

Jerzy ANTONIAK
Ryszard PARKITNY
Lech TOMSKI

SYNTEZA KONSTRUKCJI OBUDÓW OSŁONOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono, w zakresie analizy obciążeń, jednolite ujęcie obudów osłonowych. Wyróżniono obudowy z podparciem stropnicy, osłony i z ciągnięciem osłony. Wykonano, w całym przedziale usytuowania stojaka, obliczenia numeryczne współczynnika efektywności podparcia stropu.

1. Ogólne ujęcie konstrukcji

Obudowy osłonowe, w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych, przeszły ostatnio burzliwy okres rozwoju. Zasadniczym celem tych rozwiązań jest efektywne przystosowanie obudów do spotykanych warunków eksploatacyjnych.

Nowe, zmodernizowane rozwiązania konstrukcyjne są ponadto wynikiem lepszego rozeznania pracy poszczególnych elementów obudowy. Tendencje te są zauważalne zarówno wśród obudów osłonowych z przegubem centralnym jak i obudów z mechanizmem lemniskatowym. Korzystną cechą obudowy z mechanizmem lemniskatowym ze względu na zachowanie prawie stałej odległości pomiędzy stropnicą a ociosem węglowym osiąga się w obudowach z czopem centralnym poprzez zmienne położenie tego czopa. Przykładem takiego rozwiązania są obudowy firmy Hemscheidt (MHW - 280 HSL) [1]. Warto również przytoczyć obudowę firmy Thyssen (RHS 13/30 - "System Rheinstahl") [2], zapewniającą także stałość tej odległości, w której w górnym końcu osłony odzawałowej znajdują się dwie belki teleskopowe podtrzymujące stropnicę.

Efektywność podparcia stropu, przez którą rozumie się stosunek siły podparcia do siły w stojaku, uwarunkowana jest w pierwszym rzędzie miejscem usytuowania stojaka w obudowie. Można tu rozważyć możliwość osadzenia stojaka w osłonie odzawałowej bądź w stropnicy, jak również miejsce jego położenia względem tych elementów.

Przykładem obudowy podpieranej bezpośrednio poprzez stropnicę są obudowy firmy Thyssen (RHS/BL) [4] oraz firmy Klöckner - Neumanntik GMBH [5]. Podparcie stropnicy w osi jej czopa zrealizowane jest np. w obudowach KOMAG I oraz MHW-BZ-230 firmy Hemscheidt [1].

Liczną grupę stanowią obudowy, w których stojak hydrauliczny podpira osłonę w części wyznaczonej przez czop stropnicy i przegub centralny. Są

to między innymi obudowy KOMAG II, Rheinstahl RHS 17/36L [3], Hemscheidt 280 H [4] oraz firmy Bennes Marrel [6].

Spotyka się również obudowy, w których podparcie stropu jest wywołane poprzez ciągnięcie osłony odzawałowej poniżej przegubu centralnego ("System Rheinstahl" - RHS 13/130 [2]).

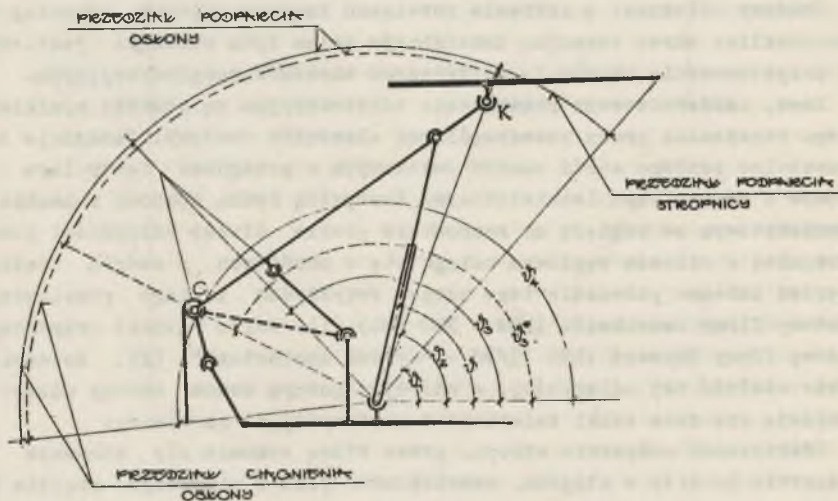
W tych różnorodnych rozwiązaniach konstrukcyjnych obudów osłonowych nie zauważono wspólnej miary, stwarzającej możliwości do ich optymalizacji. Traktowano je bowiem w sposób indywidualny.

W niniejszej pracy podjęto próbę przedstawienia w ogólnej postaci konstrukcji obudów osłonowych.

Różnorodne konstrukcje obudów ujęto zatem jednolicie, wyróżniając przedziały:

- podparcia stropnicy,
- podparcia osłony,
- ciągnięcia osłony.

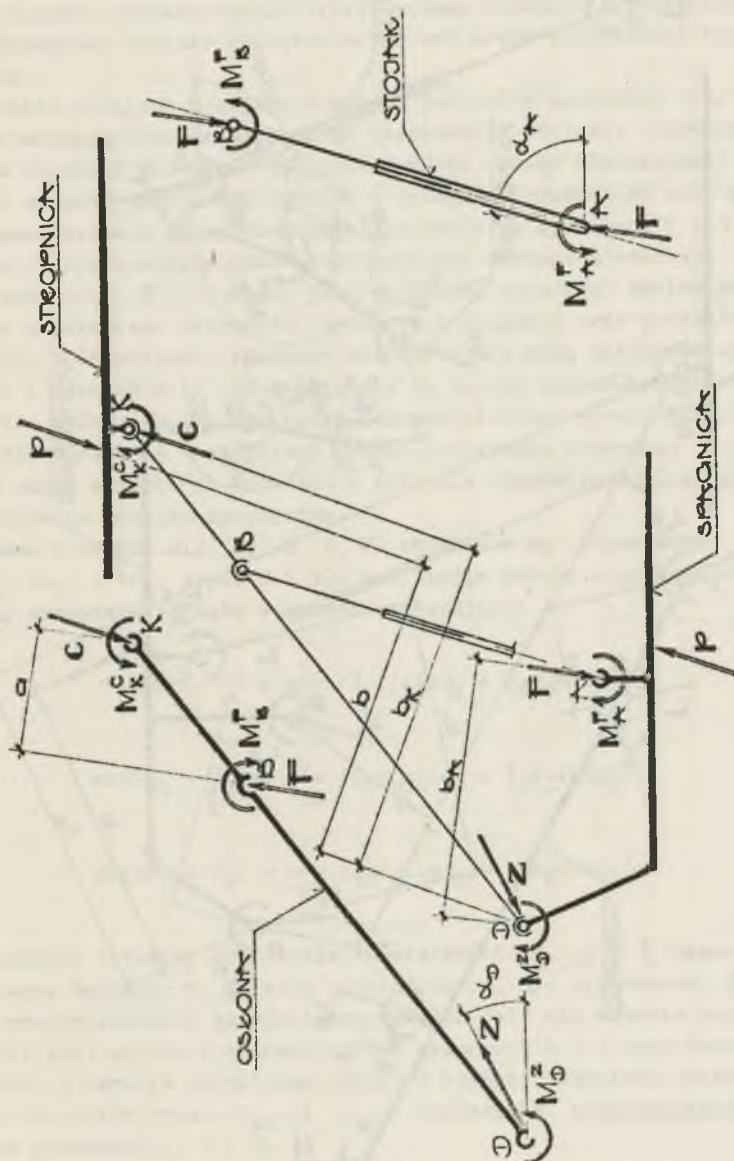
Dotyczy to zarówno obudów z czopem centralnym jak i z mechanizmem lemiskatowym (rys. 1).



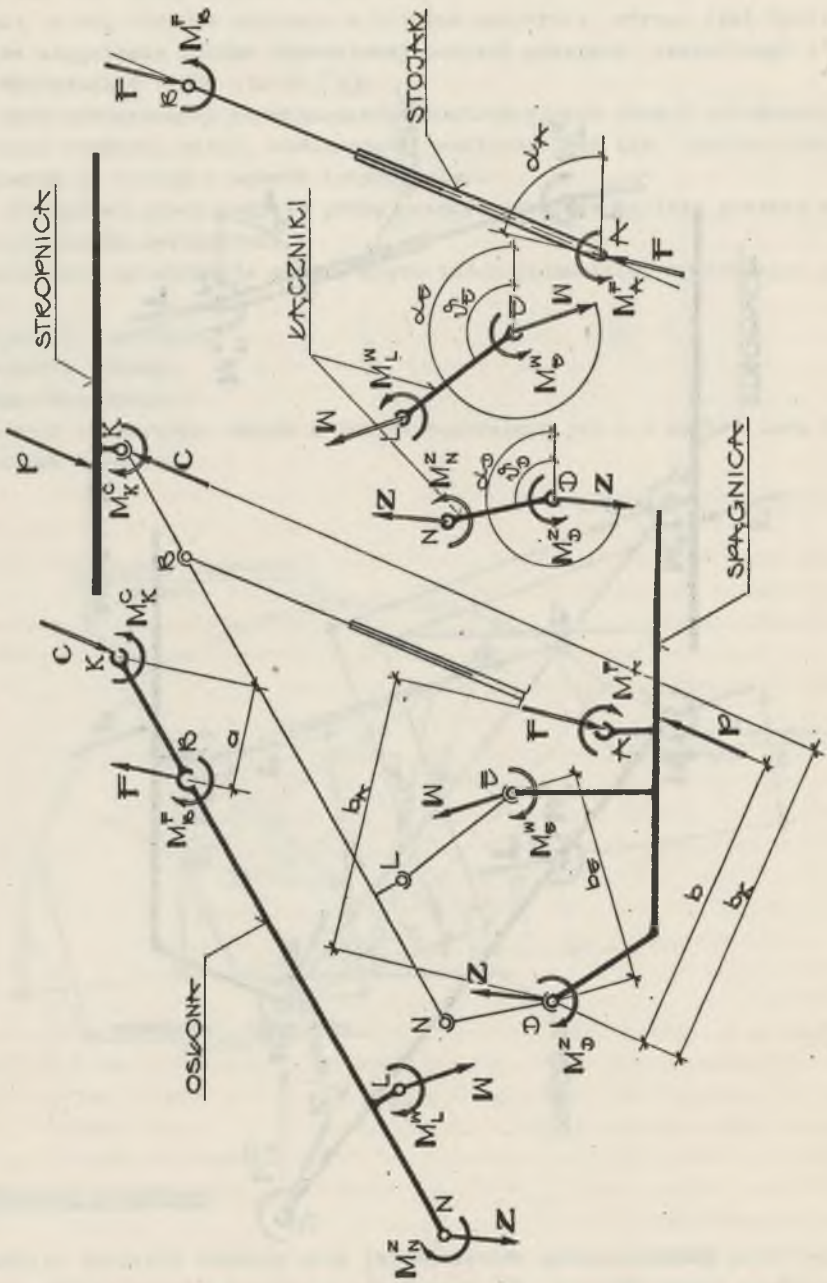
Rys. 1

2. Obciążenia obudowy

Analizę obciążeń obudowy oraz jej elementów przeprowadzamy przy uwzględnieniu tarcia między obudową a górotworem [7]. Z racji ruchu poszczególnych elementów obudowy względem siebie oraz występujących w tych warun-



rys. 2



Rys. 3.

kach znacznych współczynników tarcia [8], rozważamy także tarcie w przegubach. Wartości i zwroty momentów tarcia mają istotny wpływ na ogólny stan obciążenia poszczególnych elementów obudowy. Kinematyka obudowy determinuje zwroty momentów tarcia w przegubach. Dlatego poprzez odpowiedni dobór zależności geometrycznych układu możemy narzucić "sprzyjające" zwroty tych momentów. Analiza obciążeń winna być zatem poprzedzona analizą kinematyczną.

W analizie obciążeń ujmujemy w sposób jednolity wszystkie trzy rodzaje obudów wyszczególnione ze względu na usytuowanie stojaka. Odróżniamy je jedynie w aspekcie rozwiązań mechanizmu ruchu osłony odzawalowej.

Siły i momenty tarcia dla obudowy z przegubem centralnym oraz z mechanizmem lemniskatowym przedstawiono odpowiednio na rysunkach 2 i 3. Otrzymano je w wyniku wyodrębnienia poszczególnych elementów obudowy.

Siłę podparcia P rozumiemy jako wypadkową rozkładu nacisków między obudową a górotworem. Sztywność stropnicy i spągnicy oraz podatność ośrodka decydują o charakterze rozkładu nacisków, nie mają natomiast wpływu na położenie i wartość siły P . Obowiązuje tu bowiem zasada wymiarów początkowych, dla której pomija się wpływ odkształcalności poszczególnych elementów [9]. Określone w niniejszy sposób obciążenia stropnicy i spągnicy stanowią punkt wyjścia do rozważań w zakresie oddziaływań lokalnych, np. jako układów na podłożu sprężystym.

Kierunki i zwroty sił P , Z i W określone są odpowiednio poprzez kąty α_A , α_D i α_E (rys. 2 i 3). Analizując tarcia w przegubach obudowy możemy wyznaczyć te kąty w sposób następujący:

$$\begin{aligned} \sin(\alpha_A - \nu) &= \frac{1}{l_{AB}} (\xi_A r_A \sin \varphi_A + \xi_B r_B \sin \varphi_B), \\ \sin(\alpha_D - \nu_D) &= \frac{1}{l_{DZ}} (\xi_D r_D \sin \varphi_D + \xi_Z r_Z \sin \varphi_Z), \\ \sin(\alpha_E - \nu_E) &= \frac{1}{l_{EL}} (\xi_E r_E \sin \varphi_E - \xi_L r_L \sin \varphi_L), \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie wskaźnik literowy przy każdej z wielkości r , φ i ξ oznacza odpowiedni czop. Ogólnie r określa promień czopa, φ - kąt tarcia, ξ jest natomiast współczynnikiem przyjmującym wartość "+1" dla momentu tarcia, którego zwrot jest zgodny z zaznaczonym na rysunkach 2 i 3 oraz wartość "-1" dla momentu o zwrocie przeciwnym. Długość stojaka oznaczono przez l_{AB} a długości łączników przez l_{DZ} i l_{EL} . Oznaczenia pozostałych wielkości podano na rysunkach 1, 2 i 3.

Rozpisując warunki równowagi dla stropnicy i spągnicy dochodzimy do następującego równania na współczynnik efektywności podparcia stropu ($\mathfrak{z} = \frac{P}{S}$):

$$(B^2 - C^2)\cos^2(\alpha_1 - \nu)\mathfrak{z}^2 + 2(AB + C^2\sin(\alpha_1 + \varphi))\cos(\alpha_1 - \nu)\mathfrak{z} + A^2 - C^2 = 0, \quad (2)$$

gdzie S jest osiową siłą ciśnienia w stojaku. Dla obudowy z przegubem centralnym współczynniki A , B i C równania (2) są równe:

$$A = b_A + \xi_A r_A \sin \varrho_A + \eta \xi_B r_B \sin \varrho_B - \eta a,$$

$$B = (1 - \eta) \xi_K r_K \sin \varrho_K - b_K,$$

$$C = \xi_D r_D \sin \varrho_D + \eta \xi_K r_K \sin \varrho_K,$$

natomiast dla obudowy z mechanizmem lemniskatowym mamy:

$$\begin{aligned} A &= b_A + \xi_A r_A \sin \varrho_A + \eta \xi_B r_B \sin \varrho_B - \eta a + \\ &+ \frac{\sin(\alpha_A - \alpha_D)}{\sin(\alpha_D - \alpha_E)} (\xi_E r_E \sin \varrho_E - b_E) - \frac{\sin(\alpha_A - \alpha_E)}{\sin(\alpha_E - \alpha_D)} \xi_D r_D \sin \varrho_D, \\ B &= (1 - \eta) \xi_K r_K \sin \varrho_K - b_K - \frac{\cos(\alpha_D + \varphi)}{\sin(\alpha_D - \alpha_E)} (\xi_E r_E \sin \varrho_E - b_E) + \\ &- \frac{\cos(\alpha_E + \varphi)}{\sin(\alpha_E - \alpha_D)} \xi_D r_D \sin \varrho_D, \\ C &= \eta \xi_K r_K \sin \varrho_K. \end{aligned}$$

Właściwą wartość \mathfrak{z} ustalamy z równań rzutów sił działających na spągnicę.

Poszczególne zakresy podparcia obudowy rozstrzygnięto predykatem η , przyjmującym wartość jeden dla $\nu \in \langle \nu_1, \nu_2 \rangle$ oraz zero dla $\nu \in \langle \nu_2, \nu_4 \rangle$.

Siła P oddziaływania stojaks na obudowę wynika z relacji

$$P = \frac{S}{\cos(\alpha_A - \nu)}. \quad (3)$$

Siłę Z dla obudowy z przegubem centralnym wyznaczamy ze wzoru:

$$Z = \frac{S}{\cos(\alpha_A - \vartheta)} \sqrt{1 + \lambda^2 \cos^2(\alpha_A - \vartheta) - 2\lambda \sin(\alpha_A + \varrho) \cos(\alpha_A - \vartheta)}, \quad (4)$$

zaś siły Z i W dla obudowy z mechanizmem lemniskatowym są następujące:

$$Z = S \frac{\sin(\alpha_A - \alpha_E) - \lambda \cos(\alpha_E + \varrho) \cos(\alpha_A - \vartheta)}{\sin(\alpha_A - \alpha_E) \cos(\alpha_A - \vartheta)}, \quad (5)$$

$$W = S \frac{\sin(\alpha_A - \alpha_D) - \lambda \cos(\alpha_E + \varrho) \cos(\alpha_A - \vartheta)}{\sin(\alpha_E - \alpha_D) \cos(\alpha_A - \vartheta)}.$$

Siłę C , wspólną dla obu rozwiązań obudowy, obliczamy ze wzoru:

$$C = S((1-\eta)\lambda + \frac{\eta}{\cos(\alpha_A - \vartheta)}) \sqrt{1 + \lambda^2 \cos^2(\alpha_A - \vartheta) - 2\lambda \sin(\alpha_A + \varrho) \cos(\alpha_A - \vartheta)}. \quad (6)$$

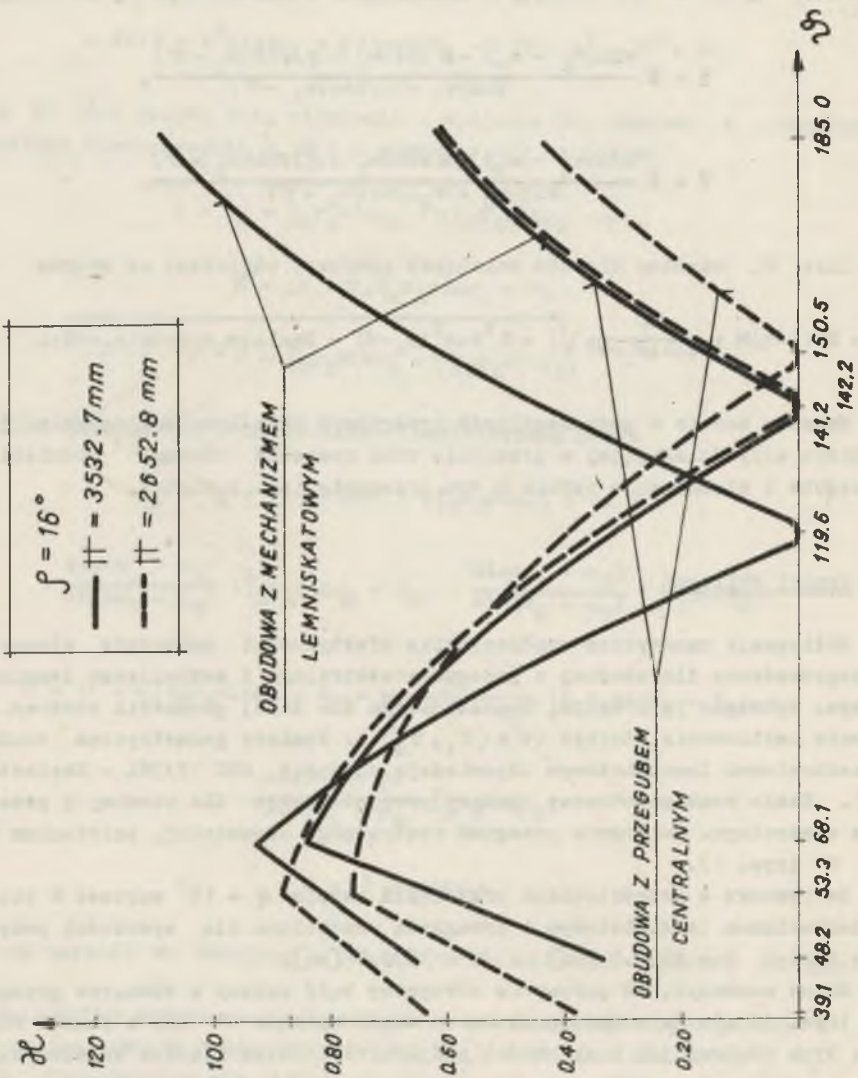
Momenty tarcia w poszczególnych przegubach określone są ogólnie jako iloczyn siły działającej w przegubie oraz ramienia równego promieniowi przegubu i sinusa kąta tarcia w tym przegubie (np. $r_A \sin \alpha_A$).

3. Wyniki obliczeń

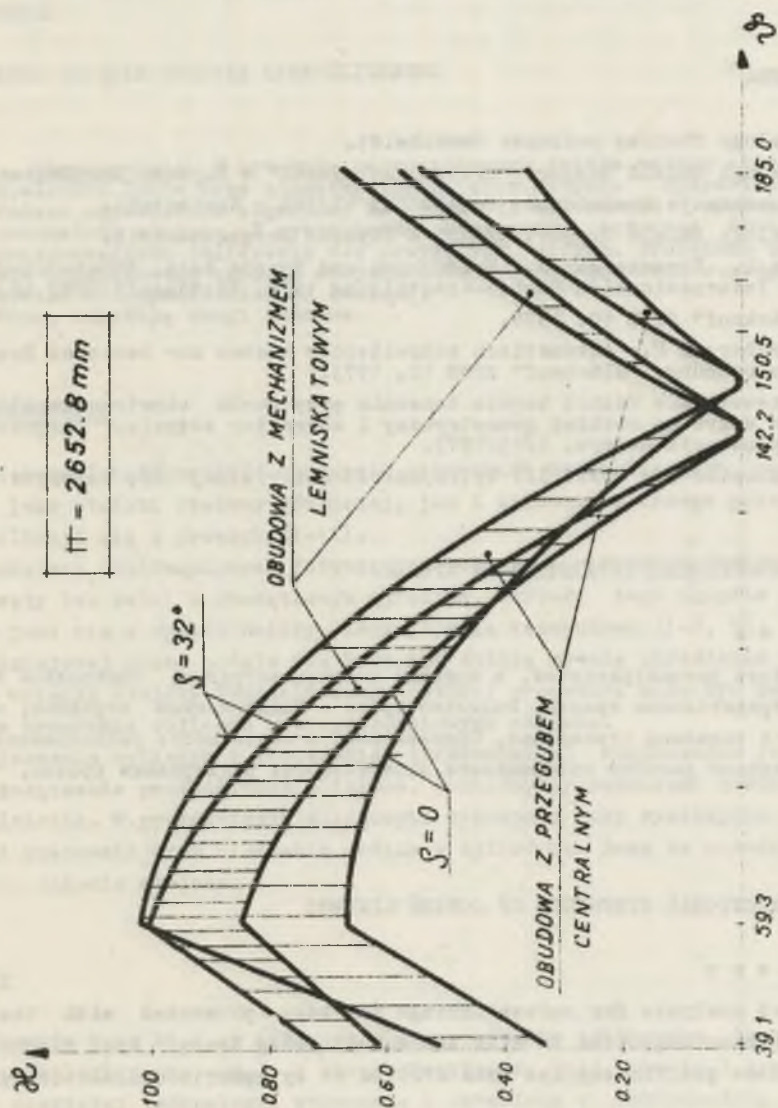
Obliczenia numeryczne współczynnika efektywności podparcia stropu λ przeprowadzono dla obudowy z przegubem centralnym i mechanizmem lemniskatowym. Wykonano je w całym, dopuszczalnym dla danej geometrii obudowy, zakresie usytuowania stojaka ($\vartheta \in \langle \vartheta_1, \vartheta_4 \rangle$). Wymiary geometryczne obudowy z mechanizmem lemniskatowym odpowiadają obudowie RHS 17/36L - Rheinstahl [3]. Takie same podstawowe wymiary przyjęto także dla obudowy z przegubem centralnym. Położenia przegubu centralnego odpowiadają położeniom czoła C (rys. 1).

Na rysunku 4 przedstawiono przy kącie tarcia $\varrho = 16^\circ$ wartość λ obudów z mechanizmem lemniskatowym i przegubem centralnym dla wysokości podparcia stropu $H = 2652.8$ [mm] i $H = 3532.7$ [mm].

Można zauważyć, iż podparcie stropnicy bądź osłony w obszarze przegubu K (rys. 1) nie daje istotnych zmian współczynnika λ tak z punktu widzenia typu obudowy jak i wysokości podparcia. Istotne różnice współczynnika λ otrzymuje się w zakresie ciągnięcia osłony. Nadmienimy ponadto, że w praktycznym przedziale kąta ϑ obudowa z mechanizmem lemniskatowym charakteryzuje się wyższym współczynnikiem efektywności podparcia stropu. Obudowa ta jest także mniej "czuła" na zmianę kąta tarcia ϱ (rys. 5).



Rys. 4



Rys. 5

Przedstawiona w niniejszej pracy synteza konstrukcji obudów stanowi punkt wyjścia do rozważań szczegółowych dotyczących projektowania. Należy tu wziąć pod uwagę szereg warunków ograniczających. Będą to ograniczenia wynikające z warunków eksploatacji, geometrii i kinematyki układu, warunków konstrukcyjnych, dotyczących własności materiałowych oraz wytrzymałości i sztywności poszczególnych elementów obudowy.

LITERATURA

- [1] Katalog: Obudowa osłonowa Hemscheidt.
- [2] Katalog: Shield Support "System Rheinstahl" - Thyssen Bergbautechnik.
- [3] Dokumentacja techniczna: Schild RHS 17/36L - Rheinstahl.
- [4] Katalog: Shield Support RHS/BL - Thyssen Bergbautechnik.
- [5] Hahn L., Irresberger J.: Neuerungen und Trends beim Strebausbau auf der Internationalen Berbau-Ausstellung 1976, "Glückauf" ZTWB 18. 1976.
- [6] "Glückauf" ZTWB 10. 1976.
- [7] Irresberger H.: Automatisch schreitender Ausbau zur besseren Hangendbeherrschung, "Glückauf" ZTWB 12, 1973.
- [8] Olszewski E.: Udział tarcia toczenia przy ruchu obrotowo-zwrotnym i jego wpływ na rozkład geometryczny i charakter zużycia. Zagadnienia eksploatacji maszyn. 1/13/1973.
- [9] Jakubowicz A., Orłowski Z.: Wytrzymałość materiałów, WNT, Warszawa 1972.

СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ОГРАДИТЕЛЬНЫХ КРЕПЕЙ

Резюме

В работе рассматривается, в пределе анализа нагрузок, однородное предельное ограждение крепей. Выделено крепи с поддержанием верхняка, ограждения и с подъемом ограждения. Произведено, в целом месте расположения стойки, численные расчёты коэффициента эффективности поддержания кровли.

A CONSTRUCTIONAL SYNTHESIS OF SCREEN LININGS

Summary

A load analysis for screen linings has been presented with the roof bar or screen supported or with the screen being drawn. Roof support effectiveness coefficient has been arrived at by numeric calculations.