

Kazimierz RULKA

Bohdan SAWKA

Główny Instytut Górnictwa, Katowice

METODYKA PROWADZENIA BADAŃ OBUDOWY W SKALI NATURALNEJ NA PRZYKŁADZIE UNIKALNYCH STANOWISK DO STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH BADAŃ STALOWYCH OBUDÓW ODRZWIOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono metodę stanowiskowych badań stalowej odrzwiowej obudowy hodnikowej, poddanej działaniu obciążenia statycznego oraz sposób wyznaczenia, na podstawie danych pomiarowych, parametrów wytrzymałościowych, nośnościowych i współczynników określających techniczne charakterystyki pracy badanych odrzwi obudowy.

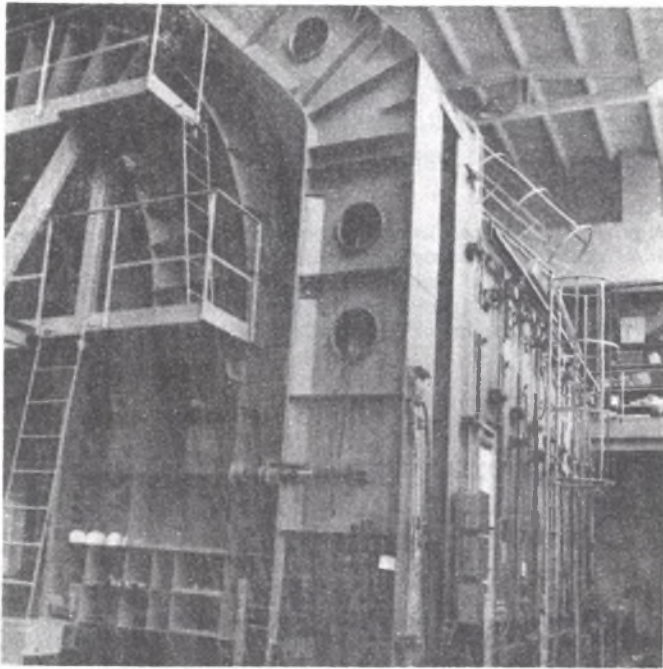
THE METHODICS OF CONDUCTING INVESTIGATIONS OF THE SUPPORT IN NATURAL SCALE ON THE EXAMPLE OF UNIQUE TEST STANDS FOR THE STATIC AND DYNAMIC TESTING OF STEEL SETS OF MINE ROADWAY SUPPORT

Summary. In the paper has been presented a method of test stand investigations of steel roadway support, subjected to the operation of static load, and a method of determining, on the basis of the measument data, of the strength and load-capacity parameters, as well as the coefficients determing the technical work characteristics of double timber sets of the lining.

МЕТОДИКА ВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КРЕПИ В ЕСТЕСТВЕННОМ МАСШТАБЕ НА ПРИМЕРЕ УНИКАЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИ- ЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СТАЛЬНЫХ РАМНЫХ КРЕПЕЙ

Резюме. В статье представлен метод испытаний на стенде стальной рамной крепи, подвергнутой воздействию статической нагрузки, а также способ определения на основании измерительных данных, прочностных и нагрузочных параметров и коэффициентов определяющих режим работы испытываемой рамной крепи.

Wprowadzenie do stosowania w kopalniach nowych typów odrzwiowej, stalowej obudowy chodnikowej z kształtowników o profilu V stworzyło warunki, w których projektant wyrobisk chodnikowych i użytkownik obudowy posiada obecnie możliwości wyrobu nieporównywalnie większej liczby wariantów w zakresie zarówno rodzaju i typu obudowy, jak i wielkości kształtownika, gatunku stali i wielkości kształtownika, rodzaju akcesoriów itd. Aby możliwy był prawidłowy i adekwatny do konkretnych warunków geologiczno-górnicznych dobór obudowy, niezbędna jest między innymi znajomość jej parametrów technicznych i charakterystyk pracy oraz wpływu, jakie na nie mają czynniki wynikające zarówno z cech konstrukcyjnych obudowy, jak i ogólnie biorąc z warunków jej współpracy z górotworem i sposobu jego oddziaływania na obudowę. Niezbędne jest zatem prowadzenie kompleksowych, stanowiskowych badań obudów chodnikowych w celu określenia ich parametrów wytrzymałościowo - nośnościowych oraz charakterystyk pracy.



Fot. 1. Stanowisko do badań stalowej, odrzwiowej obudowy chodnikowej przy obciążeniu statycznym

Photograph 1. Test stand for the testing of steel sets of mine roadway support under a static load

W celu realizacji takich badań zbudowano, a ostatnio zmodernizowano specjalne, unikalne stanowisko badawcze (fot.1). W stanowisku tym możliwe jest odwzorowanie w warunkach laboratoryjnych oddziaływania górotworu na odrzwia obudowy w płaskim układzie obciążeń działających na pojedyncze odrzwia lub w układzie przestrzennym jednocześnie na kilka (do 10m) odrzwi o wielkościach odpowiadających powierzchni przekroju odrzwi do $30m^2$.

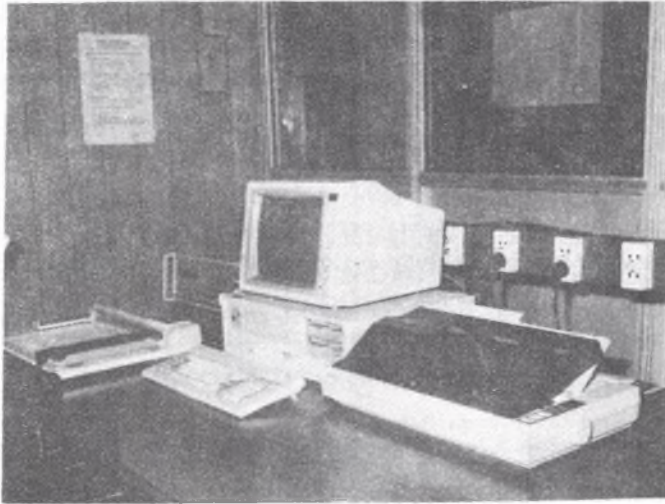
Realizacja tych badań wymagała opracowania odpowiednich metod badawczych, które z jednej strony zapewniłyby możliwie dokładne odwzorowanie rzeczywistej współpracy obudowy z górotworem w wyrobisku, a z drugiej strony umożliwiłyby uzyskanie jak największej liczby danych odnośnie do parametrów wytrzymałościowych i nośnościowych odrzwi i ich charakterystyk obciążeniowo - deformacyjnych.

Opracowana i stosowana w GIG metoda UMBO [1] stanowiskowych badań łukowych odrzwi obudowy chodnikowej pozwala na wyznaczenie tych - parametrów i charakterystyk, co umożliwia ocenę, kontrolę jakości i porównanie różnych wielkości, odmian, typów i rozwiązań konstrukcyjnych odrzwi. Metoda UMBO, w zależności od sposobu połączenia elementów odrzwi w złączach, przewiduje badania odrzwi w stanie usztywnionym i w stanie podatnym.

Badania odrzwi w stanie usztywnionym. Odrzwia przed próbą usztywnione są we wszystkich złączach przez ich zablokowanie w taki sposób, aby uniemożliwić zsuw odrzwi pod wpływem działania na odrzwia obciążenia zewnętrznego. Po umieszczeniu odrzwi w stanowisku zastabilizowane są one poprzecznie co najmniej w 5 punktach rozmieszczonych symetrycznie względem osi odrzwi, ustawia się siłowniki hydrauliczne zgodnie z przyjętym schematem obciążeń oraz podłącza aparaturę pomiarową (przetworniki). W czasie badania w interwale czasowym $t = 20$ s rejestruje się wartości następujących parametrów: zmniejszenie wysokości odrzwi (y), wartości sił czynnych ($F_c = F_4 + F_5 + F_6$), wartości sił biernych ($F_b = F_1 + F_2 + F_3 + F_7 + F_8 + F_9$), wartości reakcji podparcia odrzwi ($R_1 + R_2$), zmiany przemieszczeń punktów pomiaru deformacji odrzwi i czas trwania badania.

Badania odrzwi w stanie podatnym. Badania te prowadzi się na odrzwiach przygotowanych tak samo jak do badań w stanie usztywnionym, lecz bez zablokowania zsuwu odrzwi w złączach. W trakcie próby rejestruje się takie same parametry jak w próbie odrzwi w stanie usztywnionym oraz dodatkowo wartości zsuwu odrzwi w poszczególnych złączach.

Obliczanie wyników badań. Przyjęta metoda badań bazuje na zautomatyzowanym systemie pomiarowym, sprzężonym ze skomputeryzowanym układem zbierania, prze-



Fot.2. Układ pomiaru, zbierania, przetwarzania i rejestracji danych pomiarowych stanowiska badawczego

Photograph 2. A system for the measuring, processing and registration of the measurement data of the test stand

tworzania i rejestracji danych pomiarowych, pracującym w cyklu repetycji pomiarów $t \leq 20$ s i czasie próbkowania $t < 100$ ms (fot. 2).

W badaniach odrzwi w stanie usztwinyonim wyznaczane są następujące parametry i zależności:

- nośność maksymalna, obliczona wg wzoru:

$$F_{\max} = (F_4 + F_5 + F_6)_{\max}, \quad (1)$$

gdzie:

F_4, F_5, F_6 - maksymalne wartości sił czynnych

- zmniejszenie wysokości odrzwi (y_n) przy obciążeniu czynnym równym F_{\max} ,

- umowna praca odkształcenia odrzwi, obliczona wg wzoru:

$$A_{nu} = F_{\max} \cdot y_n, \quad (2)$$

- całkowita praca odkształcenia odrzwi, obliczona wg wzoru:

$$A_n = \sum_{i=1}^n \cdot A_i, \quad (3)$$

gdzie:

$$A_i = \sum_{m=1}^m \left[F_i(S_i) + F_i(S_i + \Delta S_i) \right] \cdot \frac{\Delta S_i}{2}, \quad (4)$$

gdzie:

$F_i(S_i)$ i $F_i(S_i + \Delta S_i)$ - chwilowe wartości i-tej siły czynnej,

S_i i ΔS_i - chwilowa wartość i chwilowy przyrost wartości wysuwu i-tego siłownika siły czynnej F_i ,

- średnia odkształcalność odrzwi, obliczona ze wzoru:

$$k_g = \frac{y_n}{F_{\max}}, \quad (5)$$

- wskaźnik nośności maksymalnej odrzwi, obliczony wg wzoru

$$k_{10} = \frac{F_{\max}}{m_c}, \quad (6)$$

gdzie:

m_c - całkowita masa odrzwi,

- maksymalne obciążenie bierne, obliczone wg wzoru:

$$F_{b_{\max}} = (F_1 + F_2 + F_3 + F_7 + F_8 + F_9)_{\max}, \quad (7)$$

w którym

F_1, \dots, F_9 - wartości sił biernych odpowiadające sile $F_{b_{\max}}$.

W badaniach odrzwi w stanie podatnym wyznaczone są następujące parametry i zależności:

- nośność robocza odrzwi (F_N), obliczona wg wzoru

$$F_N = \frac{\sum_1^{j_z} F_{z_j}}{j_z}, \quad (8)$$

gdzie:

F_{z_j} - nośność odrzwi bezpośrednio przed j-tym zsuwem,

j_z - liczba zsuwów w złączach w czasie całego badania,

- maksymalna i minimalna nośność zsuwna ($F_{z_{\max}}$ i $F_{z_{\min}}$) odrzwi, czyli maksymalne i minimalne obciążenie czynne (F_c) jako odrzwia przenoszą bezpośrednio przed ich zsuwami w złączach,
- łączny zsuw odrzwi w poszczególnych złączach ($\sum Z_{1+j}$), obliczony wg wzoru:

$$\sum Z_{1+j} = \sum Z_1 + \sum Z_2 + \sum Z_3 + \dots + \sum Z_j, \quad (9)$$

- całkowite zmniejszenie wysokości odrzwi (y_p), wyznaczone wg wzoru:

$$y_p = H_w - H_k, \quad (10)$$

gdzie:

H_w i H_k - odpowiednio wstępna i końcowa wysokość odrzwi,

- liczba zsuwów w złączach (j_z),
- umowna praca zsuwu odrzwi (A_{pu}), obliczona wg wzoru:

$$A_{pu} = F_N \cdot y_p, \quad (11)$$

- całkowita praca zsuwu odrzwi (A_p), obliczona wg wzoru:

$$A_p = \sum_{i=1}^n A_1, \quad (12)$$

gdzie:

A_1 - wyznacza się jak we wzorze (4),

- umowna podatność zsuwna (k_1) odrzwi, wyznaczona ze wzoru:

$$k_1 = \frac{y}{F_c(y)}, \quad (13)$$

- umowna średnia zsuwność (k_2) odrzwi, obliczona wg wzoru:

$$k_2 = \frac{k_6}{F_N}, \quad (14)$$

gdzie:

k_6 wyznacza się ze wzoru (19),

- współczynnik początkowej nośności (k_3) odrzwi, obliczony wg wzoru:

$$k_3 = \frac{F_N P}{F_N} \quad (15)$$

- stopień wykorzystania maksymalnej nośności odrzwi (k_4), obliczony wg wzoru:

$$k_4 = \frac{F_N}{F_{\max}} \quad (16)$$

- stopień odciążenia odrzwi (k_5), obliczony ze wzoru:

$$k_5 = \frac{F_{z2j}}{F_{z1j}} \quad (17)$$

- średni stopień odciążenia odrzwi (k_{5s}), obliczony ze wzoru:

$$k_{5s} = \frac{\sum_{j_z} k_5}{j_z} \quad (18)$$

- średni zsuw odrzwi (k_6), obliczony ze wzoru:

$$k_6 = \frac{\sum z_{1+j}}{j_z} \quad (19)$$

- stopień wykorzystania podatności zsuwnej odrzwi (k_7), obliczony ze wzoru:

$$k_7 = \frac{y_t}{y_p} \quad (20)$$

gdzie:

y_t - teoretyczne zmniejszenie wysokości odrzwi spowodowane zsuwem $\sum z_{1+j}$,

- średnia odkształcalność odrzwi (k_9), obliczona wg wzoru:

$$k_9 = \frac{y_p}{F_N} \quad (21)$$

- wskaźnik nośności roboczej odrzwi (k_{11}), obliczony wg wzoru:

$$k_{11} = \frac{F_N}{m_c} \quad (22)$$

Przedstawiona powyżej metoda UMBO ujęta w projekcie polskiej normy PCSN-119-90 stosowana jest od 1989 r. w stanowiskowych badaniach stalowej odrzwiowej obudowy chodnikowej LP-V, przy czym wg tej metody zrealizowano ponad 100 serii badań różnych odmian obudowy [2]. Wyniki tych badań potwierdziły skuteczność metody zarówno w odniesieniu do badań o charakterze poznawczym (badania kontrolne i atestacyjne). Stosowany w ramach tej metody program OBCHOD-1, na podstawie którego realizowany jest skomputeryzowany system zbierania i przetwarzania danych pomiarowych, umożliwia pełną realizację pomiarów, rejestrację danych, ich przetwarzanie, archiwizację i dokumentowanie.

W celu prowadzenia badań dynamicznej odporności stalowej odrzwiowej obudowy chodnikowej w skali naturalnej, w końcowej fazie budowy, znajduje się specjalne stanowisko badawcze GIG. W stanowisku tym możliwa będzie realizacja badań kompletnych odrzwi obudowy oraz ich elementów (zginanie prostych odcinków kształtowników, charakterystyka pracy złącz odrzwi itd.) poddanych dynamicznemu obciążeniu udarem masy o energii udaru do 1000 kJ.

Wyniki wstępnych badań odrzwi i elementów obudowy przy obciążeniach dynamicznych, realizowanych wg opracowanych w GIG-u metod badawczych podano w pracy [3].

LITERATURA

- [1] Sawka B. i inni: Ujednoliconą metoda stanowiskowych badań stalowych odrzwi łukowej podatnej obudowy chodnikowej LP. Praca GIG nr 1.3.3.1/6 IV. 1990 (nie publikowana).
- [2] Perek J., Sawka B.: Nośność stalowych łukowych obudów odrzwiowych w świetle badań stanowiskowych. Prace Naukowe Instytutu Geomechaniki Politechniki Wrocławskiej. Zeszyt nr 54/25. Wrocław 1989,
- [3] Perek J., Sawka B.: Dynamiczna odporność odrzwi podatnej obudowy chodnikowej i ich elementów w świetle badań modelowych i w skali naturalnej. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki Politechniki Wrocławskiej. XIV Zimowa Szkoła Mechaniki Górniczej. Marzec 1991.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. **Kazimierz RUŁKA**

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1992 r.