

MECHANIKA
BIBLIOTEKA INŻYNIERA

Witold Bodaszewski

**ANALIZY STATYCZNE
I KSZTAŁTOWANIE
BRYŁ CIENKOŚCIENNYCH**

Warszawa 2013

Recenzenci:

Dr inż. Ireneusz MARKIEWICZ
Prof. dr hab. inż. Maria KOTELKO
Prof. dr hab. inż. Jan ZAWADA
Prof. dr hab. inż. Włodzimierz ZOWCZAK


Korekta redakcyjna

Danuta SIKORA

Rysunki i skład komputerowy AUTOR

Druk wykonano z plików postscriptowych dostarczonych przez autora.

Wydanie I, Warszawa 2013

© Copyright by Witold Bodaszewski, Bydgoszcz, Warszawa 2013 
© Copyright by BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2013

Realizacja wydawnicza: *BEL Studio Sp. z o.o.*



*01-355 Warszawa,
ul. Powstańców Śl. 67 B
tel./fax (0-22) 665 92 22,
e-mail: studio@bel.com.pl
www.bel.com.pl
księgarnia: <http://www.iknt.edu.pl>*

*****ISBN: ; 9: /: 5/99; : /297/2

Publikacja w całości, ani we fragmentach, nie może być powielana, czy rozpowszechniana za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących i innych, bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| 1. Specyfika analiz konstrukcji cienkościennych oraz zawartość opracowania..... | 5 |
| 1.1. Ogólna charakterystyka podjętych zadań | 5 |
| 1.2. Rzeczywistość projektowa | 6 |
| 1.3. Idea metody SADSF i jej wersji aplikacyjnej | 6 |
| 1.4. Cel i zakres opracowania | 12 |
| 2. Wybrane pojęcia podstawowe | 15 |
| 2.1. Stan naprężenia | 15 |
| 2.2. Błonowy i zgięciowy stan naprężenia w powłokach | 16 |
| 2.3. Płaski stan naprężenia, tarcze i płyty | 17 |
| 2.4. Modele fizyczne materiału. Rola modelu sztywno-plastycznego w 'Podstawach konstrukcji maszyn' i metodzie SADSF | 17 |
| 2.5. Hipoteza Treski | 19 |
| 2.6. Zadania teorii nośności granicznej | 20 |
| 2.7. Zasady ekstremalne | 21 |
| 2.8. Zadania poszukiwania dolnego oszacowania nośności granicznej i zadania kształtowania | 22 |
| 2.9. Sens statycznie dopuszczalnego pola naprężenia | 22 |
| 2.10. Warunki równowagi na linii nieciągłości naprężenia | 23 |
| 2.11. Poglądowa ilustracja płaskiego, statycznie dopuszczalnego i nieciągłego pola naprężenia | 24 |
| 2.12. Transformacje | 26 |
| 2.13. Symetria i antysymetria oddziaływań | 28 |
| 2.14. Model półskorupowy | 29 |
| 3. Analizy statyczne i projektowanie struktur brył cienkościennych | 31 |
| 3.1. Miejsce analiz statycznych | 31 |
| 3.2. Problem istnienia pól błonowych | 32 |
| 3.3. Znaczenie integralnych oddziaływań brzegowych | 32 |
| 3.4. Fizyczne podstawy kryterium istnienia stanów błonowych | 36 |
| 3.5. Projektowanie struktur brył cienkościennych | 37 |
| 3.6. Uwagi i uzupełnienia | 39 |
| 3.7. Przykłady badań | 40 |
| 3.8. Projektowanie złożonych struktur brył cienkościennych przez dobór i łączenie znanych układów prostszych | 73 |
| 3.9. Analizy węzłów ram samochodów ciężarowych | 80 |
| 3.10. Wnioski i uwagi praktyczne | 92 |
| 4. Analizy korzystające z rozkładów stanów równowagi na stany prostsze | 95 |
| 4.1. Ujęcie inżynierskie | 95 |
| 4.2. Ujęcie stosowane w wersji aplikacyjnej metody SADSF | 98 |

| | |
|--|-----|
| 5. Wersja aplikacyjna metody SADSF | 101 |
| 5.1. Wprowadzenie | 101 |
| 5.1.1. Istota zakładanych uproszczeń | 101 |
| 5.1.2. Biblioteka programu SADSFaM1 | 101 |
| 5.2. Podstawy i przykłady sformułowań szczegółowych | 103 |
| 5.2.1 Sposób prezentacji pól składowych | 103 |
| – Przykłady opisów i zestawiania parametrów zewnętrznych | |
| – Uwagi i dodatkowe uzasadnienia | |
| 5.2.2. Łączenie pól bibliotecznych; najprostsze zastosowania inżynierskie | 106 |
| – Układanie warunków zwierania | |
| – Transformacje | |
| – Zadanie konstrukcji pola przestrzennego | |
| – Nakładanie warstwowe | |
| 5.3. Uzupelnienia | 117 |
| 5.3.1. Sprawa niejednoznaczności doboru pól składowych | 117 |
| 5.3.2. Praktyczne znaczenie ograniczeń wersji aplikacyjnej | 117 |
| 5.3.3. Idea sformułowań wielopoziomowych | 121 |
| 5.3.4. Programy składowe pakietu SADSFaM | 122 |
| 5.3.5. Podsumowanie | 125 |
| – Opis symboliczny pól bibliotecznych I poziomu złożoności | |
| – Zadania konstrukcji pól II poziomu integracji | |
| – Pola III i wyższych poziomów integracji | |
| 5.3.6. Przykład zadania konstrukcji pola wielowarstwowego | 127 |
| 6. Przykłady kształtowania | 131 |
| 6.1. Pola złożone w wybranych elementach brył cienkościennych | 131 |
| 6.1.1. Uwagi wstępne | 131 |
| 6.1.2. Przykłady rozwiązań pól płaskich i przestrzennych | 132 |
| 6.2. Kształtowanie na podstawie pól II poziomu złożoności | 145 |
| 6.2.1. Wprowadzenie | 145 |
| 6.2.2. Przykłady doboru pól składowych z biblioteki | 146 |
| 6.2.3. Przykłady rozwiązań | 157 |
| 6.2.4. Zastosowanie modelu półskorupowego do projektowania kratownicy przestrzennej | 171 |
| 6.3. Ujęcie trójpoziomowe | 175 |
| 6.3.1. Wprowadzenie | 175 |
| – Przykład sformułowania i rozwiązania zadania | |
| – Wnioski i uzyskiwane ułatwienia | |
| 6.3.2. Przykłady kształtowania | 177 |
| 7. Przykłady kształtowania konstrukcji bardzo złożonych | 185 |
| Literatura | 195 |
| Suplement: Biblioteka pól składowych programu SADSFaM1 | 197 |