

Kazimierz STOIŃSKI

Główny Instytut Górnictwa, Katowice

STANOWISKA DO BADAŃ DYNAMICZNYCH STALOWEJ OBUDOWY CHODNIKOWEJ W SKALI NATURALNEJ Z ZASTOSOWANIEM UDARU MASOWEGO

Streszczenie. Przedstawiono problematykę badań stanowiskowych stalowej obudowy odrzwiowej celem przystosowania do pracy w warunkach obciążeń wynikających z tapan. Na podstawie dostępnych obserwacji kopalnianych oraz prowadzonych badań tak w Głównym Instytucie Górnictwa, jak i innych ośrodkach opracowano koncepcję stanowiska, przyjmując obciążenie udarem spadającej masy. Przyjęta koncepcja stanowiła podstawę opracowania stosownej dokumentacji technicznej, według której podjęto jego budowę w Oddziale GIG w Łazińskich. Harmonogram realizacji przewiduje budowę stanowisk w miarę posiadanych środków. Pierwsze badania stanowiskowe zostaną podjęte w II kwartale 1990 roku.

1. WPROWADZENIE

Zjawisko tapan stanowi jedno z istotnych zagrożeń dla utrzymania wyrobisk kopalnianych w Górnosląskim Okręgu Węglowym. Zagrożone są szczególnie wyrobiska w kopalniach, w których eksploatowane pokłady zalegają poniżej 500 m [1]. Utrzymująca się tendencja wybierania pokładów z coraz większych głębokości (aktualnie średnia głębokość wynosi 560 m) powoduje, że należy się liczyć również w przyszłości z narastaniem omawianego zagrożenia.

Każdego roku rejestruje się średnio kilkanaście tąpnięć o różnym zasięgu i stopniu zniszczenia wyrobiska. Stanowi ono zagrożenie także dla bezpieczeństwa górników znajdujących się w bezpośredniej strefie oddziaływania zjawiska, powoduje również straty wynikłe z przerw w produkcji oraz konieczności przebudowy wyrobisk. Podejmowane na przestrzeni wielu lat działania w sferze poprawy technologii eksploatacji, jak również dostosowania obudów do warunków występowania tapan, nie doprowadziły do likwidacji tapan, a jedynie do zmniejszenia ich liczby i skutków. Korzystne tendencje wystąpiły głównie w ścianach po wprowadzeniu kompleksów zmechanizowanych. Małe postępy zarejestrowano natomiast w wyrobiskach korytarzowych, co wynika z wciąż niedostatecznej odporności obudowy na oddziaływania górotworu w wyniku tąpnięcia. Aktualnie tąpnięcia [2] występują głównie w chodnikach lub skrzyżowaniach chodnik-ściana (około 90% przypadków), a jedynie nieznacznie w ścianach (około 10% przypadków).

Wyrobiska przed uszkodzeniem w wyniku tapnięcia miała zabezpieczyć obudowa o podwyższonej odporności statycznej. Wzrastał ciężar obudów, a wraz z nim koszty produkcji i utrudnienia eksploatacyjne, natomiast efekty ekonomiczne i bezpieczeństwa nie w każdym przypadku nadążały za oczekiwaniami. Zwiększenie odporności obudów na obciążenia w wyniku tapania, bez konieczności zwiększenia wytrzymałości statycznej, można uzyskać również dzięki optymalizacji charakterystyk dynamicznych obudowy i jej współpracy z górotworem.

Przez charakterystykę dynamiczną obudowy rozumiemy zwykle zbiór informacji opisujących zachowanie się obudowy pod działaniem obciążeń będących funkcją czasu.

Doceniając wagę problemu w wielu ośrodkach tak w kraju, jak również za granicą zostały zbudowane stanowiska i prowadzi się badania dla potrzeb usprawnienia konstrukcji obudów, poprawy współpracy z górotworem jak również atestacji. Najbardziej wiarygodne wyniki badań są otrzymywane w stanowiskach, w których wielkości obciążenia, jego charakter i przebieg w czasie są zbliżone do rzeczywiście występujących w warunkach "in situ".

Do ośrodków wiodących w rozpatrywanej tematyce badań zaliczyć można Staatliches Materialprüfungsamt w Dortmundzie RFN [3] oraz Vědecko - Výzkumný Úhelny Ústav Radvanice łącznie z Ostroj Opava CSRS [4]. W tablicy 1 przedstawiono podstawowe dane stanowisk i zakres prowadzonych badań w wymienionych ośrodkach. W kraju badania dynamiki obudów kopalnianych prowadzone są w Centrum Mechanizacji Górnictwa "KOMAG" [5] oraz w Głównym Instytucie

Tablica 1

Podstawowe dane stanowisk i zakres prowadzonych badań dynamicznych obudów wiodących ośrodków

Ośrodek	Posiadane stanowiska	Podstawowe dane techniczne	Rodzaj prowadzonych badań
1	2	3	4
Staatliches Materialprüfungsamt w Dortmundzie NRP	kafar	max. energia $4 \times 10^5 \text{ J}$ masa bijaka 20 t masa fundamentu 600t Pw-podpor. roboczej	podpory, stojaki, zawory
	prasa z akumulatorami hydraulicznymi f. Schneck	max. siła $6 \times 10^7 \text{ N}$ max. prędkość zsuwu $0,3 \text{ ms}^{-1}$	pojedyncze sekcje obudowy
VVÚÚ - Radvanice i Ostroj Opava CSRS	kafar	max. en. $2,4 \times 10^5 \text{ J}$ masa bijaka 8t masa fundamentu 0	podpory, stojaki, zawory, złącza obudów odrzwiowych

od. tablicy 1

1	2	3	4
	prasa z akumulatorami hydraulicznymi f. Schloemann	max. siła 2×10^4 N max. prędkość zsuvu $0,3 \text{ ms}^{-1}$	pojedyncze sekcje obudowy

Uwaga: pomiar wielkości fizycznych z wykorzystaniem metod tensometrycznych.

Górnictwa. Zainteresowanie KOMAG to głównie obudowy ścianowe, natomiast GIG stalowe obudowy chodnikowe. Zakres prowadzonych badań nie pokrywa potrzeb resortu, a ograniczenie zakresu wynika z niedostatecznego wyposażenia w stanowiska specjalistyczne. Podjęcie w GIG budowy stanowisk ma na celu zwiększenie możliwości badawczych do poziomu wymaganego zakresem prowadzonych prac, w których Instytut pełni funkcję jednostki wiodącej.

2. KONCEPCJA STANOWISK DO BADAŃ DYNAMIKI STALOWYCH OBUDÓW CHODNIKOWYCH

Tąpnięcie jest wynikiem prowadzonej działalności górniczej. Przebiega w sposób gwałtowny, spowodowany przejściem górotworu z jednego w drugi stan równowagi. Przejściu towarzyszy wykonanie pracy związanej z przemieszczeniem skał, niszczeniem ich struktur, niszczeniem wyrobisk i obudów kopalnianych. Stopień zniszczenia wyrobiska wynika z wielu czynników, z których wymienić można: stan górotworu w sąsiedztwie wyrobiska w chwili poprzedzającej tąpnięcie, wielkość części energii powstałej przy tąpnięciu, która zamienia się w pracę w zagrożonej strefie oraz nośność obudowy.

Minimalizacja stopnia zniszczenia wyrobiska w wyniku tąpnięcia jest istotnym działaniem, do którego zmierza się w drodze usprawnienia metod eksploatacji oraz zwiększenia odporności obudowy na obciążenia dynamiczne. Przystosowanie obudowy do pracy w warunkach zagrożenia tąpnięciami jest przedsięwzięciem niezwykle trudnym. Wymaga określenia rzeczywistego oddziaływania górotworu na obudowę oraz charakterystyk dynamicznych samej obudowy. Posiadanie wymienionych informacji pozwoli dopiero proponować rozwiązania, ukierunkowane na minimalizację skutków tępnięć.

Parametry opisujące oddziaływanie górotworu na obudowę w wyniku tąpnięcia nie zostały do chwili obecnej jednoznacznie opisane. Przyczyną są w głównej mierze niemożliwe do określenia miejsca i moment wystąpienia tąpnięcia. Z dużym przybliżeniem można przyjąć rodzaje obciążeń obudowy na górotwór opierając się na rozważaniach teoretycznych i obserwacjach skutków tępnięć [6]. Dla potrzeb doskonalenia konstrukcji obudów, oceny charakterystyk i atestacji proponuje się następujące modela obciążeń obudów, a mianowicie:

- udarem spadających skał,
- udarem spadających skał przez warstwy skał zalegające nad obudową,
- gwałtownym zaciskaniem wyrobiska.

Badanie odporności obudowy na obciążenia odpowiadające udarowi spadających skał realizuje się w szerokim zakresie w stanowiskach kafarowych, natomiast gwałtowne zaciskanie wyrobiska odpowiadające wymuszeniu drogi w prasach z akumulatorami hydraulicznymi. W kraju istnieją możliwości zaprojektowania i wykonania odpowiedniego stanowiska kafarowego łącznie z niezbędnym oprzyrządowaniem. Zaprojektowanie i wykonanie prasy z akumulatorami hydraulicznymi przekracza możliwości krajowe i pozostaje jedynie kosztowny import. Aktualne możliwości finansowe Instytutu pozwoliły na podjęcie budowy jedynie stanowisk kafarowych.

Ocena charakterystyk dynamicznych obudowy kopalnianej (przeprowadzona została wg zależności ujętych w pracy [7] o jednym i dwóch stopniach swobody dla różnych rodzajów obciążeń pozwoliła wykazać, że metodą kafarową można uzyskać wyniki zbliżone do uzyskanych przy wymuszeniu drogi. Zbieżność wyników uzyskuje się jedynie przy spełnieniu warunku, że ciężar masy bijaka jest zbliżony do nominalnej podporności obudowy. Właściwość tę wykorzystano w opracowaniu założeń dla budowanych stanowisk. Szeroki zakres niezbędnych badań będzie zrealizowany w dwóch stanowiskach kafarowych: głównym i pomocniczym. Stanowisko główne ukierunkowane będzie przede wszystkim na badania odrzwi, natomiast pomocnicze na badanie elementów odrzwi.

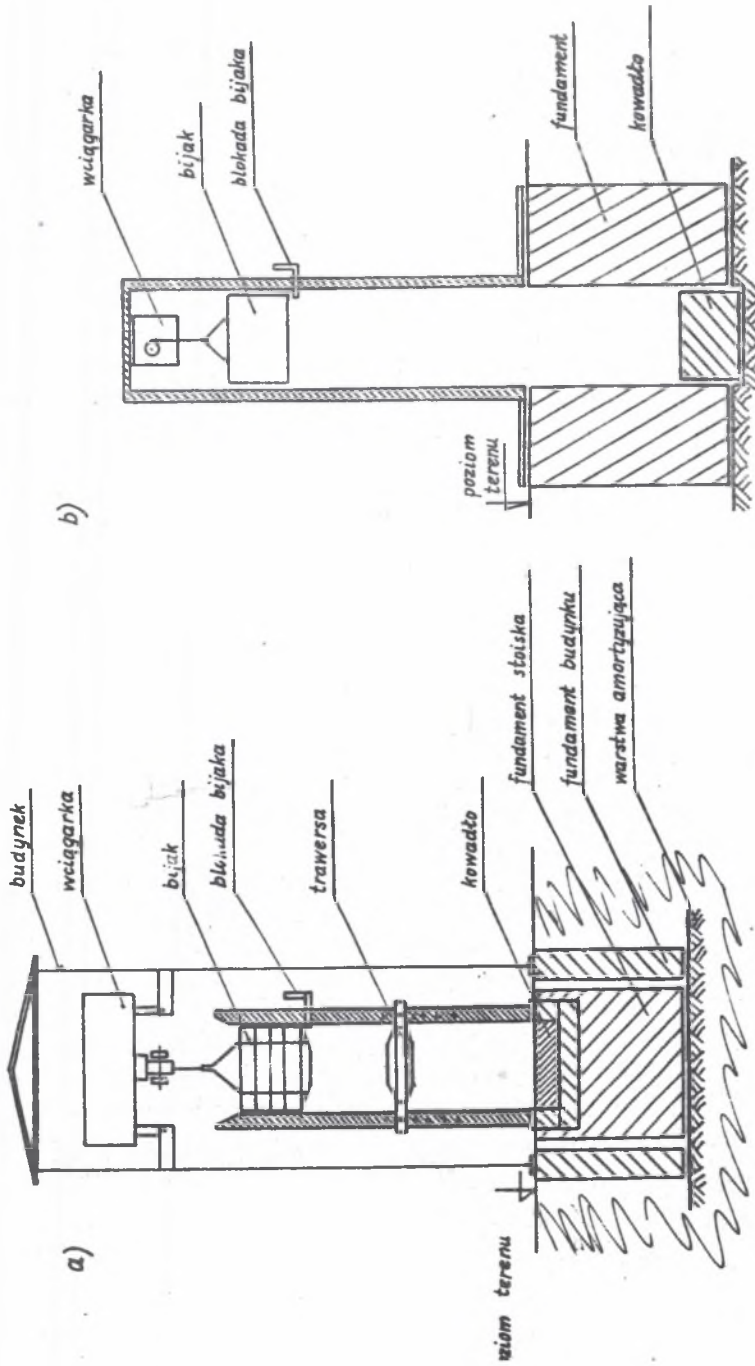
Badaniami zostaną objęte:

- proste odcinki kształtowników (miedzy innymi V21-V44),
- złącza stosowane w odrzwiach,
- pojedyncze odrzwia (wielkości 6 do 12),
- zespół trzech odrzwi,
- stojaki hydrauliczne i ciernie.

3. REALIZACJA TECHNICZNA BUDOWY STANOWISK

Projekt i dokumentację techniczną podstawowego stanowiska badawczego opracowało Biuro Projektów Przemysłu Węglowego w Katowicach [8] wg założeń GIG [9]. Dokumentacja techniczna obejmuje: część stalową stanowiska, część budowlaną, zagospodarowanie terenu oraz wyposażenie niezbędne dla pełnego zakresu badań obudów chodnikowych stalowych i ograniczonego zakresu badań obudów ścianowych.

Stanowisko badawcze pomocnicze zostało zaprojektowane w Głównym Instytucie Górnictwa i budowane jest systemem gospodarczym. Względy finansowe zdecydowały, że nie będzie przystosowane do pracy w okresie zimowym.



Rys. 1. Przekrój stanowisk badawczych budowanych w oddziale GIG w Żelazkach
 a) stanowisko kaferowe $E_{\max} = 5 \cdot 10^5$ J, skala 1 cm = 1,5 m, b) stanowisko kaferowe $E_{\max} = 6 \cdot 10^4$ J, skala 1 cm = 0,5 m
 Fig. 1. Cross - section of test rigs constructed at the Institute's branch in Żelazka
 a) pile-driver rig $E_{\max} = 5 \times 10^5$ J, 1 cm = 1,5 m scale, b) pile-driver rig $E_{\max} = 6 \times 10^4$ J, cm = 0,5 m scale

Na rys. 1 przedstawiono w sposób schematyczny budowane stanowiska, a w tabelicy 2 ich podstawowe dane techniczne. Pod budowę stanowisk przeznaczono 0,2 ha terenu w Oddziale Głównego Instytutu Górnicztwa w Łaziskach. Teren pod budowę został wybrany z dala od innych budowli (z uwagi na przewidywane znaczne drgania terenu) oraz po przeprowadzeniu badań wytrzymałości gruntu. Realizacja inwestycji odbywać się będzie etapowo w miarę posiadanych środków. Harmonogram przewiduje, że każdy etap stanowić będzie zamkniętą całość, umożliwiającą prowadzenie określonego zakresu badań. Docelowy możliwy zakres badań obudów stalowych odrzwiowych przedstawiono w tabelicy 3.

Tabelica 2

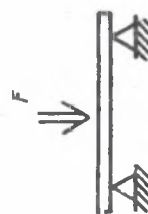
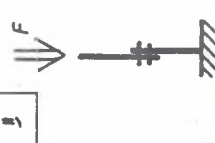

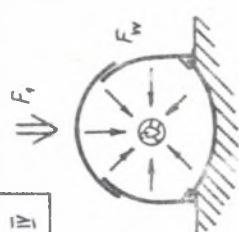
Podstawowe dane techniczne budowanych stanowisk kofarowych

Stanowisko kofarowe		pomocnicze podstawowe ^x	
Max. energia udaru, $E_u \times 10^4$ J		6	50
Masa bijaka, ton		1,2	1-50
Dopuszczalne gabaryty badanych obudów	max. szerokość, m	3	4
	max. szerokość, m	1	2
	max. długość, m	7	12
Max. podporność wstępna, MN		-	3
Masa fundamentu, ton		2	500
Aparatura pomiarowa	<ul style="list-style-type: none"> - pomiar siły, naprężenia, drogi, ciśnienia z wykorzystaniem metod tensometrycznych - możliwy równoczesny pomiar 12 wielkości - niedokładność pomiaru lepsza od 3% - max. częstotliwość w widmie 1 kHz - rejestracja cyfrowa, częstotliwość próbkowania $10^{-2} - 10^4$ Hz - pamięć typ RAM, 10 kB w każdym kanale - rozpoczęcie rejestracji na podstawie detekcji strukturalnej - zapis, przetwarzanie danych i rejestracja wyników za pomocą komputera IBM XT-turbo 		

^xIstnieje możliwość wstępnego obciążenia statycznego z wykorzystaniem części masy bijaka.

Tablica 3

Zakres przewidywanych badań

Stanowisko katarowe $E_u = 6 \cdot 10^4$ J	tak	tak	tak	tak	nie
Stanowisko katarowe $E_u = 5 \cdot 10^5$ J	tak	tak	tak	tak	tak
	I	II	III	IV	
					
Wielkość kształtownika	V21 + V44	V21 - V44	V21 - V29	V21 - V44	
Wielkość odrzwa	—	—	od tP6 do tP8	od tP6 do tP12	
Mierzone wielkości fizyczne w funkcji czasu	sita, droga	sita, droga	sita, droga, naprężenia	sita, droga, naprężenie	

F_s - sita obciążająca - statyczna i dynamiczna i F_w - sita obciążenia wstępnego

Harmonogram realizacji budowy przewiduje etapy:

- I - zagospodarowanie terenu, budowa stanowiska kafarowego pomocniczego - 1990 I półroczcie,
- II - pomieszczenia: laboratoryjne, magazynowe, socjalne, fundament stanowiska kafarowego, część stalowa stanowiska kafarowego podstawowego - 1990,
- III - budynek i instalacje pomocnicze stanowiska kafarowego podstawowego - brak funduszy,
- IV - oprzyrządowanie stanowisk do badań obudów ścianowych i ich elementów (w zakresie możliwości technicznych stanowisk) - brak funduszy.

Równolegle do prowadzonych prac budowlano-instalacyjnych zostały opracowane metodyki badań dynamicznych obudów stalowych odrzwiowych nawiązujące do obowiązujących dotychczas norm w zakresie statyki. Sposób zbierania wyników badań, ich analizy i rejestracji przewidziano z wykorzystaniem komputera IBM.

4. WNIOSKI

Przystosowanie stalowych obudów chodnikowych do pracy w warunkach wyrobisk zagrożonych tapaniami jest znaczącym zagadnieniem w praktyce górniczej. Wynika ono z faktu, że ponad 80% obudów korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego to obudowy stalowe odrzwiowe, a zdecydowaną większość tąpnięć rejestruje się także w wyrobiskach korytarzowych. Niedostateczne wyposażenie w stanowiska do badań dynamicznych stalowych obudów chodnikowych jest jedną z przyczyn niezadowalającego postępu badań związanych z minimalizacją skutków tapani. Wyposażenie Głównego Instytutu Górniczego, wiodącego w wymienionej tematyce, w odpowiednie stanowiska pozwoli podjąć prace celem usprawnienia konstrukcji obudów oraz poprawy ich współpracy z górotworem.

W wyniku przeprowadzonej analizy potrzeb, możliwości wykonawczych i finansowych zdecydowano się na budowę w GIG dwóch stanowisk kafarowych: (energia udaru 5×10^5 J) oraz pomocniczego (energia udaru 6×10^4 J). Badania obudów w wymienionych stanowiskach, które zostaną podjęte już w II kwartale 1990 roku pozwolą wnieść znaczący wkład w walkę z tapaniami. Oczekujemy w szczególności daleko idącej współpracy z kopalniami, zakładami konstrukcyjnymi i produkcyjnymi w zakresie wykorzystania budowanych stanowisk do badań obudów celem przystosowania ich do pracy w warunkach zagrożenia tapaniami.

LITERATURA

- [1] Konopko W.: Stan i przyczyny zagrożenia tapaniami w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, nr 3, 1984.
- [2] Stoński K., Sawka B., Jurkiewicz R., Homel J., Wójcik M., Chwastek H.: Analiza teoretyczna skutków obciążeń dynamicznych obudów, Praca GIG, nr 016303262, 1989, nie publikowana.
- [3] Kleefeld R.: Badania górniczych stojaków hydraulicznych o różnej podporności poddanych obciążeniom dynamicznym, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo, zeszyt nr 154, 1987 (s. 395-409).
- [4] Protitresove zarizeni mehanizowanych vystuzi, Technika informace nr 25, OKR Ostroj Opava, 1982.
- [5] Warachim W.: Metoda pomiaru energii pochłanianej przez zestaw obudowy zmechanizowanej przy obciążeniu dynamicznym, Konferencja nt. "Kierunki rozwoju obudów zmechanizowanych", Jaszowiec 1990.
- [6] Stoński K.: Wybrane problemy współpracy obudowy wyrobisk górniczych z górotworem w warunkach obciążeń dynamicznych tapani. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo, zeszyt nr 171, 1988.
- [7] Stoński K.: Metody analityczne oceny odporności podpory na różne obciążenia dynamiczne, Dokumentacja GIG, nr 110501294, 1987, nie publikowana.
- [8] Stanowisko do badań dynamicznych obudów górniczych, Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych Katowice, Projekt nr 20016, 1988.
- [9] Rułka K., Perek J., Sawka B.: Założenia dla budowy stanowiska do badań dynamicznych stalowych obudów odrzwiowych w skali naturalnej. Dokumentacja GIG, Zadanie 92, 1987, nie publikowana.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Walery Szuścik

СТЕНДЫ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СТАЛЬНОЙ ШТРЕКОВОЙ КРЕПИ
В НАТУРАЛЬНОМ МАСШТАБЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАССОВОГО УДАРА

Р е з ю м е

Представлено проблематику стендовых испытаний стальной рамной крепи в целях приспособить ее к работе в условиях нагоузок, вызванных горными ударами. На основании доступных шахтных наблюдений и проводимых испытаний как в Главном институте горного дела, так и в других центрах, разработано концепцию стенда, принимающая нагоузку ударом падающей массы. Принятая концепция представляла собой основу для разработки данной технической документации по которой началась его стройка в Отделении ГИД в Лазисках. График реализации предвидит стройку стендов по мере имеющихся средств.

Первые стендовые испытания предпринимаются во II - ом квартале 1990 года.

TEST RIG FOR DYNAMIC EVALUATION OF STEEL ROADWAY SUPPORT IN LIFE,
EMPLOYING THE MASS STROKE

S u m m a r y

The author presents the questions of stand tests of roadway support to adapt the design for rockburst conditions. Basing on the mine observations data and investigations by the Central Mining Institute and other research centres, one has developed the test rig design, employing the falling mass stroke as the load.

The idea was followed by the respective technical documentation and construction in the Institute's branch in Łaziska.

The project schedule comprises construction of the stands accorduring the second quarter of 1990.