

Jarosław BRODNY
Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA METOD DOBORU OBUDOWY WYROBISK KORYTARZOWYCH STOSOWANYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiane zostały obecnie obowiązujące i stosowane zasady projektowania i doboru obudowy wyrobisk korytarzowych w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Obecnie stosuje się praktycznie trzy podstawowe metody doboru obudowy. Są to metody kompleksowe, opracowane przez zespoły naukowe pod kierunkiem prof. Chudka, prof. Drzęźli i prof. Rułki. Dzięki zastosowaniu tych metod można dobrać obudowę korytarzową do większości wyrobisk górniczych. W pracy, w sposób skrótowy, zostały przedstawione podstawowe założenia każdej z tych metod.

ANALYSIS OF THE METHODS OF SELECTING SUPPORTS FOR DOG HEADINGS IN COAL-MINES

Summary. This paper presents currently binding and applied principles of designing and selecting supports of dog headings in plants mining hard coal. At present there are practically three basic methods of support selection. These are complex methods elaborated by scientific groups supervised by prof. Chudek, prof. Drzęźla and prof. Rułka. Applying these methods you can choose a support for most dog headings. The basic assumptions of each of these methods have been presented briefly in this paper.

1. Wprowadzenie

Podziemna eksploatacja złóż kopalin wymaga wykonania wielu wyrobisk korytarzowych: udostępniających i przygotowawczych. Aby zabezpieczyć odsłoniętą caliznę skalną, powstałą po wydrążeniu wyrobiska, stosuje się odpowiednio dobraną obudowę.

Zależnie od zadań, jakie ma spełniać wyrobisko, trzeba zastosować odpowiedni typ oraz konstrukcję obudowy. Każda obudowa musi sprostać pewnym wymaganiom, a mianowicie:

- powinna być stateczna - tzn. nie powinna ulegać dowolnym przemieszczeniom w całości lub w częściach pod wpływem wywieranego nań nacisku górotworu,
- powinna być wytrzymała - tzn. poszczególne elementy konstrukcyjne tej obudowy nie powinny ulegać zniszczeniu w czasie jej poprawnej eksploatacji.

Z funkcją wyrobiska wiąże się również jego wyposażenie, a co za tym idzie - wymagane gabaryty jego przekroju poprzecznego. Dlatego też jednym z podstawowych zadań utrzymania wyrobisk jest zapewnienie wymaganych gabarytów wyrobiska w całym okresie jego użytkowania. Spełnienie tych wymagań możliwe jest poprzez właściwy dobór obudowy wyrobiska.

Dobór obudowy dla wyrobiska górniczego dokonywany jest na podstawie rozpoznania warunków naturalnych i górniczych, panujących w rejonie projektowanego wyrobiska oraz jak najdokładniejszego opisu zjawisk, zachodzących w masywie skalnym w jego otoczeniu. Przyjmując parametry charakteryzujące masyw skalny oraz model zjawisk zachodzących w górotworze, w wyniku wykonania wyrobiska, można dobrać optymalną obudowę.

Obecnie do zabezpieczenia wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego głównie stosowana jest stalowa odrzwiowa obudowa, wykonana z walcowanych kształtowników korytkowych typu V.

Produkowane obecnie obudowy z kształtowników V21, V25, V29, V36, V44 mają zróżnicowane masy jednostkowe i podporności, a przy prawidłowym ich doborze umożliwiają odpowiednie zabezpieczenie wyrobisk korytarzowych utrzymywanych w różnych, często bardzo trudnych, warunkach geologiczno-górnich, panujących w otoczeniu wyrobiska.

W praktyce stosuje się także inne typy obudowy, np: murowaną, betonową, żelbetową, kamienną, drewnianą, kotwioną itp. Ich zastosowanie jest jednak mniejsze i stanowi około 5% całości zapotrzebowania kopalń na obudowę.

W niniejszym artykule zostaną przedstawione podstawowe zasady projektowania i doboru obudowy wyrobisk korytarzowych w zakładach górniczych, wydobywających węgiel kamienny. Są to trzy kompleksowe metody doboru. Oprócz nich istnieje kilka dodatkowych metod doboru obudowy dla specyficznych warunków górniczo-geologicznych i eksploatacyjnych.

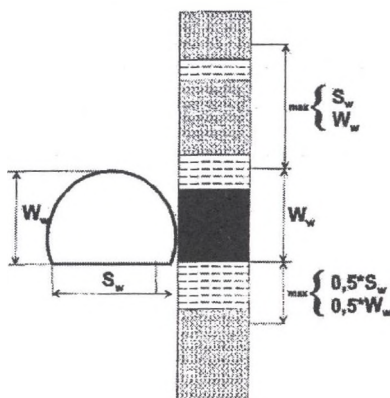
2. Metoda doboru obudowy korytarzowej wg [1]

Metoda ta określa ogólne zasady projektowania obudowy dla wyrobisk korytarzowych, przecinek ścianowych do czasu zbrojenia ściany oraz połączeń wyrobisk korytarzowych.

Metoda może być stosowana do projektowania podatnej obudowy stalowej łukowej (ŁP) lub stalowej prostokątnej obudowy wyrobisk korytarzowych, przy spełnieniu określonych warunków ograniczających [1].

Aby dobrać obudowę wyrobiska korytarzowego, tą metodą, niezbędna jest znajomość budowy geologicznej górotworu w rejonie projektowanego wyrobiska.

W tym celu, na podstawie dostępnych badań geologicznych dla poszczególnych odcinków wyrobiska, ustala się charakterystyczny profil geologiczny górotworu, obejmujący masyw skalny zawarty w przekroju projektowanego wyrobiska (wysokość wyrobiska W_w), jedna wysokość (lub jedna szerokość wyrobiska S_w , w przypadku gdy spełniona jest nierówność $S_w > W_w$) w stropie wyrobiska oraz połowę wysokości (lub połowę szerokości wyrobiska gdy spełniona jest nierówność $S_w > W_w$) w spągu projektowanego wyrobiska (rys. 1).



Rys. 1. Przykład określenia charakterystycznego profilu geologicznego górotworu dla projektowanego wyrobiska

Fig..1. An example of defining characteristic geological profile of rock mass for the designed dog heading

W tym celu wykonuje się otwory badawcze. Ich wykonanie jest niezbędne dla określenia parametrów skał otaczających projektowane wyrobisko. Zaliczamy do nich: średnioważoną wartość wskaźnika zwięzłości skał dla poszczególnych otworów, współczynnik zmniejszający wytrzymałość skał ze względu na podzielność skał, współczynnik zmniejszający wytrzymałość skał ze względu na działanie wody, występowanie zaburzeń tektonicznych wpływających na obniżenie współczynnika osłabienia masywu ze względu na jego klasę podzielności, wpływ zasłności eksploatacyjnych. Po rozpoznaniu

struktury geologicznej w rejonie projektowanego wyrobiska określa się wartość wskaźnika zwięzłości skał, z uwzględnieniem czynników zmniejszających wytrzymałość skał w rejonie projektowanego wyrobiska. Następnie oblicza się wartość modułu sprężystości skał.

Średnioważoną wartość modułu sprężystości skał określa się z zależności:

$$E_{\text{śr}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i},$$

gdzie:

E_i - wartość modułu sprężystości skał w i -tej warstwie, [MPa],

m_i - miąższość i -tej warstwy, m,

n - ilość warstw budujących badany profil.

Kolejnym krokiem przy doborze obudowy tą metodą jest określenie stanu naprężenia w masywie skalnym, w rejonie projektowanego wyrobiska. Polega to na obliczeniu naprężenia pierwotnego w rejonie projektowanego wyrobiska i pomnożeniu go przez współczynniki koncentracji naprężeń, wynikających z oddziaływania dodatkowych czynników, takich jak: zaburzenia tektoniczne, oddziaływanie innych wyrobisk, wpływ krawędzi eksploatacyjnych i resztek pokładów, wpływ nachylenia warstw, oddziaływanie wstrząsów górotworu.

Wielkość naprężeń w górotworze w rejonie projektowanego wyrobiska określa się z zależności:

$$\sigma_z = p_z \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_d,$$

gdzie:

p_z – naprężenie pierwotne w górotworze,

k_1 – współczynnik koncentracji naprężeń, wynikający z oddziaływania zaburzeń tektonicznych,

k_2 – współczynnik koncentracji naprężeń, wynikający z oddziaływania innych wyrobisk korytarzowych,

k_3 – współczynnik koncentracji naprężeń, wynikający z oddziaływania krawędzi eksploatacyjnych i resztek pokładów,

k_4 – współczynnik koncentracji naprężeń, wynikający z nachylenia warstw masywu,

k_d – współczynnik uwzględniający oddziaływanie wstrząsu.

Kolejny krok polega na określeniu oddziaływania górotworu na obudowę. Obciążenie statyczne obudowy jest funkcją wielu czynników, spośród których do podstawowych zaliczyć można: gabaryty wyrobiska (szerokość wyrobiska S_w , wysokość wyrobiska W_w), zwięzłość skał f , moduł sprężystości E , głębokość zalegania wyrobiska H , naprężenia dodatkowe, wynikające z oddziaływania czynników naturalnych i górniczych.

Po określeniu wartości współczynnika koncentracji naprężeń, współczynnika osłabienia górotworu i znanej szerokości wyrobiska określa się wartość obliczeniową obciążenia statycznego obudowy q_0 , do czego może być wykorzystana metoda obliczeniowa, uwzględniająca możliwość kształtowania się w otoczeniu projektowanego wyrobiska stref odkształceń niesprężystych (ośrodek sprężysty, ośrodek sprężysto-plastyczny, ośrodek sprężysto - plastyczno - spękany).

Kolejno, oblicza się współczynnik wyężenia górotworu, gdzie jest niezbędna znajomość wskaźnika zwięzłości skał oraz wielkość naprężenia w górotworze. Następnie z nomogramu dla średnioważonego wskaźnika zwięzłości skał i modułu sprężystości określa się wartość parametru charakteryzującego własności odkształceniowe skał. Później, mnożąc dwa powyższe parametry, otrzymujemy parametr charakteryzujący stan górotworu. Następnie, z nomogramu, dla danego parametru charakteryzującego stan górotworu, odczytuje się wartość obciążenia statycznego oddziałującego na obudowę. Do obciążenia statycznego q_0 dodaje się obciążenie dynamiczne q_d (obliczone jedną z dodatkowych, zaproponowanych metod), a suma tych obciążeń - to całkowite obciążenie obudowy.

Całkowite obciążenie obudowy w warunkach występowania wstrząsów górotworu będzie wynosiło:

$$q_c = q_0 + q_d$$

Opierając się na budowie geologicznej górotworu oraz warunkach górniczych określa się schemat statyczny obudowy projektowanego wyrobiska.

Ostatni krok polega na określeniu wymaganych parametrów wytrzymałościowych projektowanej obudowy. Dla określenia oddziaływania górotworu na obudowę projektowanego wyrobiska, określono wymaganą odległość pomiędzy odrzwiami obudowy ze względu na wytrzymałość profilu oraz nośność zamka. Ze względu na wytrzymałość profilu, dla przyjętego typu wykładki, szerokości wyrobiska, obciążenia statycznego i założonego typu profilu, z nomogramu określa się odległość pomiędzy odrzwiami ŁP. Ze względu na nośność zamka z nomogramu, dla przyjętego: typu wykładki, szerokości wyrobiska, obciążenia statycznego, odczytuje się odległość zastępczą między odrzwiami,

a następnie w zależności od przyjętego momentu dokręcenia śrub, określa się wartość nośności złącz obudowy. Odległość pomiędzy odrzwiami obudowy określa się jako najmniejszą z wyliczonych wartości:

$$d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_a \cdot (m + n_1)}{\left(\frac{M_{max}}{W_x} + \frac{N_{dop}}{\varphi \cdot A} \right) \cdot m_1} \\ \frac{N_z}{N} \end{array} \right.$$

gdzie:

R_a – wytrzymałość obliczeniowa stali,

M_{max} – maksymalna wartość momentu zginającego w odrzwiach,

N_{dop} – wartość siły osiowej w odrzwiach, w miejscu występowania maksymalnego momentu zginającego,

N – siła osiowa w złączu odrzwi,

W_x – wskaźnik zginania przekroju profilu odrzwi obudowy,

A – pole przekroju profilu odrzwi obudowy,

N_z – nośność złącza odrzwi,

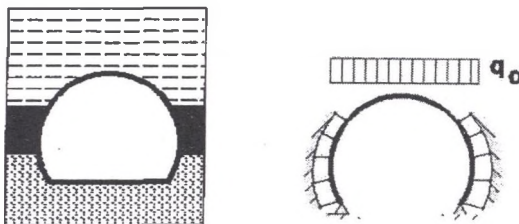
Φ – współczynnik wyboczeniowy przyjmowany wg PN-90/B-03200,

m – współczynnik Schaefera (dla profilu V - $m = 1,40$),

n_1 – współczynnik materiałowy,

m_1 – współczynnik warunków pracy obudowy, dla obudowy stalowej podatnej zaleca się przyjmować $m_1 = 1,5$.

Na rys. 2 przedstawiono schemat statyczny łukowej obudowy stalowej dla układu klasycznego.



Rys. 2. Schemat statyczny obudowy łukowej dla klasycznego układu obciążenia
Fig. 2. Static scheme of the arch support for classical load system

3. Metoda doboru obudowy korytarzowej wg [2]

Metoda ta obejmuje:

- typowe wyrobiska chodnikowe z obudową podporową w odmianie prostej i łukowej,
- nietypowe wyrobiska chodnikowe z odmianami lub kombinacjami obudowy prostej lub łukowej, dopuszczonymi do stosowania w kopalniach węgla kamiennego,
- połączenia wyrobisk chodnikowych.

Metodę tę można stosować do projektowania obudowy podporowej wyrobisk korytarzowych, w przypadku gdy równocześnie spełnionych jest kilka warunków [2].

Aby dobrać obudowę tą metodą, niezbędne jest określenie obciążenia górotworu w otoczeniu wyrobiska. Obciążenie obliczeniowe całkowite, działające na obudowę na 1 m.b. długości wyrobiska, jest sumą całkowitego obciążenia statycznego i obciążenia pseudostatycznego.

$$Q_{obl} = Q_{st} + Q_{dyn} \left[\frac{kN}{m} \right]$$

- obciążenie statyczne Q_{st} [kN/m], określane przez obciążenie bazowe Q_0 , skorygowane przez zastosowanie współczynników zwiększających lub zmniejszających to obciążenie,
- obciążenie pseudostatyczne Q_{dyn} [kN/m] – pochodzące od wstrząsów górotworu.

Wartość obciążenia pseudostatycznego określa się na podstawie wzoru:

$$Q_{dyn} = q_{dyn} \cdot S_w \text{ [kN / m]},$$

gdzie:

q_{dyn} – bazowe obciążenie pseudostatyczne [kN/m²],

S_w – szerokość wyrobiska w wyłomie [m].

Wartość bazowego obciążenia pseudostatycznego określa się z zależności:

$$Q_{obl} = Q_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_\alpha \cdot k_n \cdot k_r,$$

gdzie:

Q_{obl} - obciążenie obliczeniowe działające na obudowę,

Q_0 - wartość bazowego obciążenia statycznego,

k_1 - współczynnik wpływu krawędzi,

k_2 - współczynnik wpływu eksploatacji,

k_3 - współczynnik wpływu rozmałności i podzielności warstwowej,

k_4 - współczynnik wpływu uskoku,

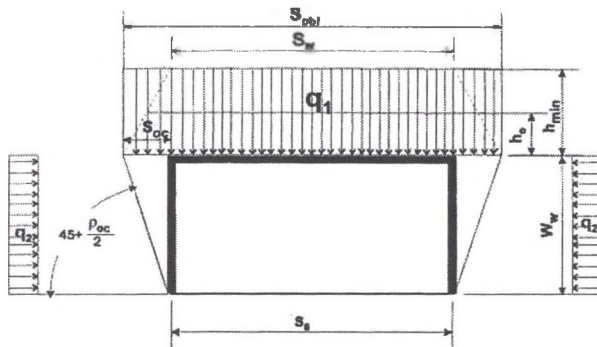
k_0 - współczynnik czasu utrzymania wyrobiska,

k_a - współczynnik wpływu ciężaru objętościowego skał,

k_r - współczynnik wpływu wzajemnego oddziaływania wyrobisk równoległych,

k_n - współczynnik oddziaływania nachylenia poprzecznego warstw skalnych.

Na obciążenie statyczne składa się bazowe obciążenie statyczne, określone poprzez: głębokość prowadzenia robót górniczych, rozpiętość obliczeniową, średnią wytrzymałość skał na ściskanie w otoczeniu wyrobiska oraz średni ciężar objętościowy skał w strefie spękań. Całkowite obciążenie statyczne jest iloczynem bazowego obciążenia statycznego, skorygowanego przez zastosowanie współczynników zwiększających lub zmniejszających to obciążenie, do których zalicza się: współczynnik wpływu krawędzi, wpływu eksploatacji, wpływu rozmakalności i podzielności warstwowej, wpływu uskoków, czasu utrzymania wyrobiska, wpływu nachylenia warstw, wpływu ciężaru objętościowego skał, wpływu wzajemnego oddziaływania wyrobisk równoległych oraz współczynnik oddziaływania nachylenia poprzecznego warstw skalnych. Przy wykonaniu obliczeń tą metodą posługujemy się jednostkowym obciążeniem stropowym oraz jednostkowym obciążeniem ociosowym (wyznaczonych z uwzględnieniem obciążenia obliczeniowego oraz szerokości i wysokości projektowanego wyrobiska). Dla ilościowej oceny obciążenia statycznego wykorzystuje się schemat obciążenia jak niżej:



Rys. 3. Schemat obciążenia dla ilościowej oceny obciążenia statycznego
Fig. 3. Load scheme for quantitative estimation of static load

S_{obl} - rozpiętość obliczeniowa,

S_w - szerokość wyrobiska w wyłomie, a zarazem mniejsza podstawa trapezu obciążenia,

ρ_0 - pozorny kąt tarcia wewnętrznych skał w otoczeniu wyrobiska,

ρ_{oc} - pozorny kąt tarcia wewnętrznych skał tworzących ocios wyrobiska,

S_{oc} - zasięg oddziaływania obciążenia w ociosie wyrobiska,

W_w - wysokość wyrobiska w wyłomie,

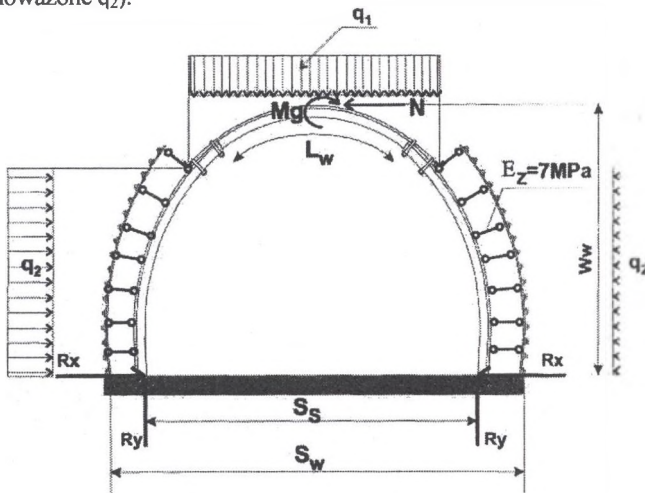
h_0 - wysokość obciążenia bazowego,

h_{min} - minimalna wysokość obliczeniowa.

Kolejny krok to określenie podporności obudowy. Dla przyjętego schematu obciążenia

(rys. 4) (obciążenia równomiernie rozłożone), które mogą działać tylko na czynnej długości stropnicy (pionowe) lub również na łuki ociosowe (poziome, symetrycznie zrównoważone) określa się stan graniczny nośności odrzwi obudowy łukowej. Następnie, należy wyznaczyć wymaganą podporność obudowy. Dokonuje się tego przy danym obciążeniu pionowym, przy ustalonym obciążeniu poziomym, przyjętym kształtowniku i geometrii odrzwi (dla których wyznaczono siły przekrojowe), poprzez określenie stopnia wyężenia odrzwi, rozstawionych w odstępie jednego metra.

W metodzie przyjęto obciążenia równomiernie rozłożone (rys. 4), które mogą działać tylko na czynnej długości stropnicy (pionowe q_1) lub również na łuki ociosowe (poziome, symetrycznie zrównoważone q_2).



Rys. 4. Schemat obciążenia odrzwi obudowy łukowej
Fig.4. Load scheme of timber frame of arch support

Kolejny krok przy określaniu wymaganej podporności obudowy to obliczenie wymaganego rozstawu odrzwi. Do jego wyznaczenia niezbędna jest znajomość, takich współczynników jak: współczynnik stabilizacji obudowy oraz współczynniki korygujące. Dzielać powyższe współczynniki przez stopień wyężenia odrzwi otrzymuje się wymagany rozstaw odrzwi dla projektowanego wyrobiska:

$$d = \frac{w_{st} \cdot k_7 \cdot k_8 \cdot k_9 \cdot k_{10}}{n_{\sigma}}$$

gdzie:

n_{σ} - stopień wyężenia odrzwi,

w_{st} - współczynnik stabilizacji obudowy,

k_7, k_8, k_9 , - współczynniki korygujące, przyjmowane wg tablic,

k_{10} - współczynnik zależny od zastosowania obudowy nowej lub regenerowanej,

dla obudowy nowej $k_{10}=0,9÷1$;

dla obudowy regenerowanej $k_{10} = 0,8÷0,85$.

4. Uproszczona metoda doboru obudowy korytarzowej wg [3]

Metoda ta, podobnie jak i wcześniejsze, ma określone warunki stosowania. Przy doborze obudowy tą metodą niezbędne jest rozpoznanie właściwości geomechanicznych skał w otoczeniu projektowanego wyrobiska. Konieczna staje się ocena warunków geologiczno-górnictwowych i hydrogeologicznych oraz ich zmian na długości projektowanego wyrobiska. Zasięg pakietu skał stropowych należy określić dla wysokości 0,7 razy szerokość wyrobiska, dla skał spagowych 0,4 razy szerokość wyrobiska. Przystępując do obliczeń w pierwszej kolejności określa się średnioważoną wartość: wytrzymałości skał na ściskanie, wskaźnika zwięzłości skał oraz rozmakalności skał. Następnie należy określić wartości wszystkich współczynników, mających wpływ na zwiększenie obciążenia działającego na obudowę, takich jak: współczynnik osłabienia górotworu, uwzględniający własności skał w określonych pakietach, wpływ uskoków, wpływ nachylenia poprzecznego warstw, oddziaływanie krawędzi eksploatacyjnej oraz oddziaływanie wyrobisk sąsiadujących. Kolejny krok to określenie oddziaływania wstrząsów górotworu. Następnie dla wskaźnika zwięzłości oraz głębokości usytuowania wyrobiska, według nomogramu, określamy rodzaj modelu ośrodka otaczającego wyrobisko. Dla rozpoznanego modelu ośrodka, wskaźnika zwięzłości skał, głębokości usytuowania wyrobiska oraz szerokości wyrobiska, z tablicy odczytuje się wartość obciążenia charakterystycznego. Doboru kształtownika należy dokonać posługując się wartością obciążenia obliczeniowego, która to jest iloczynem obciążenia charakterystycznego i współczynników korygujących. W zależności od warunków panujących w otoczeniu projektowanego wyrobiska (spodziewanej energii wstrząsów i odległości środka warstwy wstrząsogennej od stropu wyrobiska) z tablicy odczytuje się wartość jednostkowego obciążenia dynamicznego i dodaje się ją do obciążenia obliczeniowego. Po określeniu całkowitego obciążenia na obudowę dokonuje się doboru kształtownika i rozstawu odrzwi. Dla przyjętych wymiarów wyrobiska (szerokości i wysokości) z tablicy dobiera się wielkość odrzwi oraz wskaźnik nośności, zgodny z przyjętą wielkością odrzwi oraz wielkością kształtownika odrzwi. Następnie, dla przyjętego rodzaju wykładki oblicza się wartość wskaźnika nośności odrzwi. Dzieląc wartość wskaźnika nośności odrzwi przez wartość

całkowitego obciążenia na obudowę otrzymuje się wymaganą wartość rozstawu odrzwi w projektowanym wyrobisku.

Dobór obudowy polega więc na porównaniu wartości obciążenia obliczeniowego obudowy q_0 , z wartościami wskaźnika nośności obudowy W_{Nobl} . Określony w ten sposób rozstaw odrzwi obudowy d musi spełniać następujący warunek:

$$d \leq \frac{W_{Nobl}}{q_0}$$

Wartość wskaźnika nośności odrzwi W_{Nobl} należy przyjmować według następującej zależności:

$$W_{Nobl} = W_N \cdot k_{wyk}$$

Wartość współczynnika wykładki k_{wyk} oraz wartość W_N należy przyjmować z tablic. Wartości wskaźników nośności, zawarte w tych tablicach, zostały określone na podstawie badań stanowiskowych oraz teoretycznych analiz wytrzymałościowych, przeprowadzonych w GIG dla celów atestacyjnych, w latach 1980 - 2000.

5. Wnioski

Analizując przedstawione metody doboru obudowy wyrobisk korytarzowych można zauważyć że wynikiem końcowym w każdym przypadku jest określenie rodzaju kształtownika z jakiego ma zostać wykonana obudowa oraz wymaganej odległość pomiędzy odrzwiami obudowy.

Przedstawione metody opierają się na podobnym schemacie obliczeniowym. Można wyróżnić trzy podstawowe punkty:

- obliczenie obciążenia obudowy ze strony górotworu,
- dobór kształtownika, z jakiego będzie wykonana odrzwia,
- obliczenie odległości pomiędzy odrzwiami obudowy.

W każdej z metod, w początkowej fazie następuje określenie obciążenia obudowy ze strony górotworu. W przypadku metod [2] i [3] wartość całkowitego obciążenia, działającego na obudowę jest określona w sposób bardzo podobny. Wyznaczono ją poprzez obliczenie obciążenia bazowego, związanego w obu przypadkach z głębokością zalegania wyrobiska, jego wymiarami oraz wytrzymałością skał otaczających projektowane wyrobisko. Obciążenie to (w każdej z metod) jest skorygowane poprzez szereg współczynników. W metodzie [1] całkowite obciążenie jest sumą obciążenia bazowego i obciążenia pseudostatycznego. Podstawowymi czynnikami, podobnie jak w metodach [2] i [3],

służącymi do określenia obciążenia bazowego są głębokość zalegania wyrobiska, wskaźnik zwięzłości skał. Również w tej metodzie wprowadza się szereg współczynników korygujących. Różnica pomiędzy metodą [1] a poprzednimi polega na tym, iż obciążenia bazowego nie oblicza się bezpośrednio ze wzoru, a odczytuje się je z nomogramu dla obliczonego parametru charakteryzującego stan górotworu.

Obliczając wymaganą odległość pomiędzy odrzwiami obudowy, zarówno w metodzie [2], jak i [3] głównym parametrem, niezbędnym do jej określenia jest nośność, wyznaczona dla znanych własności konstrukcyjnych, wytrzymałościowych oraz geometrycznych przyjętego typu kształtownika, z którego wykonane mają być odrzwia. Natomiast w metodzie [1] odległość pomiędzy odrzwiami określa się z nomogramu, który uwzględnia, takie parametry jak: wartość obciążenia obliczeniowego, typ kształtownika, szerokość wyrobiska oraz typ wykładki. Ponadto, w tej metodzie obliczając odstęp pomiędzy odrzwiami uwzględnia się nośność zamka i dla niej również z nomogramu dobiera się odstęp pomiędzy odrzwiami.

W metodach tych, w niewielkim zakresie uwzględnia się obciążenia dynamiczne obudowy. Wprawdzie każdy z autorów uwzględnia wpływ dynamicznego oddziaływania górotworu na obciążenie obudowy, jednak sposób dobierania tego obciążenia wymaga jeszcze dopracowania.

Należy stwierdzić, że ilość dobieranych współczynników korygujących jest znaczna w każdej z metod. Również zakres ich stosowania jest dość szeroki, co może powodować spore rozbieżności w uzyskanych wynikach końcowych. Do każdej z metod zostało opracowane oprogramowanie, ułatwiające praktyczny dobór obudowy.

LITERATURA

1. Chudek M., Duży S., Kleta H., Kłeczek Z., Stoiński K., Zorychta A.: Zasady doboru i projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych i ich połączeń w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Politechnika Śląska, Gliwice – Kraków – Katowice, 2000 r.
2. Drzęźła B., Mendera Z., Barchan A., Głęb L., Schinohl J.: Zasady projektowania i doboru obudowy wyrobisk korytarzowych w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Politechnika Śląska, Gliwice 1999 r.
3. Rułka K., Mateja J., Kowalski E., Skrzyński K., Stałęga S., Wojtusiak A.: Uproszczone zasady doboru obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych w zakładach wydobywających węgiel kamienny. Wydawnictwo GIG, Katowice 2001 r.