

## PODOBIENSTWA I RÓŻNICE W ZAKRESIE STRUKTURY GEOMETRYCZNEJ SEKCJI OBUDÓW ŚCIANOWYCH

### STRESZCZENIE

*W artykule przedstawiono schemat struktury geometrycznej, wspólnej dla trzech odmian sekcji lemniskatowych osłonowej obudowy ścianowej oraz schematy struktur uzupełniających tych sekcji, służących do korekcji rozpięcia i rabowania. Podano zasady opisu matematycznego tych sekcji. Wykazano, że w zakresie podstawowym sekcje można przedstawić jednym opisem, a w zakresie korekcji sekcje opisują oddzielne relacje. Przedstawiono geometryczno-kinematyczne charakterystyki sekcji dotyczące ich istotnych właściwości, sporządzone na podstawie opisów matematycznych.*

**Słowa kluczowe:** maszyny górnicze, lemniskatowe obudowy ścianowe, właściwości geometryczno-kinematyczne

### SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN GEOMETRICAL STRUCTURE OF WALL SUPPORT UNITS

*In the paper a scheme of the geometrical structure, combined for three types of lemniscate wall support units and schemes of complementary units for correction of stretching and withdrawing of support have been presented. The principles of mathematical description for these units have been given. It has been demonstrated that in the basic scope the units may be presented by one description and in the scope of correction the units may be described by separate relations. The geometrical-kinematics characteristics of units have been presented which concerns their essential features, prepared on the basis of mathematical descriptions.*

**Keywords:** mining machines, lemniscate wall support units, geometrical-kinematic characteristics

### 1. WSTĘP

W zakresie struktury geometrycznej sekcji różnice są ewidentne nawet w przypadku sekcji obudów osłonowych. Szczególnie wyraźnie zauważalne są, gdy sekcje przedstawia się za pomocą schematów strukturalnych.

Sekcje obudów osłonowych, w szczególności lemniskatowe, pomimo różnic w strukturze wykazują podobne właściwości w funkcjonowaniu, zwłaszcza w zakresie kinematyki i statyki.

Podobieństwa sekcji lemniskatowych ujawniają się w ich opisie matematycznym [1]. Opis matematyczny, ze wszystkich możliwych opisów sekcji obudów ścianowych, ma znaczenie istotne ze względów poznawczych i użytkarnych. Opis matematyczny pozwala jednocześnie ściśle rozpoznawać właściwości sekcji obudów, ponieważ w zakresie geometrii wynika z zasad planimetrii, a w zakresie statyki – z zasad statyki.

Przedmiotem niniejszego artykułu jest rozpoznawanie na podstawie opisów matematycznych właściwości sekcji obudów oraz podobieństw i różnic w zakresie geometrii pomiędzy sekcjami o odmiennych strukturach. Kolejny artykuł poświęcony będzie rozpoznawaniu właściwości sekcji obudów oraz ich podobieństw i różnic w zakresie statyki.

Opisy matematyczne dotyczyć będą sekcji lemniskatowych mających trzy różne mechanizmy korygujące, a mianowicie:

- 1) siłownik zastrzałowy rozpięający stropnicę i osłonę odzawałową,
- 2) stojaki usytuowane w dwóch rzędach rozpięające stropnicę i spągnicę,
- 3) stojaki usytuowane w drugim rzędzie rozpięające osłonę odzawałową i spągnicę.

Do opisu przyjęto sekcje z wymienionymi mechanizmami korygującymi, ponieważ przewiduje się, że w przyszłości mogą być nadal stosowane w ścianach wydobywczych o wysokiej produktywności, wyposażonych w nowoczesne kombajny frezujące i przenośniki odstawcze [2, 3].

Obudowy osłonowe zestawiane z wymienionymi sekcjami, w szczególności z sekcjami z siłownikiem zastrzałowym, ze względu na swoje właściwości umożliwią wykorzystanie potencjału nowoczesnych kombajnów urabiających i przenośników odstawczych, jeżeli będą właściwie dobrane do warunków geologiczno-górnich wyrobiska. Obudowy spełnią oczekiwania, przede wszystkim, jeżeli będą właściwie użytkowane oraz będą miały zapewnioną właściwą obsługę techniczną uwzględniającą dostosowanie właściwości sekcji do zmieniających się warunków w poszczególnych cyklach wybierania.

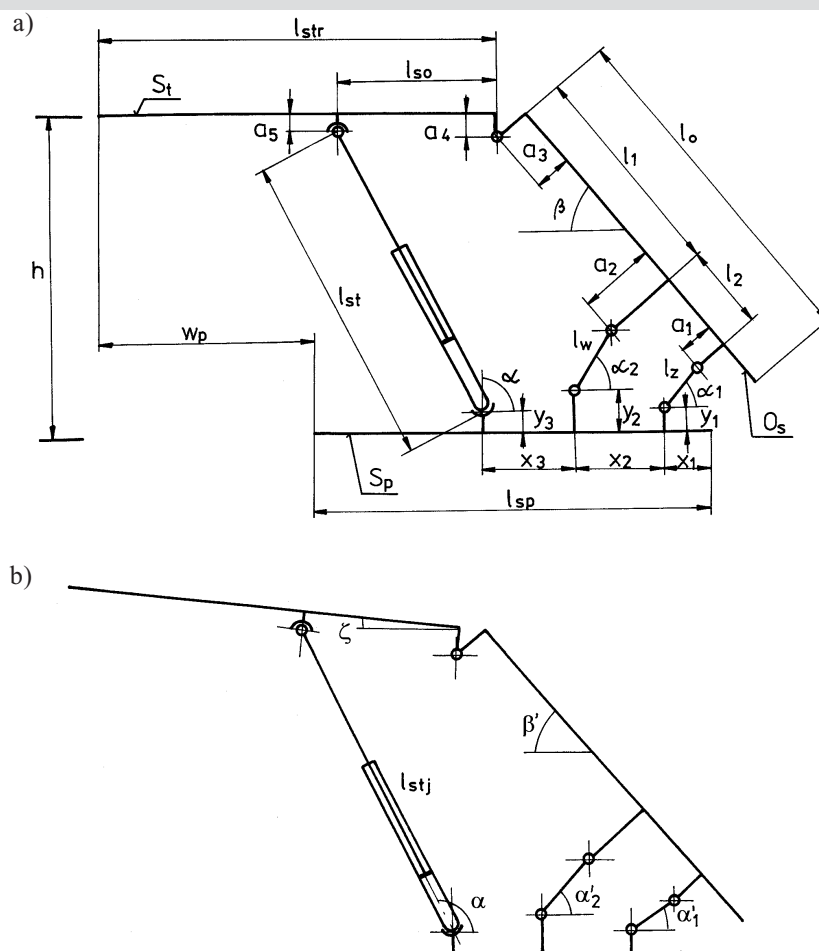
Celem poprawienia technicznej obsługi obudów ścianowych, aby w pełni wykorzystać właściwości ich sekcji, konieczne jest upowszechnianie wiedzy o ich właściwościach i funkcjonalnych możliwościach. Niniejszy artykuł i zapowiedziany następny mają być pomocą w zdobywaniu wiedzy o właściwościach sekcji obudów osłonowych.

### 2. STRUKTURY GEOMETRYCZNE SEKCJI LEMNISKATOWYCH

Dla uproszczenia opisów matematycznych przyjmuje się do rozpatrzenia sekcje w wykonaniu podstawowym. Sekcje w tej wersji nie mają stropnic przednich i stropnicy tylnej.

Przyjęte do opisu sekcje trzech odmian mają część wspólną (rys. 1).

\* Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH, jptak@uci.agh.edu.pl; jabla@uci.agh.edu.pl



Rys. 1. Schemat struktury geometrycznej wspólnej dla wszystkich odmian sekcji lemniskatowych obudowy osłonowej: a) sekcja z równoległym położeniem stropnicy i spagnicy; b) sekcja z wychyloną stropnicą

Część wspólną tych sekcji tworzą połączone ze sobą przegubowo następujące zespoły zasadnicze:

- spagnica  $S_p$ ,
- stropnica  $S_t$ ,
- osłona odzawałowa  $O_s$  i łączące ją ze spagnicą cięgła mechanizmu lemniskatowego.

Wymienione zespoły przemieszczają się na skutek działania siłownika hydraulicznego (stojaka) albo dwóch, usytuowanych na szerokości sekcji. Stojaki ustawione są w gniazdach na spagnicy i podpierają stropnicę. Schemat pokazany na rysunku 1a przedstawia strukturę geometryczną w planie płaskim i w części wspólnej dla trzech odmian przyjętych do opisu matematycznego. Schemat odzwierciedla powierzchnie robocze spagnicy, stropnicy i osłony odzawałowej. Pokazuje przede wszystkim przeguby łączące zespoły w całość i podaje ich położenia od powierzchni roboczych zespołów zewnętrznych oraz względem siebie.

Zestaw wymienionych zespołów oraz układu rozpięcia nie ma jednoznacznej kinematyki zarówno w fazie rozpięcia stojaków, jak i również ich zsuwania (rabowania sekcji). W wyniku rozpięcia stojaków stropnica jest podnoszona, a w wyniku zsuwania stojaków – stropnica jest obniżana. Niejednoznaczność kinematyki sekcji złożonej z wymienionych zespołów wynika z tego, że środek masy

zespołów ruchomych nie znajduje się na prostej działania składowej pionowej siły rozpięcia stojaków.

Konsekwencją tego jest wychylanie się stropnicy od położenia właściwego podczas rozpięcia i rabowania sekcji. Za właściwe uważa się położenie stropnicy równoległe do spagnicy (rys. 1a).

Sekcja rozpięta lub rabowana tylko stojakami ma stropnicę nachyloną przednią częścią do góry ( $+\zeta$ ) lub do dołu ( $-\zeta$ ) w zależności od położenia środka masy, głównie od rozwiązania konstrukcyjnego stropnicy (rys. 1b).

Podczas rozpięcia sekcja uzyskuje właściwą postać (rys. 1a) dopiero wtedy, gdy stropnica podniesionym końcem oprze się o strop. Pod dalszym działaniem stojaków następuje stopniowe kontaktowanie się stropnicy ze stropem i przywarcie jej do stropu na całej długości.

Pod działaniem stropu stropnica może również wychylać się przednim lub tylnym końcem do dołu, gdy następuje jej obniżanie. Następuje to wtedy, gdy prosta działania siły wynikającej z działania stropu nie pokrywa się z prostą działania wypadkowej sił działających na zespoły sekcji [4, 5].

Rozpięcie i rabowanie sekcji lemniskatowej ze stropnicą w położeniu innym od właściwego, szczególnie gdy wychylenie jest graniczne, nie jest dla zespołów i elementów oraz węzłów kinematycznych sekcji korzystne. Aby nie dopuścić do sytuacji granicznych w strukturze sekcji pod-

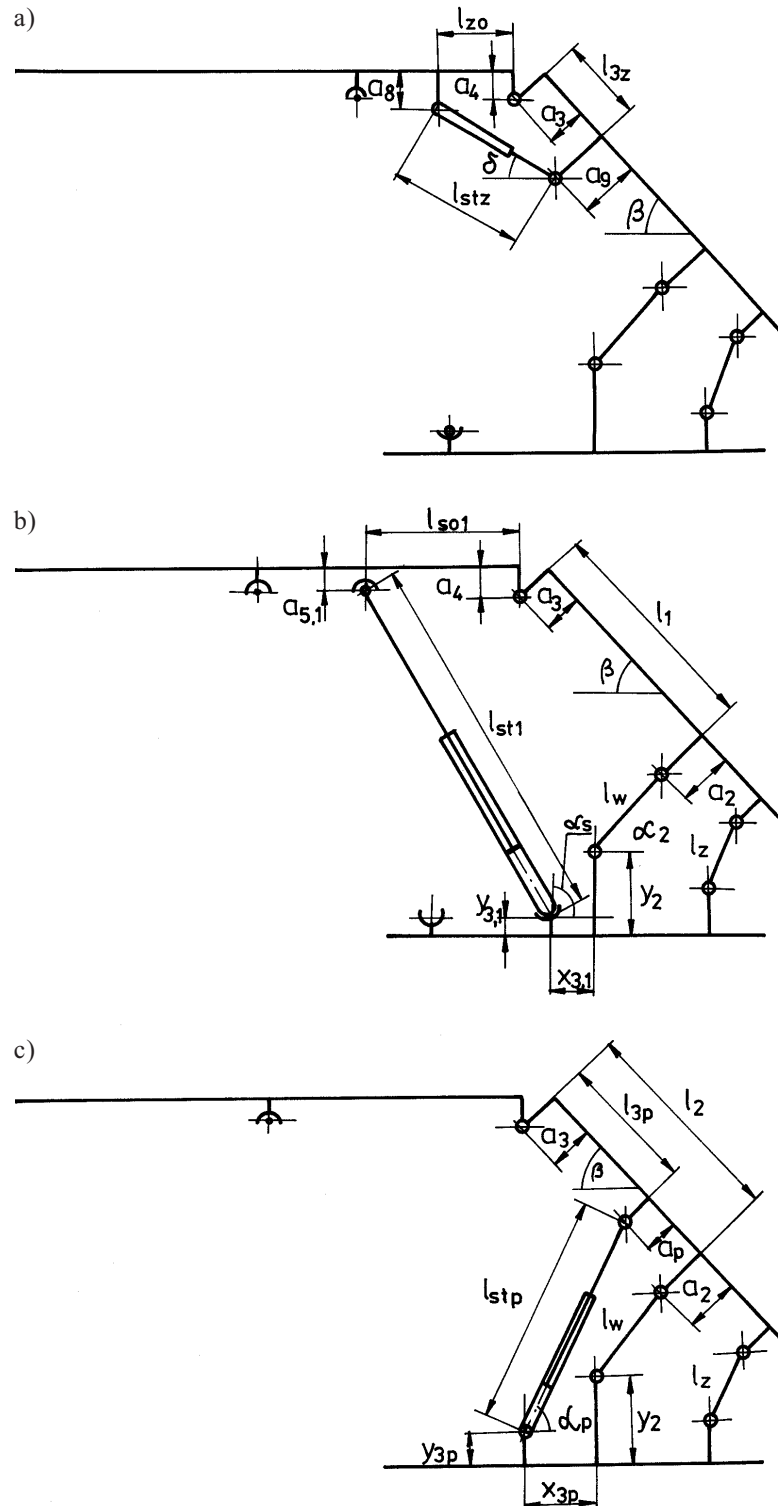
stawowej, niezbędny jest mechanizm korygujący. Zadaniem jego jest niedopuszczenie do prowadzenia stropnicy, podczas rozpierania lub rabowania sekcji, w wychyleniu granicznym. Podczas rozpierania i rabowania sekcji powinien być spełniony warunek (rys. 1b)

$$\pm \zeta < \pm \zeta_{gr}$$

(1)

### 3. PEŁNE STRUKTURY GEOMETRYCZNE SEKCJI LEMNISKATOWYCH

Pełna struktura geometryczna sekcji lemniskatowej zawiera część podstawową (rys. 1a, b) i część uzupełniającą w postaci mechanizmu korygującego. Schematy na rysunku 2 przedstawiają struktury geometryczne sekcji z mechanizmami korygującymi odmian przyjętych do opisu matematycznego.



**Rys. 2.** Schematy struktur geometrycznych wyróżniających sekcje lemniskatowe poszczególnych odmian: a) z siłownikiem zastrzałowym; b) ze stojakami w drugim rzędzie podpierającymi stropnicę; c) ze stojakami podpierającymi osłonę odzawałową

W pierwszym przypadku (rys. 2a) głównym zespołem mechanizmu korygującego jest siłownik (lub siłowniki) hydrauliczny rozporający stropnicę i osłonę odzawałową.

Mechanizm tworzą także:

- część osłony odzawałowej,
- część stropnicy.

W drugim przypadku (rys. 2b) główny zespół mechanizmu tworzy stojak (lub stojaki) hydrauliczny rozporający stropnicę i spągnicę tak samo jak stojak (stojaki) struktury podstawowej.

W tym przypadku mechanizm korygujący tworzą (poza stojakiem):

- część stropnicy,
- osłona odzawałowa wraz z mechanizmem lemniskatowym,
- część spągnicy.

Struktura ze stojakami przedstawiona na rysunku 2b jest tożsama ze strukturą podstawową sekcji przedstawioną na rysunku 1a. W tym przypadku obie struktury mogą być traktowane zamiennie. Stojak (stojaki) usytuowany w pierwszym rzędzie (rys. 1a) może pełnić funkcję korygującego, a stojak (stojaki) usytuowany w drugim rzędzie (rys. 2b) może pełnić rolę stojaka podstawowego i odwrotnie. Wykorzystywanie stojaków może być dostosowywane do warunków w wyrobisku.

W strukturze przedstawionej na rysunku 2c zespołem korygującym jest stojak ustawiony na spągnicy i podpierający osłonę odzawałową.

Mechanizm korygujący nadto tworzą:

- część spągnicy,
- część osłony odzawałowej wraz z mechanizmem lemniskatowym.

Ze schematów przedstawiających struktury geometryczne trzech odmian sekcji lemniskatowych obudów osłonowych wynika, że w zakresie geometrii sekcje różnią się mechanizmami korygującymi, uzupełniającymi strukturę podstawową. Jak różnice te wpływają na właściwości sekcji i czy w ogóle mają na nie wpływ, ze schematów strukturalnych nie można przesądzać.

#### 4. OPISY MATEMATYCZNE SEKCJI LEMNISKATOWYCH [1]

Zespoły zasadnicze sekcji, jak widać ze schematów (rys. 1 i 2), są wyznaczone w zakresie wielkości podstawowych wymiarami zdefiniowanymi. Względne ustawienia zespołów zasadniczych wyznaczają wielkości zmieniające się wraz z wysokością rozparcia sekcji  $h$ . Każda sekcja może zostać rozparta na dowolnej wysokości  $h$  w zależności od wysokości wyrobiska. Wiadomo, że sekcje obudów projektowane są na określony przedział wysokości  $\Delta h$ .

W odniesieniu do struktury podstawowej sekcji (rys. 1) wielkościami zmiennymi są:

- długość stojaków rozporowych (jeżeli są dwa)  $l_{st}$ ,
- kąt nachylenia stojaków  $\alpha$ ,
- kąt nachylenia osłony odzawałowej  $\beta$ ,
- kąty nachylenia cięgieł  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ ,
- kąt nachylenia stropnicy  $\zeta$ ,
- rozpiętość przedziału technologicznego  $w_p$ .

Kąt nachylenia stojaków i ich długość (rozsunięcia) są współzależne. Również współzależność występuje pomiędzy kątem wychylenia stropnicy i wysokością rozparcia, jeżeli nie dokonuje się interwencji korekcyjnej.

Pomiędzy wielkościami zdefiniowanymi, stałymi i zmiennymi występują ściśle zależności. Wyznaczyć je można na podstawie modelowania geometrycznego, rozpatrując wieloboki wydzielone elementami struktury geometrycznej sekcji oraz elementami wyrobiska ( $h$ ,  $w_p$ ).

W ogólnej postaci wielkości zmieniające się wraz z wysokością rozparcia sekcji, dla każdej wysokości rozparcia i dowolnego kąta wychylenia stropnicy, można wyznaczyć z zależności:

$$w_p = f_{wp}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (2)$$

$$l_{stj} = f_{lstj}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (3)$$

$$\alpha = f_{\alpha}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (4)$$

$$\alpha_1 = f_{\alpha1}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (5)$$

$$\alpha_2 = f_{\alpha2}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (6)$$

$$\beta = f_{\beta}[(S_p, S_t, O_s); \zeta_j, h_i] \quad (7)$$

Wartości wielkości zmiennych można wyznaczyć dla każdego dobrane odpowiednio zbioru wartości zdefiniowanych charakteryzujących:

- spągnicę

$$S_p(l_{sp}, x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3) \quad (8)$$

- stropnicę

$$S_t(l_{st}, l_{so}, a_4, a_5) \quad (9)$$

- osłonę odzawałową i cięgieła

$$O_s(l_o, l_1, l_2, a_1, a_2, a_3, l_z, l_w) \quad (10)$$

W przypadku przyparcia stropnicy do stropu, gdy jest on równoległy do spągu, stropnica utrzymuje położenie właściwe. Wtedy jest

$$\zeta = 0.$$

Podane wcześniej zależności przyjmują postać:

$$w_{po} = f_{wpo}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (11)$$

$$l_{sto} = f_{lsto}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (12)$$

$$\alpha_o = f_{\alpha o}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (13)$$

$$\alpha_{1o} = f_{\alpha 1o}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (14)$$

$$\alpha_{2o} = f_{\alpha 2o}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (15)$$

$$\beta_o = f_{\beta o}[(S_p, S_t, O_s); h_i] \quad (16)$$

Podobne zależności można wyznaczyć dla poszczególnych struktur mechanizmu korekcyjnego (rys. 2a, b, c).

W przypadku mechanizmu z siłownikiem zastrzałowym (rys. 2a) zmianie ulegają:

- długość siłownika zastrzałowego  $l_{stz}$ ,
- kąt nachylenia siłownika  $\delta$ , współzależny od zmiany długości siłownika.

Zmiany te zależą od wartości następujących wielkości stropnicy i osłony odzawałowej:

$$S_{ta}(l_{zo}, a_4, a_8) \quad (17)$$

$$O_{sa}(l_{3z}, a_3, a_9) \quad (18)$$

Wielkości zmienne opisują relacje ogólne:

$$l_{stz} = f_{lstz}[(S_{ta}, O_{sa}); \zeta_j, h_i] \quad (19)$$

$$\delta = f_{\delta}[(S_{ta}, O_{sa}); \zeta_j, h_i] \quad (20)$$

Jeżeli rozpieranie koryguje się w ten sposób, że stropnica pozostaje równoległa do spągnicy, wtedy wielkości zmienne wyznaczają relacje:

$$l_{stzo} = f_{lstzo}[(S_{ta}, O_{sa}); h_i] \quad (21)$$

$$\delta_o = f_{\delta o}[(S_{ta}, O_{sa}); h_i] \quad (22)$$

Odpowiednio dla mechanizmów korygujących przedstawionych na rysunkach 2b i c otrzymuje się:

$$S_{tb}(l_{so1}, a_4, a_{5,1}) \quad (23)$$

$$O_{sb}(l_1, a_2, a_3, l_w) \quad (24)$$

$$S_{pb}(x_{3,1}, y_{3,1}, y_2) \quad (25)$$

$$l_{st1} = f_{lst1}[(S_{tb}, O_{sb}, S_{pb}); \zeta_j, h_i] \quad (26)$$

$$\alpha_s = f_{\alpha s}[(S_{tb}, O_{sb}, S_{pb}); \zeta_j, h_i] \quad (27)$$

$$l_{st1o} = f_{lst1o}[(S_{tb}, O_{sb}, S_{pb}); h_i] \quad (28)$$

$$\alpha_{so} = f_{\alpha so}[(S_{tb}, O_{sb}, S_{pb}); h_i] \quad (29)$$

$$O_{sc}(l_{3p}, a_p, l_2, a_2, a_3, l_w) \quad (30)$$

$$S_{pc}(x_{3p}, y_{3p}, y_2) \quad (31)$$

$$l_{stp} = f_{stp}[(S_{pc}, O_{sc}); \zeta_j, h_i] \quad (32)$$

$$\alpha_p = f_{\alpha p}[(S_{pc}, O_{sc}); \zeta_j, h_i] \quad (33)$$

$$l_{stpo} = f_{stpo}[(S_{pc}, O_{sc}); h_i] \quad (34)$$

$$\alpha_{po} = f_{\alpha po}[(S_{pc}, O_{sc}); h_i] \quad (35)$$

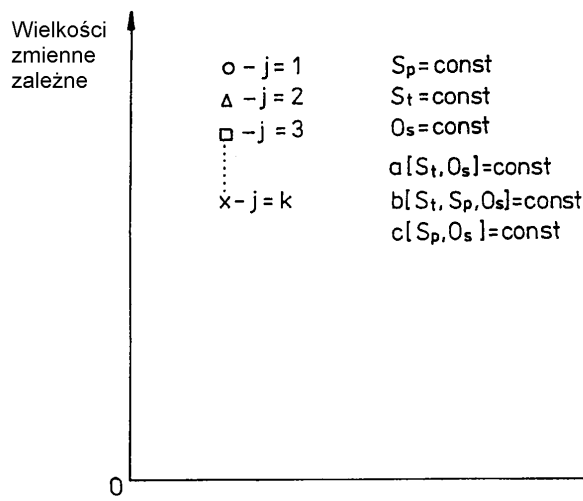
Wartości wielkości zmiennych w każdym przypadku wyznacza się dla przyjętego  $j$  i kolejnych założonych  $i = 1, 2, \dots, s$ . Obliczenia powtarza się, przyjmując kolejne wartości dla  $j = 2, 3, 4, \dots, k$ .

Z opisów matematycznych wynika, że sekcję lemniskatową każdej odmiany w zakresie podstawowym opisuje sześć tych samych równań, z których można wyznaczyć wartości sześciu wielkości zmiennych zależnych od wysokości rozparcia. Zespoły zasadnicze sekcji o tych samych zestawach wartości wielkości geometrycznych (tak samo zwymiarowane), rozparte na danej wysokości, będą jednakowo względem siebie usytuowane, niezależnie od tego, jaki będą miały mechanizm korygujący. W szczególności przy właściwym rozparciu sekcji ( $\zeta = 0$ ) mechanizm korygujący nie ma wpływu na geometrię struktury sekcji, jeżeli tylko został prawidłowo zaprojektowany dla założonego przedziału wysokości rozpierania.

Formuły opisu matematycznego w zakresie podstawowym służą do projektowania sekcji dla założonego przedziału wysokości rozpierania. Dla zaprojektowania mechanizmu korygującego każdej odmiany służą dwa równania. Są to dwa równania odmienne dla poszczególnej odmiany sekcji.

Opisy matematyczne sekcji lemniskatowych umożliwiają sporządzanie charakterystyk obrazujących ich właściwości (rys. 3). Z charakterystyk sekcji można ocenić poprawność zaprojektowania mechanizmu korygującego w odniesieniu do struktury podstawowej. Można również odczytać, czy oraz w jaki sposób mechanizm korygujący wpływa na właściwości kinematyczne sekcji.





Rys. 3. Układ współrzędnych dla graficznego odwzorowania geometryczno-kinematycznych wielkości sekcji zmieniających się wraz z wysokością rozparcia

### 5. PRZYKŁADOWE CHARAKTERYSTYKI SEKCJI LEMNISKATOWEJ

Przykładowe charakterystyki dotyczące sekcji lemniskatowej z siłownikiem zastrzałowym (mechanizmem korygującym pokazanym na rys. 2a), czyli charakterystyki sekcji najliczniej stosowanych w górnictwie, przedstawiono dla wszystkich wielkości zmiennych w układzie odniesienia podanym na rysunku 3. W tym samym układzie współrzędnych można przedstawić charakterystyki wszystkich wielkości zmiennych dla sekcji różniących się wielkościami geometrycznymi, zdeterminowanymi dla ustalonych  $j$  oraz  $i$  (np.  $j = 2$ ;  $i = 1$ ). Można również przedstawiać charakterystyki sekcji o danych wielkościach geometrycznych struktury podstawowej z różnymi mechanizmami korekcyjnymi.

Przykładowe, szczegółowe charakterystyki podano dla zmiany rozpiętości przedziału technologicznego wyrobiska  $w_p$  (rys. 1a), długości stojaków  $l_{st}$ , długości siłownika zastrzałowego  $l_{stz}$  (rys. 2a) oraz kątów nachylenia cięgieł  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ . Charakterystykę  $w_p = f_{wp}(h)$  (rys. 4a) przedstawiono w układzie współrzędnych obróconym o kąt  $90^\circ$  w odniesieniu do rysunków 3 i 4b i c. Takie przedstawienie charakterystyki ułatwia odczytywanie zmiany rozpiętości przedziału technologicznego wyrobiska dla poszczególnych jego wysokości. Charakterystyka dotyczy jednocześnie toru ruchu stropnicy i pokazuje, jeżeli odnosi się do początku stropnicy, czy wraz ze zmniejszaniem się wysokości rozparcia sekcji stropnica zbliża się, czy oddala od czoła ścian wyrobiska.

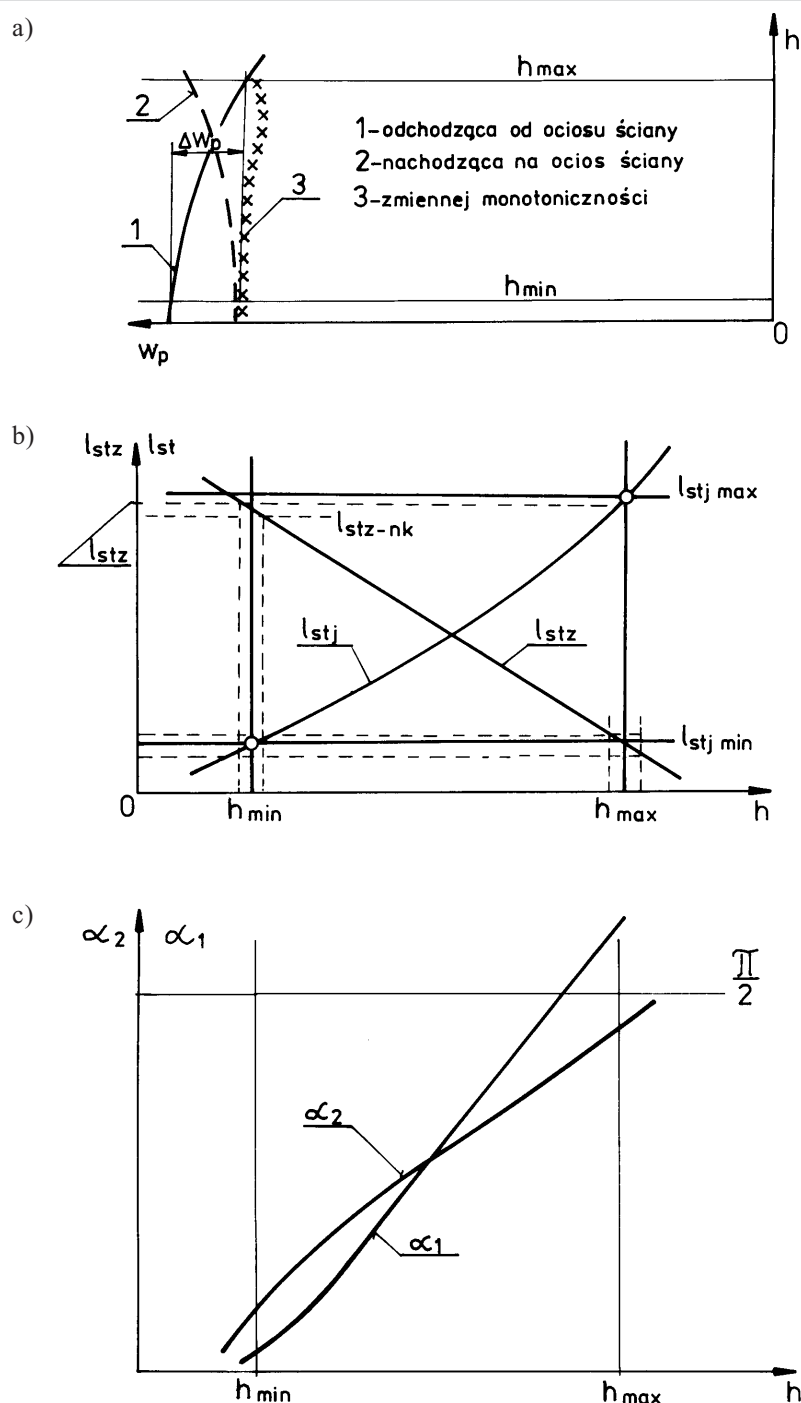
Wykresy pokazane na rysunku 4a są to trzy krzywe różniące się monotonicznością. Charakterystykę długości stojaków  $l_{st} = f_{lst}(h)$  i siłowników zastrzałowych  $l_{stz} = f_{lstz}(h)$  przedstawiono we wspólnym układzie odniesienia (rys. 4b). Obraz taki pozwala ocenić w skrajnych wysokościach rozparcia sekcji stany rozparcia siłownika zastrzałowego.

Z charakterystyki można ocenić, czy długość siłownika zastrzałowego została dobrana właściwie do długości stojaków i czy umożliwia wykorzystanie właściwości struktury podstawowej sekcji. Na przykład siłownik zastrzałowy o długości  $l_{stz-nk}$  nie pozwoli na zrabowanie sekcji do wysokości minimalnej  $h_{min}$ , do jakiej umożliwiają stojaki o długości  $l_{st min}$ . Podobnie będzie, gdy siłownik zastrzałowy będzie miał długość minimalną  $l_{stz-wk}$ . Wtedy będzie uniemożliwił wykorzystanie długości maksymalnej stojaków.

Sekcje obudowy z tak dobranym siłownikiem zastrzałowym eksploatowane w wyrobisku o wysokości wyznaczonej na podstawie długości stojaków, narażone będą na uszkodzenia w przypadku konwergencji stropu [4].

Charakterystyki pokazane na rysunkach 4a i c odnoszą się do struktury podstawowej sekcji, tak więc mogą odnosić się do sekcji z każdym mechanizmem korygującym. Charakterystyka pokazana na rysunku 4b będzie odnosiła się zawsze do struktury pełnej, ale dla poszczególnych odmian sekcji będzie miała inny obraz. Jednak w każdym przypadku będzie można z niej odczytać w podany sposób właściwości sekcji.

Charakterystyki ukazujące zmianę kąta nachylenia cięgieł mechanizmu lemniskatowego przedstawiono we wspólnym układzie odniesienia (rys. 4c), ale każda z charakterystyk może też być przedstawiona we własnym układzie współrzędnych. Z obu charakterystyk istotne znaczenie ma ta, dotycząca kąta nachylenia cięgła wewnętrznego  $\alpha_1$ . Maksymalne nachylenie tego cięgła jest ograniczone i nie powinno osiągać wartości  $90^\circ$ . Dla większych wychyleń cięgła struktura sekcji pod obciążeniem traci jednoznaczność kinematyczną. Z charakterystyki  $\alpha_1 = f_{\alpha_1}(h)$  można wyznaczyć graniczną, maksymalną wysokość rozparcia sekcji, niezależnie od wysokości warunkowanej długością stojaków i innych rozpor.



**Rys. 4.** Charakterystyki graficzno-kinematyczne sekcji z siłownikiem zastrzałowym przedstawiające:  
a) zmianę rozpiętości przedziału technologicznego wyrobiska i charakter toru ruchu dla początku stropnicy; b) zmianę długości stojaka i siłownika zastrzałowego; c) zmianę kąta nachylenia cięgła zewnętrznego i wewnętrznego mechanizmu lemniskatowego

## 6. WNIOSKI

- Schematy struktur geometrycznych sekcji lemniskatowych obudów osłonowych wyraźnie pokazują, że sekcje mają różną budowę.
- Opis matematyczny z zakresu struktury sekcji poszczególnych odmian stanowią formuły – od (2) do (7) – wyznaczające wartości dla sześciu wielkości na osiem

wielkości zmiennych charakteryzujących rozparcie właściwe sekcji. Pełny, jednoznaczny opis struktury sekcji poszczególnych odmian różni się tylko dwoma formułami.

- Z opisu matematycznego sekcji wynika, że sekcje poszczególnych odmian o tych samych wymiarach zespołów zasadniczych, różniące się usytuowaniem rozpor, mają jednakowe właściwości w zakresie geometrii wa-

runkowane strukturą podstawową, utworzoną ze spągnicy, stropnicy i osłony odzawałowej wraz z ciągłymi mechanizmu lemniskatowego. Inne elementy struktury sekcji, które mogą być różne, nie zmieniają jej podstawowych, geometryczno-strukturalnych właściwości, jeżeli tylko odpowiadają parametrami strukturze podstawowej.

- Właściwości geometryczne sekcji można zmieniać w procesie projektowania w wyniku przyjęcia innych wartości wielkości geometrycznych. Zmiany wymiarów zespołów zasadniczych nie powodują zmian w podobieństwie struktury sekcji, mogą natomiast zmieniać przedział i zakres wysokości rozpierania. Zmiany wymiarów sekcji mogą jedynie wpływać na jej kinematykę.
- Opis matematyczny sekcji daje podstawy do sporządzania charakterystyk geometryczno-kinematycznych sekcji. Z charakterystyk tych, jako obrazu graficznego zmian geometrycznych wielkości zmiennych opisujących właściwości sekcji, można ustalać ich przydatność do wyrobisk oraz ustalać odpowiednie rygory obsługi i eksploatacji.

## Literatura

- [1] Klich A., Losiak S., Ptak J., Blaschke J.: *Podobieństwa i różnice w opisie segmentów lemniskatowych obudów osłonowych do górniczych wyrobisk ścianowych*. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna KOMTECH 2000 nt. „Efektywne prowadzenie wyrobisk w trudnych warunkach górniczo-geologicznych”, tom 1, Centrum Mechanizacji Górnictwa „Komag”, Szczyrk, listopad 2000
- [2] Sikora W.: *Wpływ koncentracji produkcji na restrukturyzację techniczną polskiego przemysłu węglowego*. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Bezpieczna eksploatacja obudów zmechanizowanych w warunkach technicznej restrukturyzacji górnictwa”, Centrum Mechanizacji Górnictwa „Komag”, Gliwice – Szczyrk, listopad 1998
- [3] Nawrat S.: *Koncentracja wydobywania w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA w latach 1993–1999 oraz perspektywa do roku 2005*. Materiały z Międzynarodowej Konferencji nt. „Kompleksy ścianowe do dużej koncentracji wydobywania w warunkach technicznej restrukturyzacji polskiego górnictwa”. Centrum Mechanizacji Górnictwa „Komag”, Gliwice – Szczyrk, listopad 1999
- [4] Losiak S., Ptak J., Blaschke J., Domański P.: *Zagrożenia dla segmentu lemniskatowego ścianowej obudowy zmechanizowanej w położeniach granicznych*. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 2, 2001
- [5] Losiak S., Ptak J.: *Możliwość wykorzystania systemu monitorowania stanu rozparcia sekcji obudowy wyrobiska eksploatacyjnego*. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 6, 2002