

Jan PEREK

Kazimierz RULKA

Bohdan SAWKA

Główny Instytut Górnictwa, Katowice

ZMODERNIZOWANE STANOWISKO DO BADAŃ
W SKALI NATURALNEJ STALOWYCH OBUDÓW ODRZWIOWYCH
Z ZASTOSOWANIEM OBCIĄŻEŃ STATYCZNYCH

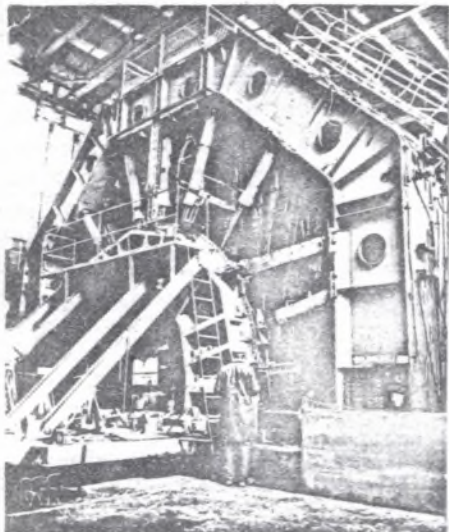
Streszczenie. Przedstawiono stan i możliwości badawcze zbudowanego w roku 1978 w Głównym Instytucie Górnictwa stanowiska laboratoryjnego do badania stalowych obudów odrzwiowych. Opierając się na 10-letnich doświadczeniach i nowych wymaganiach w zakresie gabarytów wyrobisk oraz potrzebach związanych z precyzją i szybkością pomiarów dokonano modernizacji stanowiska. Przebudowane ramy nośne pozwalają na przeprowadzenie badań odrzwi o przekroju w obudowie wyrobiska do 27 m² z kształtowników V44, przy pełnej automatyzacji układu pomiarowo-rejestrującego i przetwarzania danych. Prace modernizacyjna stanowiska znajdują się w fazie końcowej i pozwalają na przeprowadzenia badań obudowy o poszerzonym zakresie.

1. WSTĘP

Od roku 1978 prowadzona jest w Głównym Instytucie Górnictwa intensywna działalność badawczo-rozwojowa zacierająca do sukcesywnego opracowania i wprowadzenia do kopalń nowych typów stalowych odrzwiowych obudów chodnikowych, zwiększających skuteczność zabezpieczenia i trwałość wyrobisk górniczych oraz poprawiających bezpieczeństwo pracy. W ramach tych działań opracowano i uruchomiono seryjną produkcję typoszeregu kształtownika V, obejmującego wielkości o masach jednoelementowych 21, 25, 29, 36 i 44 kg/m, co umożliwiło również skonstruowanie i wprowadzenie do produkcji i stosowania w kopalniach nowych typów stalowych odrzwi obudowy chodnikowej o zróżnicowanej nośności i wytrzymałości, bardziej racjonalnie dostosowanych do różnorodnych warunków geologiczno-górnicznych. Dotyczy to nowych typów odrzwi łukowej, podatnej obudowy otwartej ŁP (trzy- i czteroelementowej), łukowej, podatnej obudowy kołowej ZOKP, obudów prostych, trapezowych itp.

Wprowadzenie do kopalń nowych typów odrzwi obudowy wymagało opracowania i uruchomienia produkcji nowoczesnych akcesoriów, tj. strzemion dwujarzmowych typu SD z zabierakami, stalowych okładzin siatkowych, stóp podporowych zapewniających prawidłowe skuteczne działanie obudowy i uzys-

kiwanie przez nią wymaganej nośności i wytrzymałości. Realizację prac badawczo-rozwojowych w zakresie obudów chodnikowych umożliwiło między innymi prowadzenie w unikalnym stanowisku laboratoryjnym szerokiego zakresu badań wytrzymałościowych stalowych odrzwi obudowy i akcesoriów (fot. 1). Badania te pozwoliły zarówno na wyznaczenie i sprawdzenie podstawowych parametrów wytrzymałościowych nowo opracowanych typów odrzwi obudowy, jak i na określenie szeregu zależności pomiędzy roboczą i maksymalną nośnością odrzwi a takimi czynnikami, jak: wielkością odrzwi, sposobem ich obciążenia, wpływ rodzaju i jakości wykładki itp.



Fot. 1. Widok stanowiska badawczego przed modernizacją

Fig. 1. View on testing stand before modernization

Prowadzona obecnie i prognozowana na lata 1986-96 modernizacja i rozwój stalowej odrzwiowej obudowy chodnikowej zmierza między innymi do opracowania odrzwi o zwiększonej powierzchni przekroju poprzecznego w świetle, odrzwi obudowy specjalnej, obudowy skrzyżowań, rozgałęzień, komór, odrzwi obudowy zamkniętej,

w tym z ciężkich kształtowników (V36 i V44), wykonanych ze stali o wysokich właściwościach mechanicznych. Nakłada to na Główny Instytut Górnictwa, jako jednostkę wiodącą w tym zakresie, obowiązek dostosowania możliwości badawczych do wynikających stąd aktualnych i przyszłych potrzeb. Odnosi się to do istniejącego od 1978 roku w GIG stanowiska do badań stalowej obudowy chodnikowej, które w dotychczasowym rozwiązaniu i przy wyposażeniu aparaturowym nie spełniało już aktualnych i przyszłych wymogów w zakresie możliwości badań statycznych obudowy tak pod względem konstrukcyjnym (możliwość badań odrzwi o powierzchni przekroju poprzecznego w świetle do 16 m²), jak i pomiarowo-rejestrującym (przestarzały, eksploatowany w sposób ciągły przez 10 lat i w znacznym stopniu zużyty system pomiarowo-rejestrujący, bazujący na ręcznym przetwarzaniu danych pomiarowych). Zachodziła więc pilna konieczność rekonstrukcji i modernizacji stanowiska badawczego tak w jego części konstrukcyjnej (ramy nośne i osprzęt), jak i układu pomiarowo-rejestrującego i przetwarzania danych. Modernizację taką zrobiono, co umożliwi przeprowadzenie poszerzonego zakresu badań dla kontrahentów krajowych i zagranicznych.

2. OPIS STANOWISKA DO BADAŃ OBUDOWY CHODNIKOWEJ - PRZED MODERNIZACJĄ

Cześć mechaniczna

Konstrukcja laboratoryjnego stanowiska badawczego umożliwia prowadzenie badań w skali naturalnej stalowej obudowy chodnikowej podatnej, sztywnej, łukowej i prostej zamkniętej i otwartej o wielkościach powierzchni przekroju poprzecznego w świetle odrzwi do 16 m^2 . Możliwa jest budowa jednocześnie szeregu odrzwi (do 10 szt.).

Dane techniczne - stanowisko do badań obudów chodnikowych składa się z następujących zespołów:

- konstrukcji nośnej,
- układu stabilizacji poprzecznej odrzwi,
- układu mocowania siłowników,
- układu hydraulicznego (siłowniki hydrauliczne, układ zasilania i sterowania).

Konstrukcja nośna wspiera się na płycie fundamentowej $11200 \times 11800 \text{ mm}$ i składa się z 10 ram nośnych. Przestrzeń robocza wewnątrz ram nośnych wynosi $10000 \times 8800 \times 6900 \text{ mm}$. Jedną ramę tworzą dwa dwuteowniki, których zewnętrzne pasy są ze sobą zespawane. Dodatkowe usztywnienie stanowią żebra poprzeczne i skośne. Ramy połączone są ze sobą zastrzałami i tworzą sztywny tunel.

Układ stabilizacji poprzecznej odrzwi składa się z dwóch bram oporowych, zamontowanych do wózków ustawionych na szynach na całej długości stanowiska wewnątrz ram nośnych. Bramy oporowe pozwalają na stabilizację poprzecznej odrzwi.

Siłowniki umocowane są poprzez uchwyty do wewnętrznego pasa ram nośnych. Uchwyty te przytwierdzone są do ram na stałe lub można je przemieszczać po ramie do położenia wynikającego z założonego schematu obciążeń badanych odrzwi obudowy. Stałe mocowane są do belek wzdłużnych, przyspawanych do wewnętrznych blach ram, ruchome zaś jako pojedyncze elementy mogą być przesuwane po wewnętrznym obrysie każdej ramy. Osadzenie siłowników w uchwytach mocujących jest typu przegubu kulowego, co pozwala na wychylenie siłowników w płaszczyźnie badanych odrzwi o kąt $\pm 60^\circ$, a w kierunku poprzecznym o kąt $\pm 15^\circ$. W przypadku badań odrzwi obudowy zamkniętej możliwe jest również mocowanie siłowników w płycie podłogowej. Wiele niedogodności stwarza brak możliwości płynnej regulacji usytuowania siłowników w dowolnym punkcie na całym obwodzie ramy, a szczególnie w jej części spągowej.

Układ hydrauliczny stanowiska składa się z 10 niezależnych zespołów (grup) zasilających i sterujących siłowniki hydrauliczne każdej ramy nośnej stanowiska. Każda z grup składa się z następujących elementów:

- a) Siedmiu siłowników hydraulicznych.

- b) Pomocniczego agregatu pompowego.
- c) Zespołu zasilająco-sterującego.

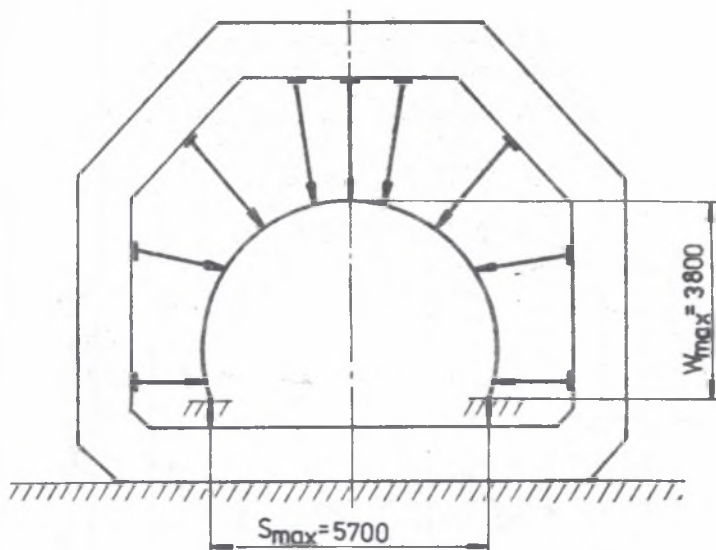
Część pomiarowo-rejestrująca

Zaprojektowany i wykonany przez ZBUIAND-GIG system pomiarowo-rejestrujący oparto na rozwiązaniu elektronicznym z zastosowaniem telewizji przemysłowej i zapisem wyników pomiarów oraz możliwości przetwarzania danych na maszynie cyfrowej. Pomiar sił działających na badane odrzvia zrealizowano pośrednio za pomocą czujników ciśnienia zainstalowanych w układzie zasilania siłowników hydraulicznych, o zakresie pomiarowym 0-10 MPa lub 0-28 MPa. Z czujników ciśnienia działających na zasadzie przetworników magnetośprężystych sygnały poprzez układ pomiarowo-kompensacyjny i 90-pozycyjny elektroniczny komutator przekazywane są do voltomierza cyfrowego oraz drukarki. Do pomiaru reakcji w miejscu podparcia odrzwi zastosowano dynamometry magnetośprężyste o zakresie pomiarowym 0-700 kN. Nieliniowa charakterystyka pracy czujników ciśnienia i reakcji podparcia odrzwi stwarza bardzo duże utrudnienie w przetwarzaniu danych pomiarowych i wymaga wykonania dla każdego czujnika żmudnego i pracochłonnego przeliczenia dużej liczby wartości mierzonych w voltach na wartości rzeczywiste wyrażone w kN, przy wykorzystaniu wykresów wzorcowania poszczególnych czujników. Znaczne utrudnienie stwarza również konieczność przeprowadzania częstych wzorcowań czujników z uwagi na zmiany ich charakterystyk po kilku zaledwie zrealizowanych badaniach. Duża zawodność i awaryjność zużytego w znacznym stopniu osprzętu i aparatury stawiała pod znakiem zapytania wiarygodność i dokładność badań. Do pomiaru przemieszczeń promieniowych wybranych punktów badanych odrzwi obudowy zastosowano układ liniowo-obciążnikowy ze wskaźnikami osadzonymi na linkach oraz tablicę z naniesioną podziałką. Wskazania z tablicy poprzez kamery telewizyjne przekazywane są na monitor kontrolny umieszczony w pomieszczeniu pomiarowym z możliwością jedynie ręcznego zapisu danych pomiarowych. Dodatkowo w stanowisku zainstalowano konwergometry linkowe do bezpośredniego kontrolnego pomiaru przemieszczeń trzech wybranych punktów odrzwi, wyposażone w przetworniki obrotowo-impulsowe, przekazujące sygnały na wskaźniki cyfrowe z sygnałem wyjściowym do drukarki. Ze względu na znaczną awaryjność i zawodność tego układu był on w praktyce rzadko wykorzystywany.

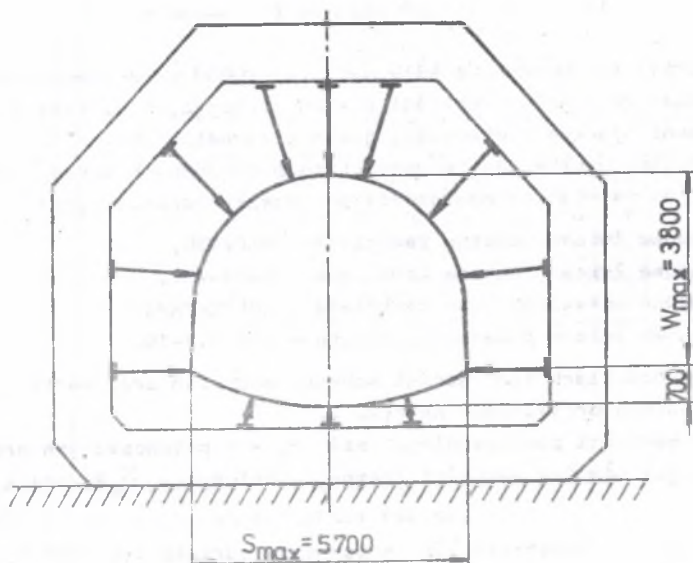
3. DOTYCHCZASOWE BADANIA

W okresie ok. 12-letnich badań prowadzonych w stanowisku przebadano wiele typów odrzwi stalowych obudów chodnikowych wykonanych z kształtowników KSKO i V. Największą liczbę badań przeprowadzono na odrzwiach:

- łukowej obudowy podatnej otwartej - tP (rys. 1),



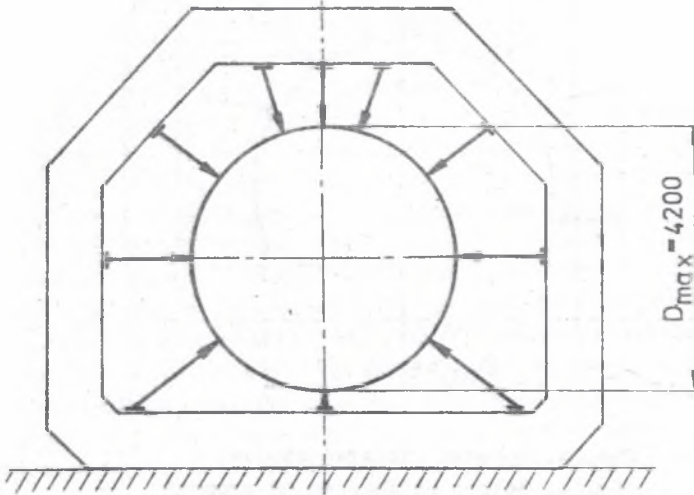
Rys. 1. Schemat obciążeń obudowy ŁP
Fig. 1. Scheme of load on ŁP support



Rys. 2. Schemat obciążeń obudowy ŁPZ
Fig. 2. Scheme of load on ŁPZ support

- łukowej obudowy podatnej zamkniętej - ŁPZ (rys. 2),
- podatnej, zamkniętej obudowy kołowej - ZOK (rys. 3)

o wielkościach "W" od 7 do 10 wykonanych z kształtowników od V21 do V44.



Rys. 3. Schemat obciążeń obudowy ZOK
Fig. 3. Scheme of load on ZOK support

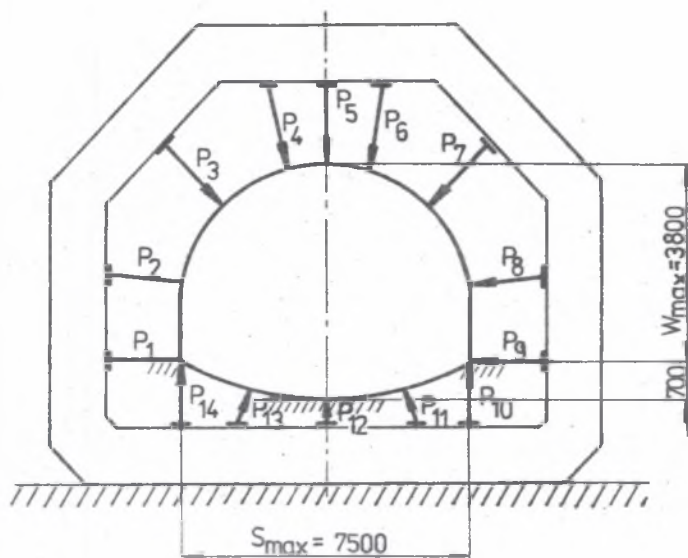
Mając materiał porównawczy z kilkuset (ok. 1000) przeprowadzonych badań, można podać maksymalne wartości sił oddziałujących na ramę nośną stanowiska, wynikających z obciążeń, jakie przenosiły zbadane dotychczas odrzwia. Z analizy wynika, że ze wszystkich przebadanych dotąd typów i wielkości odrzwi największe obciążenia przenosiły odrzwia typu:

- stalowa obudowa łukowa podatna zamknięta - 8ŁP-V36,
- stalowa obudowa łukowa podatna zamknięta - 8ŁPZ-V36,
- stalowa obudowa łukowa podatna zamknięta - 10ŁPZ-TH44,
- stalowa obudowa łukowa podatna zamknięta - OST-5,7-36.

Stosowany w badaniach tych odrzwi schemat obciążeń oraz wartości sił maksymalnych podano przykładowo na rys. 4.

Analizując wartości poszczególnych sił $P_1 - n$ przenoszonych przez badane odrzwia, jak również wartości łącznego obciążenia $\sum P$, można stwierdzić, że:

- największe łączne obciążenie $\sum P$ przenosiły odrzwia typu OST-5,7-36, a mianowicie $\sum P = 5622$ kN,
- największe wartości poszczególnych sił wystąpiły również w trakcie badania odrzwi OST-5,7-36, a mianowicie siła $P_8 = 632$ kN oraz reakcje podparcia odrzwi $P_{10} = P_{14} = 1096$ kN,



Typ odrzwi	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	ΣP
	kN														
8 tP-V 36	30	301	328	287 ^x	287 ^x	287 ^x	300	326	36	668	—	—	—	668	3518
8 tPZ-V36	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	134 ^x	—	134 ^x	134 ^x	134 ^x	—	1608
8 tPZ-V36	509	210	139	12	293	36	185	176	54,9	—	228 ^x	228 ^x	228 ^x	—	2793
OST-5,7-36	0	604	314	502 ^x	502 ^x	502 ^x	318	632	56,7	1096	—	—	—	1096	5622,7
10 tPZ-TH 44	344 ^x	344 ^x	—	344 ^x	—	344 ^x	—	344 ^x	344 ^x	—	344 ^x	344 ^x	344 ^x	—	3096

Uwaga: wartości zaznaczone ^x) odnoszą się do sił czynnych.

Note: Values marked ^x) relate active forces.

Rys. 4. Schemat obciążeń oraz wartości sił maksymalnych obudowy tP i tPZ
 Fig. 4. Scheme of load and value of maximum forces on tP and tPZ support

- najkorzystniejszy układ obciążeń ramy nośnej stanowiska wystąpił w czasie badania odrzwi OST-5,7-36, tzn. gdy suma algebraiczna sił pionowych $\sum(P_4, P_5, P_6)$ wynosiła 1506 kN a reakcji $\sum(P_{10}, P_{14})$ 2192 kN.

Wynika stąd, że wartości pojedynczych sił były zbliżone do maksymalnych ($P = 700$ kN), a łączne obciążenie $\sum P$ przekraczało o 10% dopuszczalne obciążenia ramy nośnej stanowiska wynoszące 5000 kN. Można więc stwierdzić, że obciążenia, jakie przenosiły dotychczas badane odrzwia, o wzmocnionej konstrukcji z ciężkich kształtowników V36 i V44, w zasadzie wykorzystywały możliwości wytrzymałościowe konstrukcji nośnej stanowiska.

4. UZASADNIENIE KONIECZNOŚCI REKONSTRUKCJI STANOWISKA

Cześć mechaniczna

Wieloletnie badania i pomiary prowadzone w stanowisku przyczyniły się w istotnym stopniu do rozwoju i modernizacji stalowych obudów chodnikowych oraz wprowadzenia do produkcji i stosowania nowych ich typów, jak również umożliwiły określenie podstawowych parametrów wytrzymałościowych i charakterystyk obciążeniowo-deformacyjnych wszystkich opracowanych dotychczas typów odrzwi stalowej obudowy chodnikowej. Należy jednak stwierdzić, że istniejące w GIG stanowisko w obecnym rozwiązaniu konstrukcyjnym i przy wyposażeniu aparaturowym oraz układzie pomiarowym i rejestracji nie pozwala na badanie odrzwi stalowej obudowy o powierzchni przekroju poprzecznego większej od 16 m^2 . Dotyczy to w szczególności odrzwi zamkniętych z ciężkich kształtowników (V36, V44), wykonanych ze stali o zwiększonych właściwościach mechanicznych i obudów specjalnych, na odwzorowanie układów obciążeń wszechstronnych, adekwatnych do warunków działania obciążeń rzeczywistych. Uniemożliwia również prowadzenie badań obudowy w układzie przestrzennym, tym bardziej jeśli uwzględni się niedokładność, zawodność oraz znaczne zużycie aparatury pomiarowo-rejestrującej.

Zachodziła więc pilna konieczność rekonstrukcji stanowiska (i to zarówno w jego części konstrukcyjnej, jak i układu pomiarowo-rejestrującego oraz układu przetwarzania danych), tak aby spełniać mogło ono funkcję wynikającą z aktualnych i przyszłych potrzeb badawczych.

Rozważano cały szereg wariantów jego rekonstrukcji. W trakcie analizy zakresu technicznych możliwości modernizacji stanowiska brano pod uwagę wiele aspektów, takich jak: możliwości techniczne GIG i jego zaplecza, ekonomię przedsięwzięcia, czas trwania przebudowy itp. W rezultacie powstała koncepcja przebudowy stanowiska opisana w punkcie 5.1.

Część pomiarowo-rejestrująca

Zaprojektowany i wykonany w czasie budowy stanowiska, na bazie produkowanych przez ZBUIAND podzespołów, układ pomiarowo-rejestrujący został w czasie 12 lat pracy całkowicie wyeksploatowany. Wykonane przetworniki magnetosprężyste, z uwagi na nieliniowość i zmienność ich charakterystyk, w praktyce nie zdały egzaminu. Ze względu na niewielką liczbę uzyskiwanych danych z pomiarów oraz z uwagi na dużą zawodność układu pomiarowo-rejestrującego stosuje się w czasie badań zapis ręczny.

Doświadczenia uzyskane w okresie eksploatacji stanowiska wskazują na konieczność, możliwie w sposób ciągły, rejestracji wielu parametrów niezbędnych do oceny pracy odrzwi podatnej obudowy stalowej. Wielka ilość informacji uzyskana podczas jednego cyklu badawczego zbierana i przetwarzana być musi w sposób automatyczny, a wysokie straty wywołane postojem stanowiska i konieczność przebadania ponad 100 odrzwi rocznie stawiają ostre wymagania w stosunku do jakości i niezawodności układu pomiarowo-rejestrującego.

Wnioski zebrane z dotychczasowych badań znalazły odzwierciedlenie w opracowanym wspólnie z VVUU w Ostrawie-Radvanicach projekcie normy PN-85/G-15000/05. Wymagania stawiane przez projekt normy badaniom łukowych odrzwi podatnych, mających na celu wyznaczenie ich charakterystyk wytrzymałościowo-deformacyjnych, niezbędnych przy ocenie, kontroli i porównaniu parametrów wytrzymałościowych odrzwi oraz ujednoczenie badań z VVUU w Ostrawie-Radvanicach zmuszały do zaprojektowania i wykonania nowego układu pomiarowo-rejestrującego. Układ ten powinien spełniać następujące wymagania:

- pomiar wartości obciążenia realizowanego przez każdy z siłowników stanowiska,
- pomiar reakcji podparcia odrzwi,
- pomiar przemieszczeń, deformacji i odkształceń w określonych punktach odrzwi,
- zebranie i rejestracja określonych parametrów w cyklu krótszym od 20 sekund,
- czas zbierania danych pomiarowych mniejszy od 10 s (dla jednego cyklu),
- automatyczna rejestracja i przetwarzanie,
- bezpieczeństwo prowadzenia badań (zdalne przekazywanie danych i rejestracja).

5. PROJEKT REKONSTRUKCJI STANOWISKA

5.1. Część mechaniczne

Przy opracowaniu projektu rekonstrukcji stanowiska przyjęto jako punkt wyjścia, że w stanowisku po jego modernizacji możliwe będzie prowadzenie badań podatnych łukowych odrzwi stalowej obudowy chodnikowej (otwartych

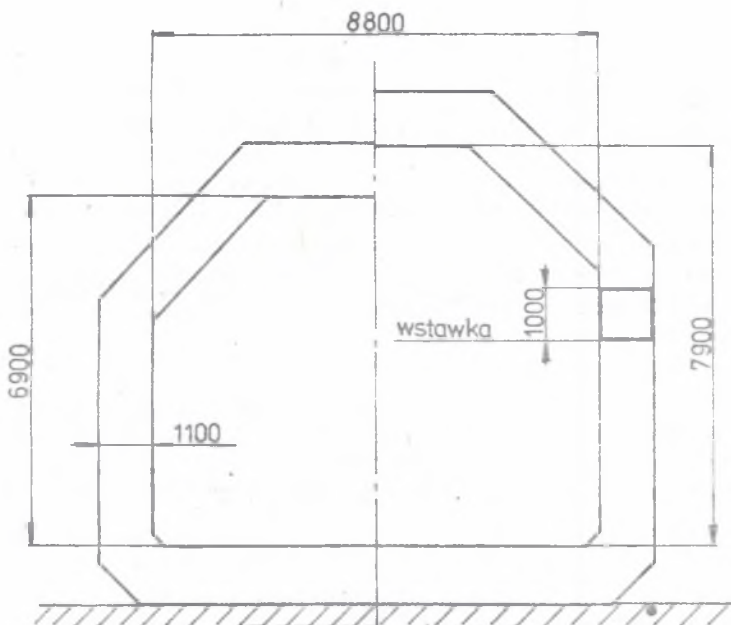
i zamkniętych) z kształtowników o masie jednostkowej do 44 kg/m, o zwiększonej powierzchni przekroju poprzecznego odrzwi w świetle do 27 m², w dowolnych układach działania na odrzwi obciążenia zewnętrznego.

Ponadto przyjęto, że:

- wykorzystana się możliwie w maksymalnym stopniu istniejącą konstrukcję nośną i oprzyrządowanie stanowiska,
- możliwe będzie badanie odrzwi o szerokości do 8,0 m i wysokości do 7,0 m (odrzwia otwarte) i do 6,5 m (odrzwia zamknięte),
- możliwe będzie mocowanie siłowników w dowolnym miejscu na obwodzie ramy nośnej,
- uzyska się czteroczęściową stabilizację poprzeczną odrzwi oraz ograniczenie wychyłu siłownika w płaszczyźnie poziomej,
- możliwe będzie stosowanie siłowników o wysuwie roboczym do 1200 mm.

Projekt rekonstrukcji stanowiska opiera się na następujących założeniach:

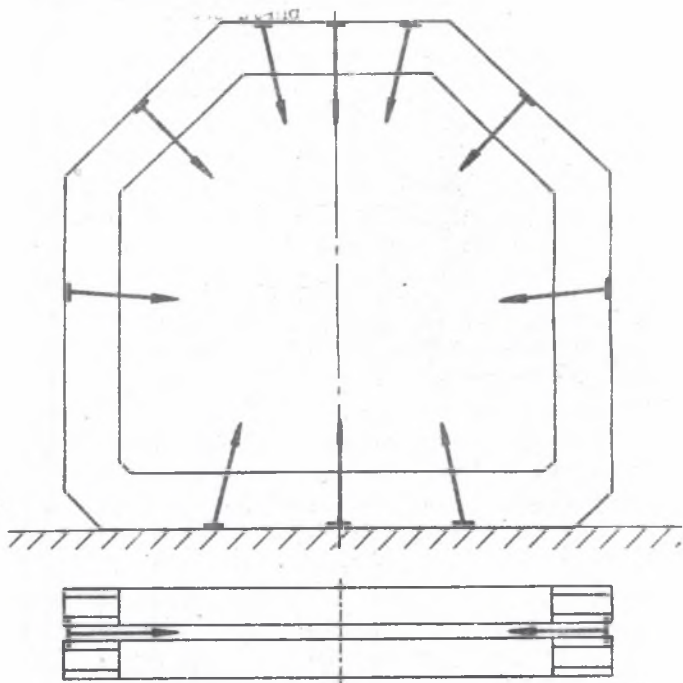
- rekonstrukcja obejmie tylko dwie pierwsze ramy nośne, zwiększenie wysokości ramy nośnej (w świetle) o 1000 mm nastąpi przez rozcięcie jej pionowych elementów i wstawienie wkładek o wysokości 1000 mm (rys. 5),



Rys. 5. Proponowany sposób zwiększenia prześwitu pionowego w ramie nośnej stoiska

Fig. 5. Proposed means of increasing vertical clearance in frame carrier of the stand

- siłowniki umieszczone zostaną pomiędzy dwoma pierwszymi ramami nośnymi, z równoczesnym mocowaniem końców cylindrów siłowników do zewnętrznych dwóch sąsiednich pasów nośnych ram (rys. 6).



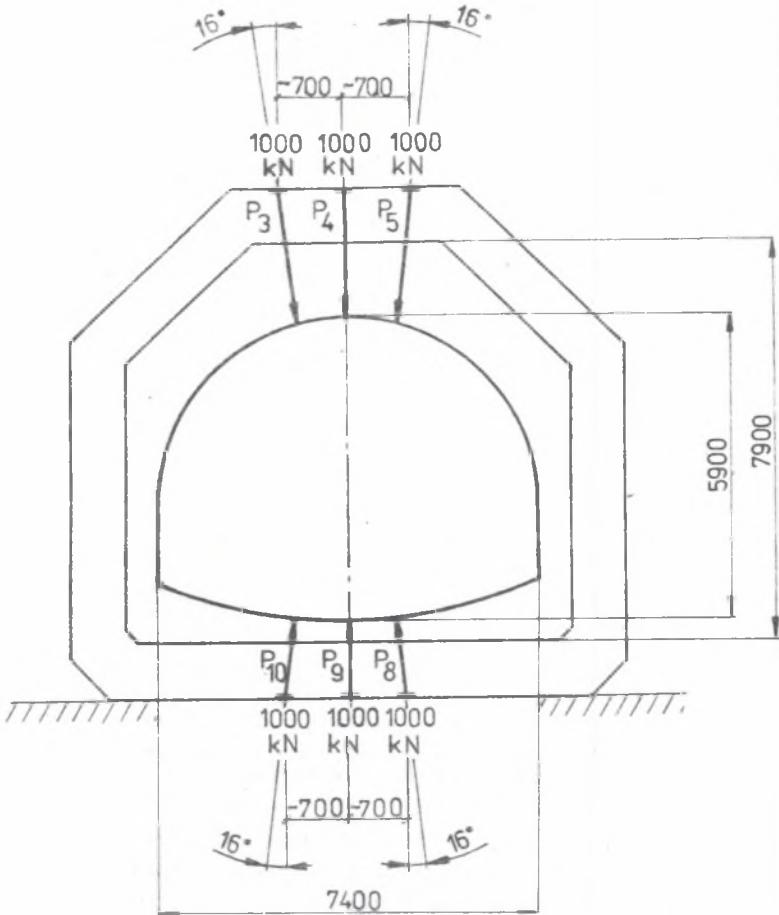
Rys. 6. Schemat umieszczenia siłowników pomiędzy ramami nośnymi stoiska do rekonstrukcji

Fig. 6. Scheme of hydraulic jack distribution between frame carriers of stand after his reconstruction

Realizacja projektu pozwoli na znaczne zwiększenie wewnętrznych wymiarów dwóch pierwszych ram nośnych, a także umożliwi usytuowanie siłowników w dowolnym miejscu na obwodzie ramy nośnej.

Umieszczenie siłowników między ramami nośnymi pozwoli na stosowanie siłowników o wysuwie roboczym do 1200 mm bez ograniczania prześwitu roboczego stoiska, co ma istotny wpływ na sprawność przebiegu badania (eliminacja konieczności zakładania i wymiany przedłużaczy w trakcie badania). Ponadto takie usytuowanie siłowników spowoduje, że obciążenia wywierane przez siłowniki na badane odrzwia przenosić się będą na obie współpracujące ramy nośne stanowiska, co umożliwi zwiększenie dopuszczalnych wartości łącznych obciążeń. Na podstawie analizy dotychczasowych wyników badań (pkt 3) oraz prognozowanych parametrów wytrzymałościowych nowo projektowanych odrzwi stalowej obudowy chodnikowej, których stanowiskowe badania realizowane będą w latach 1989-95, do celów obliczeń wytrzymałościowych

ram nośnych zrekonstruowanego stanowiska można przyjąć uproszczony schemat oraz wartości obciążeń granicznych, podane na rys. 7. Wartości obciążeń przyjęto opierając się na dotychczasowych wynikach badań, jednak z uwagi na potrzeby metodologiczne oraz przyszłościowe konstrukcje odrzwi o zwiększonej wytrzymałości wartości te zwiększono o ok. 40%.



Rys. 7. Uproszczony schemat oraz wartości obciążeń granicznych potrzebne do obliczeń wytrzymałościowych ramy nośnej stoiska

Fig. 7. Simplified scheme and values of limiting load needed for strenght calculation of frame carriers of stand

5.2. Część pomiarowo-rejestrująca

Pomiar sił - prowadzone badania wymagają określenia wartości sił czynnych i biernych wywołanych przez siłowniki hydrauliczne oraz wartości reakcji podparcia odrzwi. Ilość zamontowanych siłowników, imitujących rze-

czywiste obciążenia obudowy, zależna jest od przyjętego układu obciążenia (tabl. 1).

Pomiar sił czynnych i biernych najwygodniej jest zrealizować pośrednio poprzez pomiar ciśnienia w każdym siłowniku.

Zainstalowane przetworniki ciśnienia charakteryzują się stałością liniowych charakterystyk w czasie, dużą czułością, niezależnością od zmian temperatury oraz odpornością na wstrząsy. Cechy te posiadają przetworniki tensometryczne, mogące współpracować z układem zbierania danych pomiarowych oraz mogące pracować zarówno przy obciążeniach statycznych, jak i dynamicznych. Wymagane zakresy ciśnienia przetworników, wynikające z parametrów roboczych pomp zasilających siłowniki hydrauliczne oraz obciążeń przenoszących przez odrzwia obudowy z kształtowników V to; 0-16 MPa i 0-30 MPa.

Przetworniki reakcji podparcia, podobnie jak i przetworniki ciśnienia posiadają niezmiennie w czasie liniowe charakterystyki i cechować je powinna prostota konstrukcji wynikająca z układu przykładania obciążeń. Wymagane zakresy sił przetworników: 0-700 kN i 0-1500 kN. Wymagane dokładności dla układu pomiarowo-rejestrującego ciśnień oraz sił wynoszą $\pm 1\%$.

Pomiary przemieszczeń i deformacji odrzwi - w badaniach odrzwi podatnej stalowej obudowy chodnikowej konieczny jest zarówno pomiar zsuwów odrzwi w złączach, jak i pomiar deformacji oraz zmian geometrii odrzwi, wynikających z ich odkształceń sprężysto-plastycznych oraz zsuwów odrzwi w złączach.

Dotychczasowe badania wykazały, że całkowite przemieszczenia w poszczególnych złączach dochodzą do 1000 mm przy gwałtownym jednorazowym zsuwie nie przekraczającym 150 mm.

Wymagana dokładność pomiaru przemieszczeń i deformacji wynosi ± 1 mm. Pomiar przemieszczeń i deformacji zrealizowany być może przez przetworniki oporowe, indukcyjne lub obrotowe przetworniki impulsowo-kodowe lub impulsowe.

Pomiar naprężeń w odrzwiach, podatnej obudowy chodnikowej - prowadzone badania wymagają w niektórych przypadkach również określenia naprężeń w niewrażliwych miejscach odrzwi obudowy. Najdokładniejszą i najprostszą metodą pomiarów odkształceń jest pomiar przy zastosowaniu tensometrów naprężno-oporowych, naklejonych na badane odrzwia. Miejsca naklejenia tensometrów wyznaczone muszą być każdorazowo przed badaniami i uzależnione są od typu i rozkładu obciążeń badanych odrzwi podatnej obudowy łukowej.

Zestawienie punktów pomiarowych - dobór odpowiedniej aparatury pomiarowo-rejestrującej uzależniony jest od typów stosowanych przetworników, czasu zbierania danych pomiarowych, ilości punktów pomiarowych oraz wymaganej dokładności wykonywanych pomiarów.

W tablicy 1 zebrano liczby niezbędnych punktów pomiarowych dla wybranych układów badań pojedynczych odrzwi obudowy.

Tablica 1

Zestawienie liczby punktów pomiarowych dla wybranych układów badań
(jedne odrzwia)

Mierzone wielkości	Odrzwia łukowej obudowy podatnej ŁP	Odrzwia łukowej zamkniętej obudowy podatnej ŁPZ	Odrzwia podatnej obudowy kołowej ZOKP
<u>Pomiar ciśnienia</u> Wymagane zakresy ciśnień: 0-16, 0-30 (MPa) Dokładność toru pomiarowego $\pm 1\%$	9	12	12
<u>Pomiar reakcji podparcia</u> Wymagane zakresy sił: 0-700, 0-1500 (kN) Dokładność toru pomiarowego $\pm 1\%$	2	2	-
<u>Pomiar przemieszczenia</u> Wymagany zakres przemieszczeń 1000 (mm) Dokładność pomiarów ± 1 (mm)	3	6	6
<u>Pomiar deformacji</u> Wymagany zakres - 1000 (mm) Dokładność pomiarów ± 1 (mm)	12	16	16
Sumaryczne liczba niezbędnych punktów pomiarowych	26	36	34

Układ zbierania i przetwarzania danych pomiarowych - maksymalna liczba punktów pomiarowych (72) będzie występować podczas badań podwójnych odrzwi łukowej zamkniętej obudowy podatnej, której średni czas badań wynosi ok. 10 godzin. Przy 20-sekundowym cyklu rejestracji danych ilość informacji przekazywanych do układu zbierania i przetwarzania danych pomiarowych wyniesie ok. 130.000. Skrócenie czasu cyklu rejestracji danych proporcjonalnie zwiększy napływ informacji.

Prowadzenie w tych warunkach badań bez układu automatycznego zbierania i przetwarzania danych pomiarowych byłoby niemożliwe. Opracowanie wyników pomiarów będzie wymagać zastosowania komputerowego systemu zbierania i matematycznego przetwarzania danych. System ten, z uwagi na wysoki koszt eksploatacji stanowiska, przy średnim 3-dniowym cyklu badań odrzwi, cechować musi duża pewność i niezawodność działania. Układ zbierania danych następująca zespoły:

- zespół przetwarzania mierzonych wielkości (przetworniki),
- zespół przełączający (multiplekser),
- zespół urządzeń wzmacniających,
- zespół przetworników analogowo-cyfrowych.

Układ zapewnia zebranie danych ze wszystkich przetworników (w czasie krótszym od 10 s) i przetworzenie ich na sygnały mogące być zapamiętywane i przetwarzane przez komputer. Wobec braku na rynku krajowym aparatury spełniającej te wymagania, jednym urządzeniem spełniającym je jest wielopunktowy układ pomiarowy typ UPM-60 produkowany przez firmę Hottinger z RFN. Aparatura ta może współpracować z przetwornikami tensometrycznymi w układzie pół- i pełnego mostka, indukcyjnymi i oporowymi. W aparaturze wbudowany jest automatyczny zespół przełączający, mogący pracować w dowolnym cyklu zbierania danych, a selekcjonowane podzespoły oraz układ automatycznej kalibracji zapewniają wysoką klasę dokładności (0,02), spełniają wymagania projektu normy PN-85/G-15000/05. Aparatura ta wyposażona jest w dwa standardowe wyjścia: równoległy JEEE 488 i szeregowy V.24 (RS-232-C) asynchroniczny interface, dzięki czemu może bezpośrednio współpracować z komputerem. Komputerowy układ matematycznego przetwarzania danych posiada możliwość zbierania i przekazywania danych do zewnętrznej pamięci, przetwarzanie ich oraz wydruk wyników badań i sporządzenie charakterystyk. Zewnętrzna pamięć służyć będzie do zbierania wyników pomiarów, przechowywania programów oraz przechowywania danych o charakterze archiwalnym.

6. UWAGI KOŃCOWE

Przeprowadzona w latach 1988/1990 modernizacja stanowiska badawczego do badań statycznych stalowych obudów odrzwiowych pozwala na przeprowadzenie kompleksowych badań konstrukcji o przekroju wyrobiska w świetle obudowy do 27 m².

Stanowisko wyposażone w najnowszą aparaturę i oprogramowanie pozwala na odwzorowanie różnorodnych układów obciążeń zarówno płaskich, jak i przestrzennych oraz dostosowanie do wszelkich typów i rodzajów obudowy (łukowa, kołowa, prostokątna, trapezowa, otwarta, zamknięta, sztywne, podatna i mieszana) przy zachowaniu skali naturalnej.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zenon Szczepaniak

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ
В ЕСТЕСТВЕННОМ МАСШТАБЕ РАМНЫХ СТАЛЬНЫХ КРЕПЕЙ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Р е з ю м е

В работе представлено состояние и испытательные возможности созданной в 1978 году в Главном институте горного дела лабораторной установки, предназначенной для испытания стальных рамных крепей.

На основе 10-летнего опыта и в связи с новыми требованиями по габаритам выработок, точности и скорости измерения была проведена модернизация стенда. Модернизированные несущие рамы позволяют проводить испытания крепёжных рам с площадью сечения в крепи выработки до 27 м^2 из металлических профилей V44 при полной автоматизации измерительно-регистрающей системы и обработки данных.

Работы по модернизации стенда находятся в заключительной фазе и позволяют проводить испытания в более широком диапазоне.

MODIFIED STAND FOR RESEARCH IN
NATURAL SCALE OF ROADWAY STEEL SUPPORTS USING
STATIC LOADING

S u m m a r y

The state and research possibility of the laboratory stand for the research of roadway steel supports built in 1978 in the Central Mining Institute were presented.

On the base of 10-years experience and new requirements in the range of working dimensions and requirements connected with precision and measurement rate the process of stand modification was done.

Reconstructed frame carries enable to carry out tests of roadway supports of cross-section up to 27 m^2 of V 44 profile with full automatization of measurement - recording system and data processing.

Modified works of the stand are in the final stage and enable to carry tests of support in wider range.