

Mirosław CHUDEK, Ignacy SŁOMA

BADANIA PRZEMYSŁOWE OBUDÓW Z ŁUKÓW SZTYWNYCH I PODATNYCH

Streszczenie. W pracy podano wyniki badań dołowych obudów metalowych łukowych, sztywnych i podatnych stosowanych w kopalniach ROW. Wyniki badań potwierdziły korzystniejszą współpracę z górotworem obudowy sztywnej. W zakończeniu podano wnioski dla praktyki budownictwa podziemnego.

1. WSTĘP

W celu dokonania oceny stanu obudów wyrobisk korytarzowych z łuków sztywnych i podatnych, współpracujących z górotworem w warunkach wzmożonego ciśnienia, przeprowadzono badania przemysłowe w kopalniach "XXX-lecia PRL", "Manifest Lipcowy", "ZK Jan", "Nowa Ruda", "Janina II", "Knurow", "Borynia" i "1-Maja", w których zabudowano 20 000 kompletów obudów. Badaniami, które trwały 1,5 do 3 lat, objęto obudowy z łuków sztywnych (ŁS-G110, ŁS-S49) i obudowę podatną ŁP.

Ocenę stanu obudów można określić na podstawie analizy statystycznej wyników pomiarów przeprowadzonych w wybranych wyrobiskach.

Wyniki przeprowadzonych badań [2, 4, 6] i podane w tej pracy potwierdziły przydatność obudowy z łuków sztywnych do stosowania w ROW.

2. PRZYJĘTE KryTERIA OCENY STANU OBUDÓW

Stan obudów oceniono na podstawie:

- wielkości zaciskania poziomego P, mierzonego na wysokości 0,7 m oraz
- określonej trwałej deformacji K odrzwi wg przyjętej 5-stopniowej klasyfikacji.

Wartość P, K mierzono na początku i końcu odcinka o przybliżonych stałych warunkach geologicznych oraz na odrzwiach pośrednich co około 20 m. Jako wartości wyjściowe dla określenia P i K przyjęto wymiary wg dokumentacji technicznej [8, 7].

Klasę deformacji oceniono dla każdego odrzwi, przyjmując pięć klas stanu odrzwi:

- 1 klasa - elementy odrzwi nie wykazujące widocznych odkształceń,
- 2 klasa - elementy odrzwi wykazujące ugięcie o strzałce $s < 50$ mm,
- 3 klasa - elementy odrzwi wykazujące ugięcie o strzałce $s \geq 50$ mm,

- 4 klasa - elementy odrzwi wykazujące silne ugięcia i skręcenia,
 - 5 klasa - elementy odrzwi wykazujące pęknięcia lub załamania.
 Nadto określono warunki geologiczne i pomierzono grubość wykładki kamiennej poza obudową.

3. WYNIKI POMIARÓW I ICH ANALIZA STATYSTYCZNA

3.1. Wyniki pomiarów odrzwi ŁS-G110

W kopalni "Borynia" w analizowanym okresie czasu zabudowano w obudowie ŁS-G110 wyrobiska korytarzowe o łącznej długości 5480 mb. W chwili przeprowadzania badań dostępne były wyrobiska w obudowie ŁS-G110 o łącznej długości 4500 m, na których zabudowano 6207 kompletów odrzwi. Pozostałe wyrobiska w ilości czterech, tj. ok. 980 mb, były niedostępne z powodu odcięcia wentylacji.

Tablica 1

Stopień deformacji	w kluczu stropnicy		w rejonie zamka		w połowie elem. ociosowego		cała długość stropnicy		cała długość elem. ociosowego	
	szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%
2 klasa	130	20,8	241	9,7	183	14,8	155	24,8	142	11,3
3 klasa	35	5,6	4	0,2	22	1,8	46	7,4	27	2,2
4 klasa	—	0,0	—	0,0	—	0,0	11	1,8	—	0,0
2,3 i 4 klasa	165	26,4	245	9,9	205	16,4	212	34,8	169	13,5

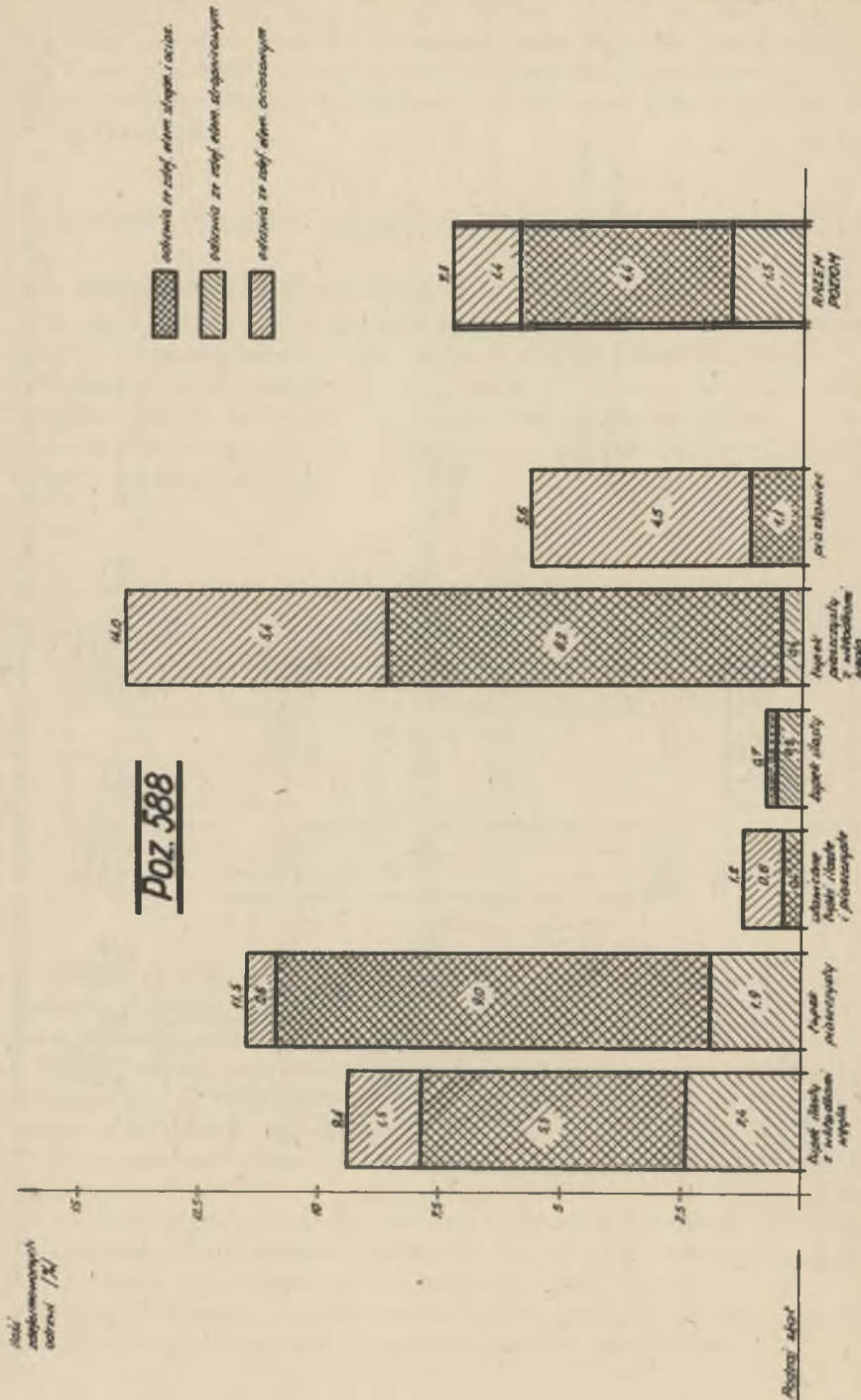
* Procentowa liczba uszkodzeń liczona w stosunku do sumarycznej liczby elementów 624 uszkodzonych lub zdeformowanych odrzwi

Trudne warunki geologiczne, związane z dużą głębokością oraz ilość wdrożonej obudowy pozwalają przyjąć wyniki uzyskane z badań w tej kopalni jako reprezentatywne dla kopalń ROW.

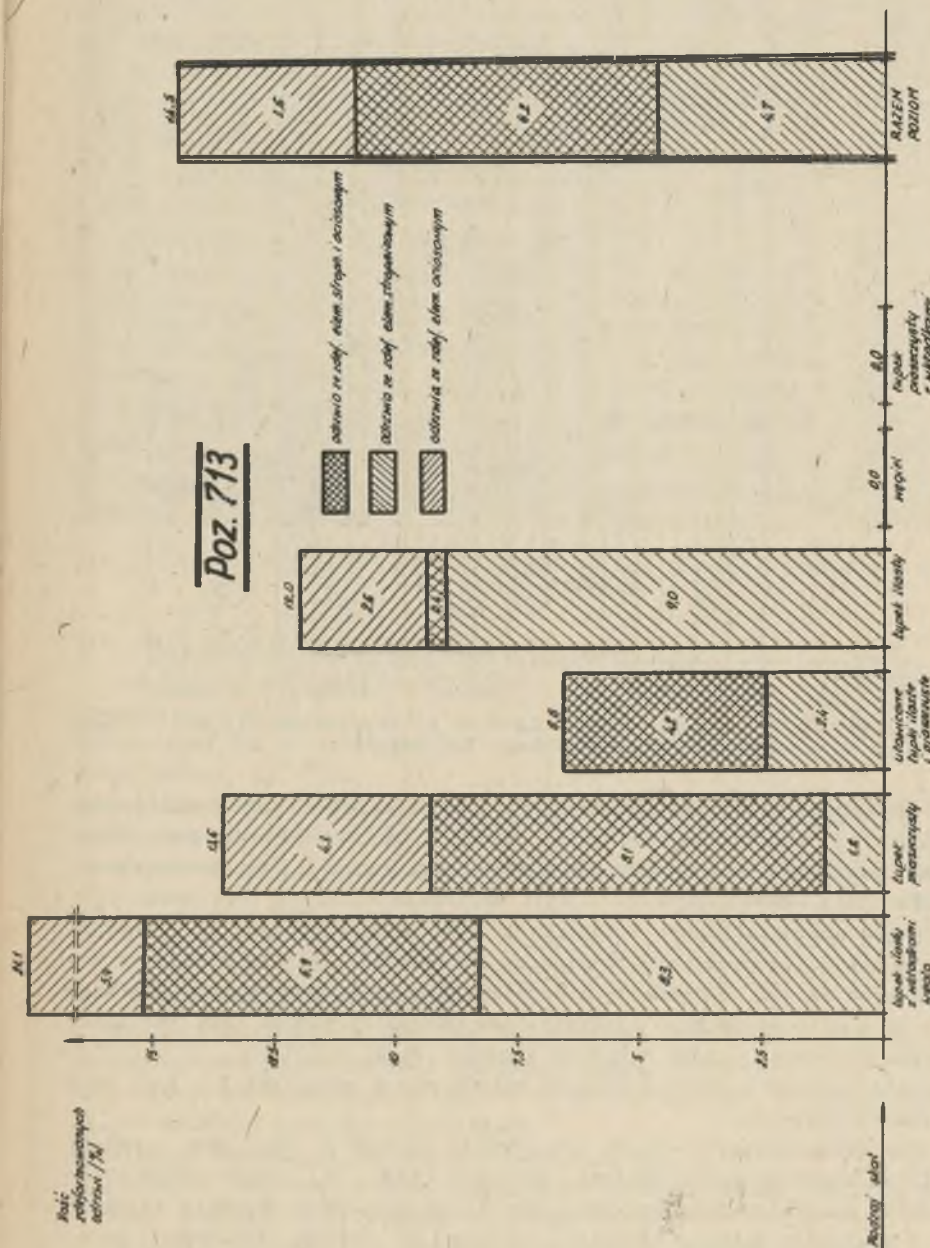
Wyniki badań poszczególnych odrzwi nanoszone były na formularz inwentaryzacyjny. Po usystematyzowaniu zestawiono je w tablicy 1 oraz przedstawiono graficznie w formie wykresów - rys. 1, 2, 3 i 4.

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, że na zabudowanych 6207 odrzwi deformacje (klasa 2, 3, 4) wykazuje 634 odrzwi, tj. 10,2% (tablica 1), przy czym występują one najczęściej na odcinkach górotworu zbudowanego z łupku ilastego z wkładkami węgla (rys. 1). Z tego nieznaczne deformacje, tj. w klasie 2, wykazuje 444 odrzwi, co stanowi 7,2%.

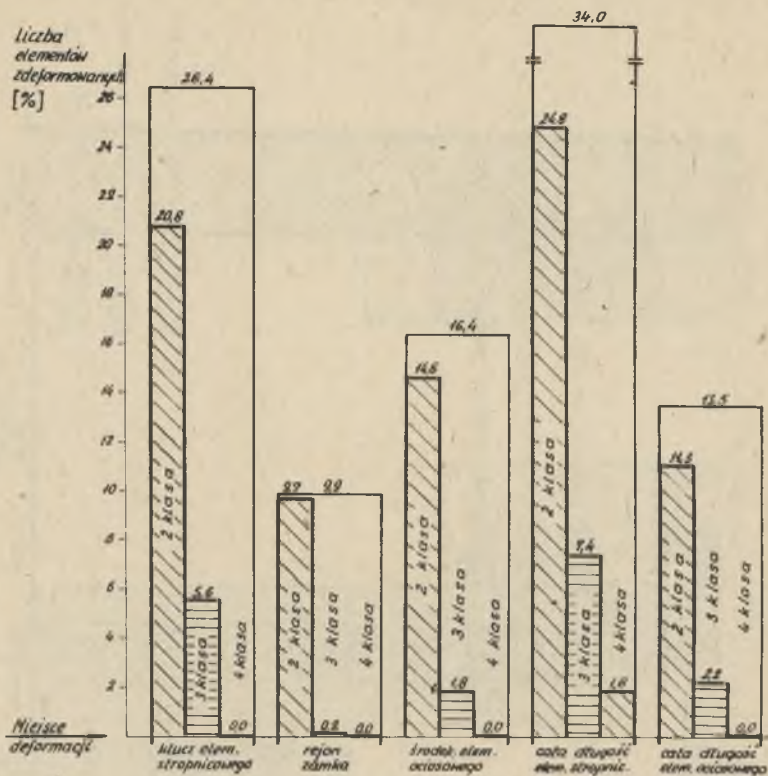
Większość deformacji obudowy występuje na łuku stropnicowym. Są to na ogół uszkodzenia odpowiadające 2 klasie deformacji odrzwi (rys. 5).



Rys. 2. Wykres ilości zdeformowanych odzw. LS-0110 z określeniem zdeformowanego elementu i rodzaju skł. - poz. 588 kop. "Borynia"

Poz. 713

Rys. 3. Wykres ilości zdeformowanych odrazów LS-G110 z określeniem zdeformowanego elementu i rodzaju skał - poz. 713 kop. "Borynia"



Rys. 4. Ilość zdeformowanych odrzwi ŁS-Q110 z określeniem miejsca i klasy deformacji - kop. "Borynia"

Liczba odrzwi silnie zdeformowanych i uszkodzonych, zakwalifikowanych do przebudowy, stanowi 68 odrzwi, tj. około 1,1%. Odrzvia do przebudowy obejmują całość klasy 4 deformacji i około 30% klasy 3. Zniszczeń odrzwi w klasie 5 nie stwierdzono.

Z danych przedstawionych w tabelicy 1 i na wykresach (rys. 2, 3 oraz 4) wynikają miejsca szczególnie podatne na deformację, a mianowicie z odkształconych odrzwi, deformację stropnicy (rys. 4) obserwowano w 34%. Wiąże się to z niedostatecznym usztywnieniem stropnicy wzdłuż osi wyrobiska rozporami stalowymi (niski wskaźnik profilu $W_x/W_y = 103$). Zaciskanie poziome w świetle obudowy wahało się w granicach $P = 4-21$ cm w badanych wyrobiskach.

Liczba zdeformowanych odrzwi jak również wartość P nie jest czystym miernikiem wartości pracy obudowy, ponieważ część jej uległa odkształceniom nawet przy niedużych obciążeniach (brak uszkodzeń okładzin żelbetowych) i posiadała znaczne odchyłki wymiarowe na skutek wadliwego wykonawstwa warsztatowego oraz niestarannej zabudowy, a czego nie można było rozgraniczyć w trakcie badań.



Rys. 5. Wyboczenie łuków stropnicowych odrzwi ŁS-G110 z uwagi na małą ilość rozpór

3.2. Wyniki pomiarów odrzwi ŁS-S49

Podobne badania przeprowadzono dla odrzwi ŁS-S49 po 1,5-rocznym użytkowaniu wyrobiska.

Stwierdzono, że na zabudowanych 116 odrzwi ŁS-S49 deformacje wykazuje 13 sztuk odrzwi, tj. 11%.

Są to nieznaczne deformacje, zaliczone do 2 klasy i to wszystkie w złączach elementów stropnicy.

Wiąże się to z tym, że zastosowane łubki szynowe posiadają małą wytrzymałość przy zginaniu elementów stropnicowych odrzwi wzdłuż osi wyrobiska.

3.3. Wyniki pomiarów obudowy ŁP

Wyniki pomiarów stanu obudowy na wybranych wyrobiskach kopalni ROW-u przeprowadzone na odcinkach o łącznej długości 2,9 km.

Przytoczone dane wskazują na bardzo zróżnicowany stan poszczególnych rodzajów obudów w badanych wyrobiskach.

Największe deformacje obudowy zaobserwowano na:

- przekopie "Polowym Ia zachodnim", gdzie procent odrzwi zaliczonych do klasy 3 osiąga na niektórych odcinkach do 46,
- przekopie "Kołowym H" o procencie odrzwi zaliczonych do klasy 3, wynoszącym na niektórych odcinkach 25 oraz na
- przekopie "Centralnym", dla którego analogiczny procent wynosi 6.

Zaciskanie pionowe najsilniej występuje na przekopie "Połowym Ia zachodnim", na którym wartość K jest rzędu $0,3 \pm 0,5$ m, zaś zsuw na szczytach ok. $0,3 \pm 0,4$ m. Znacznie niższe, bo wynoszące ok. $0,3$ m, jest zaciskanie pionowe w pozostałych dwóch cytowanych wyżej przekopach.

Na wszystkich badanych przekopach, z wyjątkiem "Połowego Ia zachodniego", zaciskanie poziome jest intensywniejsze od zaciskania pionowego.

Na przekopie "Kołowym H" oraz na odcinkach przekopu "Centralnego", na których zastosowane nieprzyskretwioną obudowę ŁP-9/KS, KO-21 z odrzwiami o rozstawie co $0,3$ m a także lokalnie na przekopie "Połowym Ia zachodnim", zaciskanie poziome przekraczało $0,5$ m. Różnica w wielkości zaciskania poziomego przekopu "Centralnego" na odcinkach zastosowania powyższej obudowy i obudowy ŁP-9/KS, KO-21 z odrzwiami o rozstawie co $0,5$ m, przykrotwionymi do ociosów, wynosi $0,17$ m, jest zatem niższa od obserwowanej na początkowym odcinku analizowanego przekopu. Obudowy przekopów: "Taśmowego S-2" i "Kierunkowego Wschodniego" praktycznie nie wykazują deformacji. Stan obudów odrzwiowych wzmocnionych warstwą betonu natryskowego nie budzi zastrzeżeń.

4. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

- W podsumowaniu wyników badań statystycznych należy stwierdzić, że:
- znikoma ilość zniszczeń odrzwi ŁS-G110, zakwalifikowanych do przebudowy, tj. ok. $1,0\%$, potwierdza sformułowane wcześniej stwierdzenia co do jej przydatności dla trudnych warunków geologicznych,
 - zbyt małą ilość rozpór zaprojektowano do odrzwi ŁS, G110,
 - z obserwacji poczynionych podczas tych badań wynika potrzeba odrzwi niesymetrycznych oraz złączy łukowych o kształcie krzywoliniowym,
 - opracowana konstrukcja obudowy ciężkiej ŁS-S49 wykazuje przydatność w warunkach przemysłowych. Potwierdza to słuszność założeń konstrukcyjnych najcięższej obudowy w opracowanym typoszerokiego ŁS-G,
 - przeprowadzone badania obudów, wybranych wyrobisk korytarzowych kopalń ROW, wykazały zróżnicowany stopień ich deformacji, będący następstwem silnej zmienności rodzaju skał, tektoniki a także wpływów eksploatacyjnych,
 - w ogólności obserwowano istotne deformacje obudów głównie na odcinkach przechodzenia wyrobiskiem przez pokłady węglowe oraz strefy zaburzeń tektonicznych. Silne deformacje obudowy obserwowano na przekopie "Połowym Ia zachodnim", przekopie "H" i przekopie "Centralnym",
 - w większości badanych przekopów stwierdzono występowanie wypiętrzania spągu oraz znaczne zaciskanie poziome,
 - stopień zaciskania poziomego i pionowego jest znacznie wyższy przy badanych obudowach ŁP i w wielu przypadkach osiąga wartość ponad 50 cm, podczas gdy w obudowach ŁSG wartość ta osiągała 25 cm. Ponadto nadmie-

- nić należy, że ilość zniszczonych odrzwi obudowy ŁP jest znacznie większa niż w przypadku obudowy z łuków sztywnych ŁSG,
- stosowane otwarte obudowy odrzwiowe, w tym również z cięższych profili typu V, posiadają jednak za niską podporność przy działaniu ciśnień ociosowych,
 - ograniczenie w tych warunkach zaciskania wyrobisk można jedynie osiągnąć poprzez zastosowanie obudowy zamkniętej bądź kotwienia wyrobiska na całym jego obwodzie.
- Zastosowanie cięższych profili i zagęszczenie odrzwi nie zapewnia istotnej poprawy stanu obudowy,
- skuteczność przeciwdziałania ciśnieniem ociosowym obudów otwartych można (jak wykazały doświadczenia uzyskane przy drążeniu przekopu "Centralnego") istotnie podnieść poprzez przykotwienie łuków ociosowych do górotworu, a także poprzez naniesienie warstwy betonu natryskowego.

LITERATURA

- [1] CHUDEK M.: Mechanika górotworu. Skrypt centralny studiów dla pracujących. Nr skr. 956/61 Gliwice 1981.
- [2] CHUDEK M., SŁOMA I.: Badania stanowiskowe obudowy z łuków metalowych sztywnych w warunkach "in situ". Praca w druku.
- [3] CHUDEK M., SŁOMA I.: Współpraca obudowy łukowej sztywnej z górotworem w świetle badań. Praca w druku.
- [4] SŁOMA I.: Dobór optymalnych parametrów konstrukcji obudów kapitalnych wyrobisk korytarsowych na dużych głębokościach w warunkach GZW. Praca doktorska (nie publikowane).
- [5] CHUDEK M.: Doświadczalna analiza wpływu obciążeń na charakter pracy obudowy ŁP. Zeszyty Problemowe Górnictwa PAN, z. 2, T. 9, 1971.
- [6] BORECKI M., CHUDEK M.: Ocena stanu istniejących wyrobisk kapitalnych kopalni WK "Borynia" - poz. 713 m oraz wytyczne dla zapewnienia wymaganej stateczności tych wyrobisk. Budownictwo Górnicze, nr 4, 1974.
- [7] SŁOMA I., WYPCHOL M. i inni: Projekt techniczne-reboczy obudowy ŁS-S49 z szyn staroużytecznych dla serii prototypowej. ORB-BG "Budokop" Mysłowice 1975 (praca niepublikowana).
- [8] SŁOMA I. i inni: Projekt techniczny obudowy z łuków sztywnych ŁS, wykonanych z dwuteownika stropnicowego G-110 dla serii prototypowej. ORB-BG "Budokop". Mysłowice 1971 (praca niepublikowana).

Recenzent: prof. dr hab. inż. Kazimierz Rułka

Wpłynęło do Redakcji 11.I.82 r.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРЕПЕЙ
ИЗ ЖЕСТКИХ И ПОДАТЛИВЫХ КРЕПЕЖНЫХ АРОК

Р е з ю м е

В работе даны результаты подземных исследований крепей из металлических жестких и податливых крепежных арок используемых в каменноугольных шахтах РОВ (Рыбницкого Каменноугольного Района). Результаты исследований подтвердили более эффективность совместной работы жесткой крепи и горной породы.

В завершении работы даны выводы для практического подземного строительства.

INDUSTRIAL EXAMINATIONS OF LININGS MADE OF RIGID
AND FLEXIBLE ARCS

S u m m a r y

The paper presents the results of underground examinations of metal arc linings, rigid and flexible which are used in the coalmines in ROW. The results of examinations proved better co-work of the rigid lining with rock mass.

Finally, some proposals for underground building have been given.