

STEFAN CIEŚLA, WOJCIECH SITKO

PROSTY SPOSÓB OKREŚLANIA UŁAMKOWYCH RZĘDÓW ISOCHROM
PRZY BADANIACH MODELI PŁASKICH METODAMI FOTOSPRĘŻYSTOŚCI

Dla określenia płaskiego stanu naprężenia w badaniach modelowych metodami fotosprężystości, niezbędnym jest otrzymanie obrazu rozmieszczenia izochrom tzn. linii wzdłuż których różnica naprężeń głównych zachowuje wartość stałą: $\sigma_1 - \sigma_2 = \text{const}$. Uzupełnienie obrazu izochrom stanowi osobno uzyskiwany rozkład linii izoklin, tzn. linii o stałym kierunku naprężeń głównych. Znając rozkład linii izochrom i izoklin można na drodze obliczeniowej otrzymać pełny obraz pola naprężeń w modelu, a następnie w oparciu o prawa podobieństwa modelowego określić stan naprężenia w obiekcie rzeczywistym.

Oprócz metod klasycznych, bazujących na znajomości rozkładu linii izochrom i izoklin, istnieją również metody obliczeniowe dla określenia stanu naprężenia w oparciu o znajomość samego tylko pola izochrom, z pominięciem linii izoklin (np. [4]).

W każdym jednak przypadku możliwie dokładny obraz izochromu stanowi niezbędny punkt wyjścia dla określenia stanu naprężenia.

Izochromę charakteryzuje tzw. rząd izochromy δ proporcjonalny do różnicy $\sigma_1 - \sigma_2$ naprężeń głównych w modelu, zgodnie z zależnością:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{K}{b} \cdot \delta, \quad (1)$$

w której:

δ - jest rzędem izochromy,

b - grubością modelu,

K - współczynnikiem, zależnym od materiału i długości fali światła spolaryzowanego (tzw. wartość izochromy o wymiarze $\text{kg/cm}^2 \cdot \text{rząd}$).

Obserwując model w polaryskopie otrzymuje się przy skrzyżowanych osiach polaroidów izochromy rzędów całkowitych $\delta = 0, 1, 2, \dots$, a przy osiach równoległych izochromy rzędów połowkowych $\delta = 0, 5, 1, 5, 2, 5, \dots$. Otrzymany w ten sposób zbiór izochrom o rzędach $\delta = 0, 0, 5, 1, 1, 5, 2, 2, 5, \dots$ okazuje się często niewystarczającym dla dość dokładnego wyznaczenia naprężeń i w związku z tym zachodzi konieczność uzyskania dokładniejszego obrazu pola izochrom o rzędach pośrednich, np. $\delta = 0, 75$. Istnieje szereg tzw. metod kompensacyjnych określania ułamkowych rzędów izochrom (por. [1], [2], [3]...). Są to metody punktowe, tzn. pozwalające na określenie rzędu izochromy w poszczególnych punktach modelu.

Autorzy stosowali dla wyznaczania ułamkowych rzędów izochrom prosty sposób, oparty na założeniu proporcjonalności między składowymi stanu naprężenia w dowolnym punkcie modelu a wielkością obciążenia modelu. Rząd izochromy jest określony zależnością:

$$\delta = \mu(\sigma_1 - \sigma_2), \quad (2)$$

gdzie:

$\mu \frac{df}{K} b$ - jest współczynnikiem niezależnym od obciążenia.

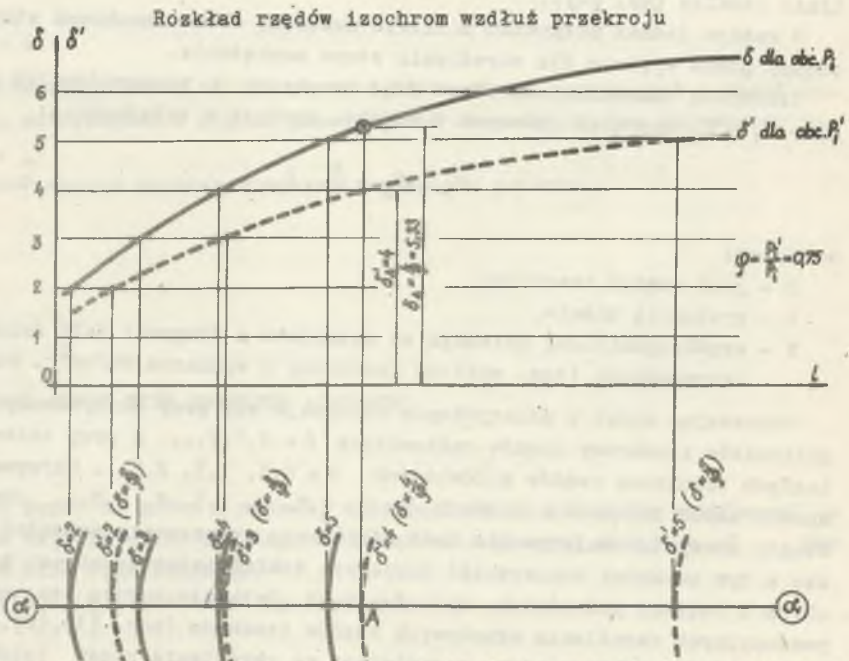
Z założonej proporcjonalności naprężeń głównych σ_1, σ_2 do wielkości obciążenia i z zależności (2) wynika, że również rząd izochromy jest proporcjonalny do wielkości obciążenia modelu.

Dla zobrazowania sposobu określania ułamkowych rzędów izochrom przedstawmy sobie model kolejno obciążony dwoma układami sił: (P_1) oraz (P'_1), przy czym dla każdej siły zachodzi:

$$\frac{P'_1}{P_1} = \varphi, \quad (3)$$

gdzie:

φ - jest dowolnie dobranym stosunkiem proporcjonalności.



Przykładowo: Przy obciążeniu P_1 rząd izochromy przechodzącej przez punkt A modelu wynosi $\delta_A = \frac{\delta_A}{\varphi} = \frac{4}{0.75} = 5,33$

Niech (P_1) będzie tym obciążeniem, dla którego należy określić pole izochrom; obciążenie (P'_1) nazwiemy pomocniczym (rys. 1).

Odznaczając przez δ , σ_1 , σ_2 rząd izochromy i naprężenia główne dla obciążenia P_1 , a przez δ' , σ'_1 , σ'_2 analogiczne wielkości przy obciążeniu P'_1 , otrzymamy zgodnie z (2):

$$\delta = \mu (\sigma_1 - \sigma_2) \quad (4)$$

i

$$\delta' = \mu (\sigma'_1 - \sigma'_2).$$

Jeżeli badany układ jest, jak założono, układem liniowo sprężystym, to odpowiednie wartości naprężeń będą pozostawały do siebie w identycznym stosunku jak obciążenia zewnętrzne tzn.:

$$\frac{\sigma'_1}{\sigma_1} = \frac{\sigma'_2}{\sigma_2} = \varphi \quad (5)$$

stąd

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{\mu(\varphi\sigma_1 - \varphi\sigma_2)}{\mu(\sigma_1 - \sigma_2)} = \varphi$$

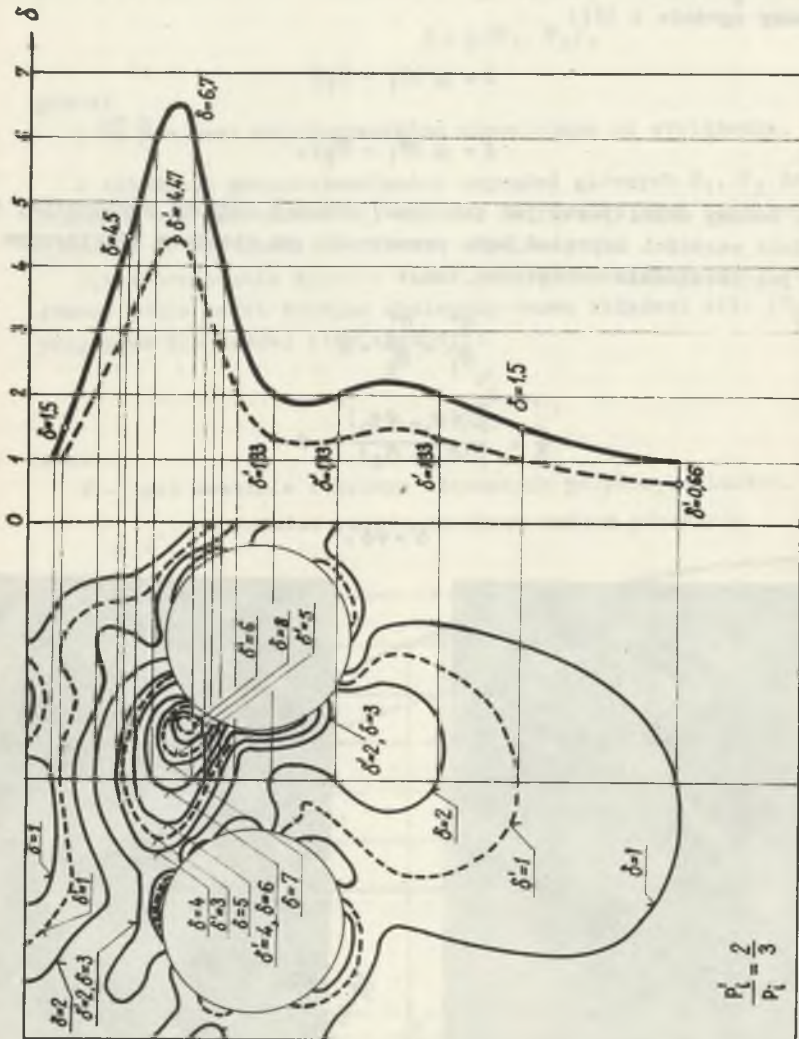
$$\delta' = \varphi\delta.$$



Rys. 2



Rys. 3



• - oznacza rzędną obliczoną wg opisywanego sposobu

Ryc. 4

Na podstawie przytoczonego rozumowania można postawić wniosek, że: obraz izochrom pełnych rzędów dla obciążenia $P'_1 = \psi P_1$, jest zarazem obrazem linii izochrom rzędów $\frac{1}{\psi}$ - krotnych dla obciążenia zewnętrznego P_1 .

Tok postępowania zostanie zobrazowany na przykładzie zaczerpniętym z opracowania autorów na temat analizy stanu naprężenia tarczy osłabionej otworami (rys. 2, 3 i 4).

LITERATURA

- [1] PROCHT M.M., - Photoelasticity, John Wiley Sons, Inc New York London 1962.
- [2] POPPL E. MONCH E. - Praktische Spannungsoptik, Springer Verlag; Berlin Göttingen Heidelberg 1959.
- [3] DURELLI A.J. RILEY W.F. - Introduction to Photomechanics, Prentice - Hall, Inc (Englewood Cliffs, N.J. - 1965.
- [4] ПОПОВА Т.Аз - Определение напряжений без использования изоклин, Поляризационно оптический метод исслед. напряжений - Сборник Статий Изд. Ак. Наук - Москва 1956 г.

PROSTY SPOSÓB OKREŚLANIA UŁAMKOWYCH RZĘDÓW ISOCHROM PRZY BADANIACH MODELI PŁASKICH METODAMI FOTOSPRĘŻYSTOŚCI

STRESZCZENIE

Dla określenia płaskiego stanu naprężenia metodami fotosprężystości w wielu przypadkach niezbędna jest znajomość ułamkowych rzędów izochrom. W artykule omówiono prosty sposób określania ułamkowych rzędów izochrom oparty na założeniu proporcjonalności naprężeń do wielkości obciążenia.

НЕСЛОЖНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДРОБНЫХ ПОРЯДКОВ ПОЛОС ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПЛОСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ

С о д е р ж а н и е

Во многих случаях для определения плоского напряженного состояния методом фотоупругости необходимо знать дробные порядки полос. В статье представлено несложный способ определения дробных порядков полос базирующий на линейной зависимости напряжений от нагрузки.

Złożono w redakcji w czerwcu 1968 r.