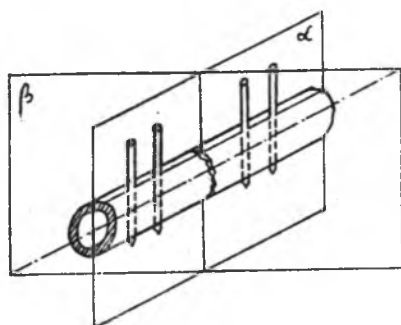
Summary. This paper presents an analysis of the loadings and stresses in the model of the connecting the implants with the bones fractured stabilized an external clamp apparatus.

1. WPROWADZENIE

Do bezgipsowego leczenia złamań kości, a także w celu wydłużenia kończyn, stosowane są aparaty zewnętrzne. W wielu przypadkach, jak np. otwarte złamania kości kończyn, są to układy kłamrowe stabilizatorów. W przypadku stabilizatora o określonej geometrii operator może poprzez zmianę położenia nośnika, do którego zamocowany jest wszczep, ustalać wielkość sił działających na odłam kostny w miejscach wprowadzenia wszczepów [1]. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że wielkości naprężeń występujących wokół wkręconych w kość wszczepów oraz w strefie złamania kości przy różnych rodzajach obciążenia zewnętrznego stabilizatora mają istotny wpływ na skutki leczenia.

2. OPIS MODELU STABILIZATORA

Założono, że układem rzeczywistym jest kość twarda o przekroju zbliżonym do pierścienia z dwoma parami równoległe do siebie wprowadzonych wszczepów leżących w płaszczyźnie α , przechodzącej przez oś podłużną kości (rys.1.). W płaszczyźnie tej działają siły skupione obciążające końce wszczepów. Ze względu na symetrię układu względem płaszczyzny β , przechodzącej przez pęknięcie (złamanie) i prostopadłej do osi kości, można rozpatrywać tylko część układu leżącą po jednej stronie tej płaszczyzny.



Rys.1. Model kości

Fig.1. Model of the bone

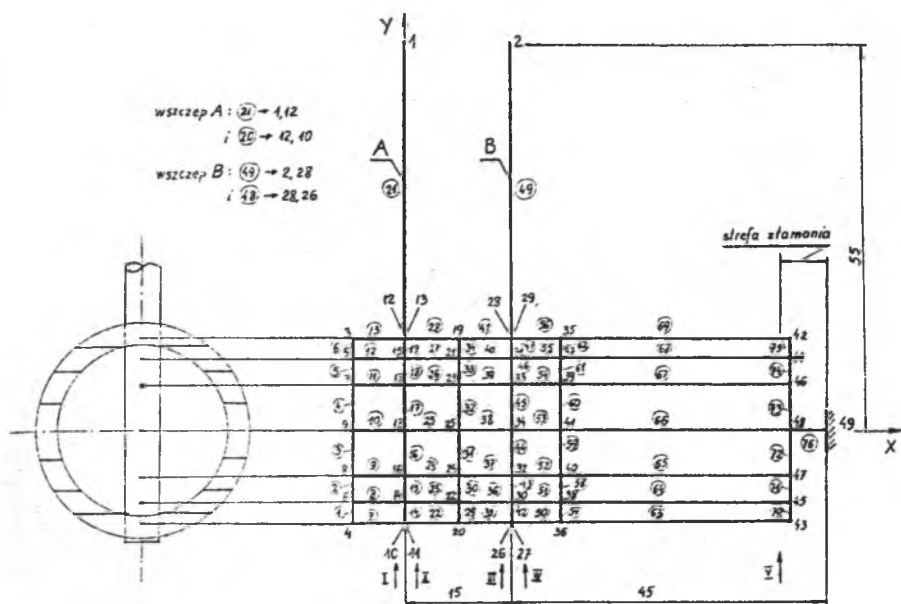
W celu określenia wyteżenia w obszarach kontaktu wkręczonej w kość szpilki przyjęto model układu w postaci płaskiego ustroju prętowego przedstawionego na rys.2. Model kości o przekroju pierścieniowym myślowo podzielono płaszczyznami prostopadłymi do osi wszczepów. Utworzonym w ten sposób warstwom przyporządkowano proste pręty o osiach przechodzących odpowiednio przez środki ciężkości przekrojów poprzecznych tych warstw. Założono, że warstwy połączone są prętami o osiach prostopadłych do powierzchni ich styku (model sklejanía warstw).

3. OBLICZENIA NAPRZEŃ

W celu określenia wpływu obciążeń zewnętrznych końców wszczepów na naprężenia w kości przeprowadzono obliczenia wielkości naprężeń w elementach opracowanego modelu [2] dla 9. wariantów tych obciążeń. Na rys.3. przed-

stawiono niektóre z przyjętych schematów obciążeń.

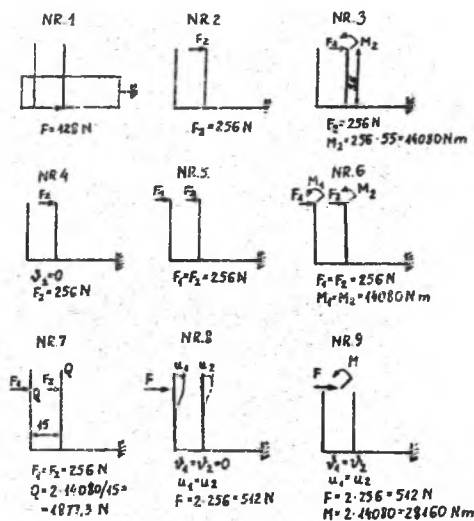
Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono graficzne rozkłady naprężeń w przekrojach I, II, III, IV i V modelu kości (rys.2 i 4) [3].



Rys.2. Model układu wszczepy - kość

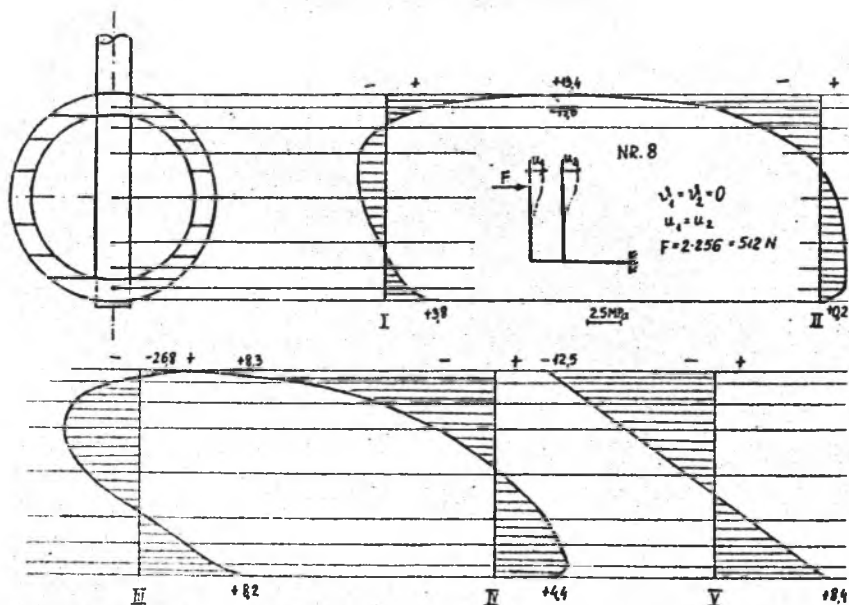
Fig.2. Model of the system implants - bone

W układzie rzeczywistym połączenia wszczepy - kość powinien być zapewniony równomierny rozkład naprężeń w wyszczególnionych przekrojach (rys.2) oraz w strefie złamania nie powinny występować momenty gnące. Obciążając układ mechaniczny siłami o różnych wartościach F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , Q , wyznaczono współczynniki wpływu poszczególnych obciążeń na wartości naprężeń σ i σ_n wywołane siłą osiową oraz momentem gnącym w poszczególnych elementach układu. Całkowite naprężenia w skrajnych włóknach kości równe są sumie naprężeń $= \sigma_n + \sigma$. Doboru zewnętrznych obciążeń końców wszczepów dokonano w ten sposób, aby zapewnić najmniejsze bezwzględne wartości naprężeń σ_{13} , σ_{28} , σ_{41} , σ_{56} dla konkretnego wariantu obciążenia. Przykładowy zestaw uzyskanych z obliczeń obciążeń końcówek wszczepów wraz z rozkładem naprężeń w kości przedstawiono na rys.5.



Rys.3. Warianty obciążeń

Fig.3. Kinds of the loadings



Rys.4. Rozkład naprężeń w przekrojach I-V modelu kości obciążonego jak w aparacie Sheara

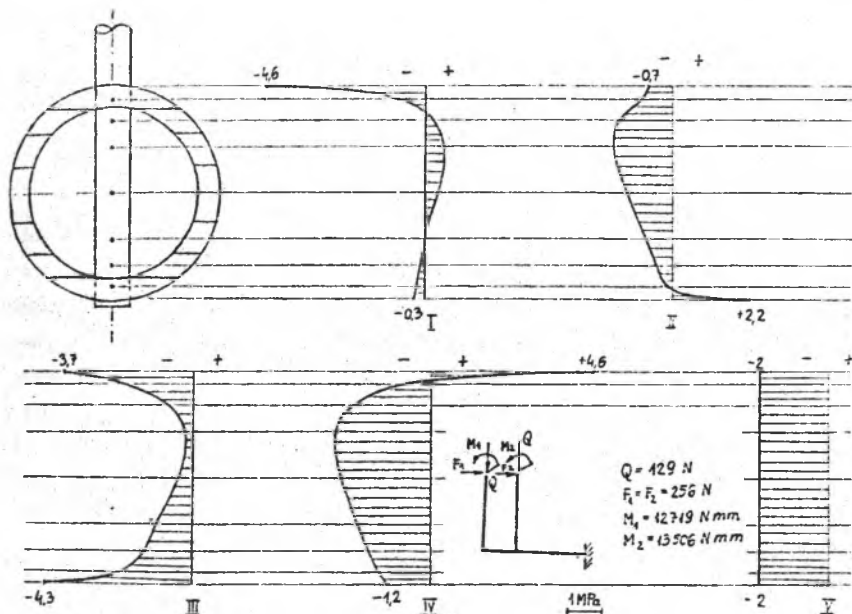
Fig.4. Stress distribution at sections I-V of the bone model for the loading used in the Shear's stabilizer

4. PODSUMOWANIE

Warianty obciążeń nr 4 i 8 (rys.3) wszczepów są stosowane praktycznie w zestawach stabilizatorów Sheara produkowanych przez firmę ORTHOPEADIC.

W tych przypadkach rozkłady naprężeń wokół wszczepów oraz w strefie złamania kości są niezadowalające (rys.4). Ze względu na efekty leczenia wskazane jest wprowadzić zmiany w sposobie obciążenia końcówek wszczepów oraz ich mocowania na nośniku. Korzystniejszy od stosowanych w praktyce jest np. wariant obciążeń przedstawiony na rys.5.

W przedstawionym w pracy modelu wszczepy - kość założono sztywne połączenie wszczepów z kością. Połączenie takie jest charakterystyczne dla początkowej fazy leczenia. W wyniku wyętwienia obszarów kości wokół wszczepów w następnych fazach leczenia może wystąpić zjawisko tzw. roz-



Rys.5. Rozkład naprężeń w przekrojach I-V modelu kości dla wariantu obciążeń dobraneo na podstawie obliczeń

Fig.5. Stress distribution at sections I-V of the bone model for the kind of loadings obtained by calculations

W celu zwiększenia dokładności obliczeń proponuje się przyjąć jako model połączenia wszczepy - kość przestrzenny ustrój prętowy z zadanymi

obciążeniami zewnętrznymi na końcach wszczepów. W modelu takim należy uwzględnić w ogólnym przypadku dwa sposoby pęknięcia kości: w płaszczyźnie prostopadłej do jej osi oraz w płaszczyźnie nachylonej pod kątem 45 st.

LITERATURA

- [1] Rafalski Z.: Siły, momenty gnące i naprężenia w odłamach kostnych stabilizowanych aparatami zewnętrznymi. Opracowanie niepublikowane.
- [2] Zienkiewicz O.C.: The finite element method. McGraw-Hill Book Company (UK) Limited 1977.
- [3] Balin A., Plaza M., Rafalski Z.: Analiza obciążeń i sił wewnętrznych w połączeniach wszczepów z odłamami kostnymi stabilizowanymi zewnętrznymi aparatami klamrowymi. Sprawozdanie z pracy CPBR 11.9 pt. "Aparat do stabilizacji zewnętrznej systemu R" Instytut Biocybernetyki i Inż. Biomedycznej PAN, 1988.

MODEL OF THE CONNECTING THE BONES FRACTURED BY MEANS OF THE CLAMP SYSTEM STABILIZERS

In this work the calculations of the loadings and stresses in the taked model of the connecting the implants with the bones fractured stabilized an external clamp aparate (Fig.1,2) have been carried. The kinds of the loadings used in practice in systems stabilizers Shear'a produced by the ORTHOPEADIC firm (No 4 and 8 - Fig.3.) give the unprofitable stress distributions in the bone areas about the implants and in the fracture zone (Fig.4).

The kind of loadings and stresses in the bone obtained by calculations (rys.5) is more profitable on account of the treatment results.