

Halina Marczak¹⁾

OCENA ZACISKANIA WYROBISK CHODNIKOWYCH NA PODSTAWIE POMIARÓW KONWERGENCJI

Streszczenie. Podano wzory na określanie konwergencji liniowej oraz wskaźniki procesu zaciskania wyrobiska korytarzowego. Przedstawiono wyniki pomiarów konwergencji wyrobisk chodnikowych wykonanych w węglu i w skałach nie węglowych w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka”. Dokonano oceny zaciskania na podstawie wskaźnika dopuszczalnego zmniejszenia wymiarów wyrobisk.

Słowa kluczowe: wyrobiska górnicze, konwergencja, zaciskanie, wskaźniki zaciskania.

WSTĘP

Wykonywanie wyrobisk związane jest z wybieraniem skał, co powoduje naruszenie pierwotnej równowagi w masywie skalnym. Zmianie ulega pierwotny stan naprężenia. Od wtórnego stanu naprężenia zależy stan wyęźnienia masywu skalnego, który z kolei ma wpływ na proces jego deformowania. Miarą ilościową wyęźnienia skał wokół wyrobiska jest naprężenie zredukowane, czyli naprężenie, do którego redukuje się (stosując hipotezy wyęźnieniowe) złożony stan naprężenia. Od relacji naprężenia zredukowanego do wytrzymałości na ściskanie skał zależy charakter (typ) deformacji masywu skalnego. Gdy naprężenie zredukowane $\sigma_0 \geq R_c$ (R_c – wytrzymałość skał na ściskanie), wówczas w otoczeniu wyrobiska powstaje obszar odkształceń niesprężystych. Taki rodzaj deformacji odpowiada dużym głębokościom lokalizacji wyrobisk. Wielkość obszaru odkształceń niesprężystych w zasadniczy sposób wpływa na przemieszanie się skał w otoczeniu wyrobiska i jego konturów, czyli na jego zaciskanie. Z kolei na zmianę geometrii konturów wyrobiska i jednocześnie na rozwój w jego sąsiedztwie obszaru odkształceń niesprężystych istotny wpływ ma obudowa. Na małych głębokościach natomiast słuszną jest zależność $\sigma_0 < nR_c$ (n – współczynnik charakteryzujący spadek wytrzymałości przy długotrwałym obciążeniu).

Przebieg zaciskania wyrobisk i jego skutki w postaci deformacji, zawałów czy też osiadań powierzchni zależą od warunków geomechanicznych i górniczych. Mierzalnym wskaźnikiem zaciskania wyrobisk jest konwergencja. Ocena konwergencji masywu skalnego i wyrobisk w obudowie służy kontroli deformacji masywu skalnego i obudowy, a także pozwala na porównanie procesów zaciskania różnych grup wyrobisk. W artykule syntetycznie opisano wyniki kilkuletnich pomiarów konwergencji

¹⁾ Katedra Inżynierii Procesowej, Spożywczej i Ekotechniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

wyrobisk wykonanych w węglu i w skałach nie węglowych w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA. W celu porównania procesów zaciskania w tych dwóch grupach wyrobisk wprowadzono wskaźnik będący okresem, w którym nastąpiłby dopuszczalny ubytek wymiarów wyrobisk.

KONWERGENCJA JAKO MIARA ZACISKANIA WYROBISK KORYTARZOWYCH

Liniowa konwergencja jest miarą zmiany wymiarów liniowych wyrobiska, jego szerokości (konwergencja pozioma) i wysokości (konwergencja pionowa). Definiuje się ją jako różnicę długości bazy pomiarowej w czasie Δt , a wyraża w jednostkach długości. Bazę stanowią dwa punkty znajdujące się na przeciwległych ścianach wyrobiska komorowego lub na przeciwległych ociosach, czy też w stropie i w spągu wyrobiska korytarzowego. W przypadku, gdy długość poziomej bazy pomiarowej w chwili t_1 wynosi l_1 (rys. 1), w chwili t_2 wynosi l_2 to konwergencję liniową poziomą k_l wyrobiska w czasie $\Delta t = t_2 - t_1$ określa zależność:

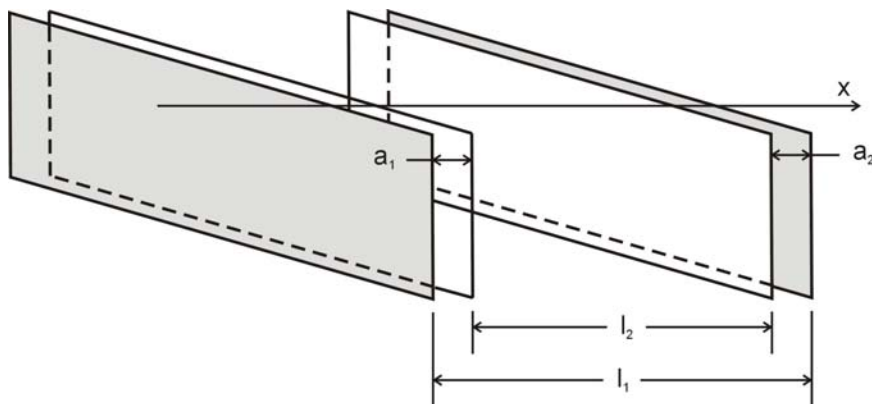
$$k_l = l_2 - l_1 \quad (1)$$

Przy przyjęciu, że przesunięcia obserwowanych punktów na ścianach wyrobiska wynoszą odpowiednio $a_1 > 0$ i $a_2 < 0$ (rys. 1), zależność (1) przyjmuje postać:

$$k_l = a_2 - a_1 \quad (2)$$

Zgodnie z (2) wartość konwergencji jest ujemna, co oznacza, że zmniejszają się wymiary wyrobiska.

Względną konwergencję liniową poziomą wyrobiska określa zależność:



Rys. 1. Pozioma baza pomiarowa i przemieszczenia a_1 i a_2

$$\xi_l = \frac{k_l}{l_0} \quad (3)$$

gdzie: ξ_l – względna konwergencja liniowa pozioma wyrobiska,
 k_l – konwergencja pozioma liniowa wyrobiska,
 l_0 – długość początkowa poziomej bazy pomiarowej w wyrobisku.

Konwergencja liniowa pionowa wyrobiska jest sumą przemieszczenia (obniżenia) stropu i przemieszczenia (wypiętrzenia) spagu:

$$k_W = a_{st} - a_{sp} \quad (4)$$

gdzie: a_{st} – przemieszczenie stropu, $a_{st} < 0$
 a_{sp} – przemieszczenie spagu, $a_{sp} > 0$.

W przypadku pomiarów obniżenia stropu w wyrobiskach korytarzowych, bazą odniesienia jest często linia łącząca repery mocowane w ociosach wyrobiska. Przy takim sposobie pomiaru trzeba mieć na względzie fakt, iż rejestrowane obniżenia stropu są zaniżone, bowiem w wyniku odkształcania się ociosów i wypiętrzania spagu repery ociosowe przemieszczają się do góry.

Oznaczając odległość punktu pomiarowego naniesionego w stropie w osi wyrobiska korytarzowego do poziomej bazy odniesienia przez h_1 (rys. 2) w chwili t_1 , przez h_2 w chwili t_2 , a odległość punktu pomiarowego naniesionego w spagu w osi wyrobiska do poziomej bazy odniesienia przez w_1 w chwili t_1 i przez w_2 w chwili t_2 , to konwergencję liniową pionową w osi wyrobiska w czasie $\Delta t = t_2 - t_1$ określa zależność:

$$k_W = (h_2 + w_2) - (h_1 + w_1) \quad (5)$$

Względna konwergencja liniowa pionowa wyrobiska w jego osi w czasie Δt wynosi:

$$\xi_W = \frac{k_W}{W_0} \quad (6)$$

gdzie: ξ_W – względna konwergencja liniowa pionowa wyrobiska,
 k_W – konwergencja liniowa pionowa wyrobiska,
 W_0 – wysokość początkowa wyrobiska.

Konwergencja i jej prędkość najczęściej zmieniają się w czasie. Od intensywności zaciskania zależą jego skutki i w efekcie długość okresu, w którym wyrobisko będzie stateczne. Potrzebne są więc systematyczne pomiary konwergencji wyrobisk, by na ich podstawie ocenić zagrożenie stateczności i porównać przebieg zaciskania różnych wyrobisk.

Wskaźnikiem zagrożenia stateczności wyrobiska może być okres, w którym konwergencja liniowa pionowa bądź konwergencja liniowa pozioma osiągnie dopuszczalną, ze względu na funkcjonalność wyrobiska, wartość.

UWARUNKOWANIA STATECZNOŚCI WYROBISK KORYTARZOWYCH W KOPALNI LUBELSKI WĘGIEL „BOGDANKA”

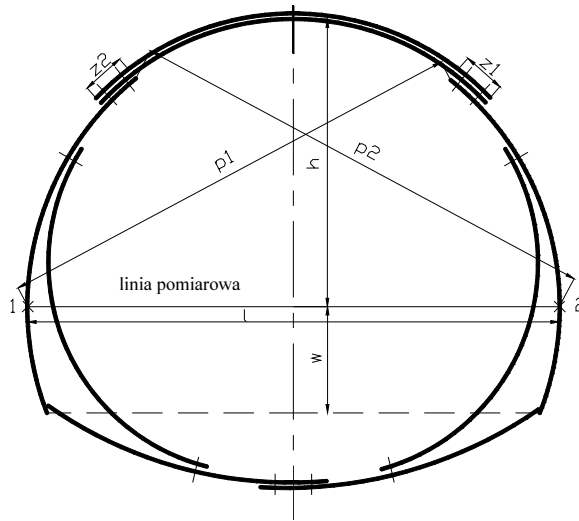
W warunkach geologicznych obszaru górniczego Lubelski Węgiel „Bogdanka” występuje stateczność chwiejna skał po ich odsłonięciu [1], przy której jest możliwe pozostawienie odsłoniętego (nieobudowanego) stropu w wyrobisku jedynie na pewien czas lub na niewielkiej powierzchni. W tych warunkach na stateczność wyrobisk korytarzowych równorzędny wpływ mają właściwości górotworu i związany z nimi proces deformowania się masywu skalnego po wykonaniu wyrobiska, czas oraz rodzaj i podporność obudowy [2].

Proces deformowania się masywu skalnego wokół wyrobiska zależy od głębokości, na której je wykonano. Na dużych głębokościach na ogół przyjmuje się, że wokół wyrobiska tworzą się trzy strefy deformacyjne (począwszy od konturów): strefa kruchości zniszczenia skał, strefa odkształceń pozagranicznych, strefa sprężysta. Wielkość obszaru odkształceń niesprężystych ma decydujący wpływ na przemieszczanie się konturów wyrobiska, czyli jego zaciskanie. Z kolei, hamująco na rozmiar obszaru odkształceń niesprężystych wpływa obudowa wyrobiska. Wpływ obudowy zależy od jej rodzaju, podporności, czasu, jaki upłynął od chwili odsłonięcia skał do jej montażu i jakości jej wykonania.

W kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” w wyrobiskach korytarzowych stosowana jest obudowa zamknięta wzmocniona (OZW). Na podstawie pomiarów konwergencji wyrobisk w świetle obudowy można ocenić zagrożenie stateczności tych wyrobisk. Przy czym wyrobisko jest stateczne, jeżeli w czasie $t < t_{gr}$ przemieszczenia obudowy nie osiągną wartości maksymalnej. Czas graniczny (t_{gr}) i wartość maksymalna przemieszczenia są wartościami dopuszczalnymi ze względów funkcjonalności wyrobiska i bezpieczeństwa pracy.

WYNIKI OBSERWACJI KONWERGENCJI WYROBISK KORYTARZOWYCH W OBUDOWIE OZW W KOPALNI LUBELSKI WĘGIEL „BOGDANKA”

Analizę zaciskania wyrobisk korytarzowych w obudowie OZW przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów liniowej konwergencji, prowadzonych w latach 1983–1986 [3]. Na stanowiskach pomiarowych (rys. 2), zakładanych na badanych odcinkach wyrobisk, mierzono zmiany w czasie szerokości l i wysokości wyrobiska $h+w$, długości przekątnych obudowy (p_1 i p_2) oraz zsuwy obudowy na połączeniach stropnicy z łukami ociosowymi (z_1 i z_2). Parametr l (szerokość wyrobiska) określa odległość poziomą między punktami pomiarowymi 1 i 2 naniesionymi na elementach obudowy. Linia bazowa łącząca punkty pomiarowe 1 i 2 służy do określenia wartości parametru h , czyli odległości między stropnicą a linią pomiarową 1–2 oraz wartości parametru w będącego odległością między tą linią a spągiem wyrobiska. Stanowisko pomiarowe



Rys. 2. Schemat odrzwi obudowy OZW z zaznaczeniem rejestrowanych parametrów

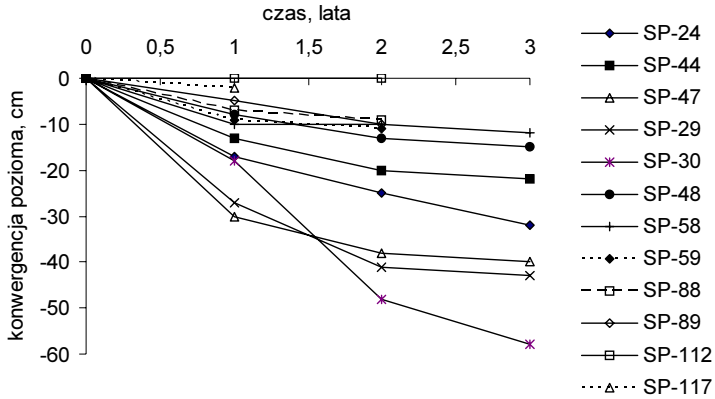
składa się najczęściej z sześciu kolejnych odrzwi. Z wartości parametrów zmierzonych na poszczególnych odrzwiach obudowy obliczano średnią arytmetyczną, którą uwzględniano w analizie zaciskania jako reprezentatywną dla danego stanowiska pomiarowego.

Pomiary wykonywano przeważnie 2 razy w tygodniu w pierwszym okresie istnienia wyrobiska, a w późniejszym okresie – średnio 2 do 3 razy w kwartale. Obserwacjami objęto dwie grupy wyrobisk w obudowie OZW: pierwsza obejmuje wyrobiska wykonane w pokładzie węglowym (wyrobiska węglowe) na poziomie 920 m, druga – wyrobiska wykonane w skałach płonnych na poziomie 960 m (wyrobiska kamienne).

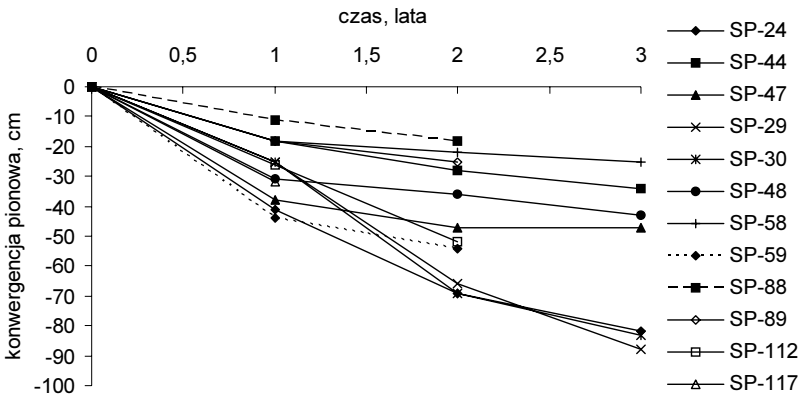
W wyrobiskach węglowych konwergencje poziome i pionowe są zróżnicowane. Konwergencje poziome (rys. 3) w okresie trzech lat osiągają, na analizowanych stanowiskach pomiarowych (SP), wartości do -43 cm (SP-29) i -58 cm (SP-30), średnio $-31,7$ cm. Prędkości względnych konwergencji poziomych zawierają się w granicach od $-0,93$ %/rok do $-4,33$ %/rok, średnio $-2,4$ %/rok. Konwergencje poziome w okresie dwóch lat osiągają wartości w zakresie od 0 (SP-112) i -9 cm (SP-88) do -41 cm (SP-29) i -48 cm (SP-30), średnio $-20,5$ cm. Prędkości względnych konwergencji poziomych w okresie dwóch lat dochodzą do $-5,38$ %/rok, średnio $-2,34$ %/rok.

Konwergencje pionowe w wyrobiskach węglowych w okresie trzech lat osiągają wartości do -83 cm (SP-30) i -88 cm (SP-29), średnio $-57,4$ cm (rys. 4). Prędkości względnych konwergencji pionowych mieszczą się w przedziale od $-2,42$ %/rok do $-7,7$ %/rok, średnio $-5,1$ %/rok.

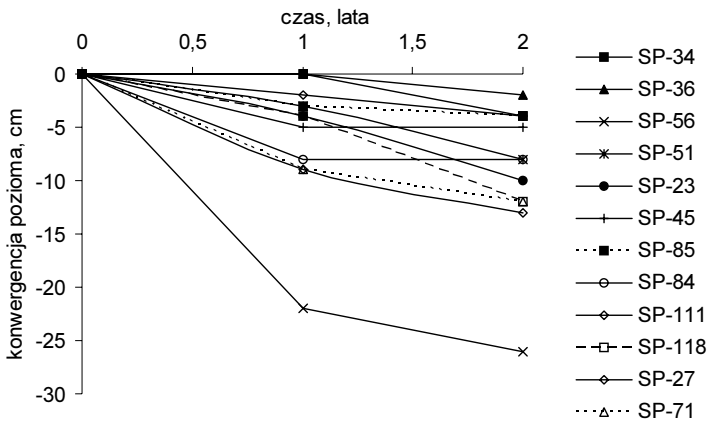
W wyrobiskach kamiennych po dwóch latach największe zarejestrowane wartości konwergencji poziomej to -26 cm (SP-56) i -13 cm (SP-27), a najmniejsze -2 cm (SP-36) i -4 cm (SP-34, SP-85, SP-111) (rys. 5). Średnia prędkość konwergencji poziomej w wyrobiskach kamiennych osiągnęła wartość $-4,9$ cm/rok, a średnia pręd-



Rys. 3. Konwergencje poziome na stanowiskach pomiarowych w wyrobiskach węglowych

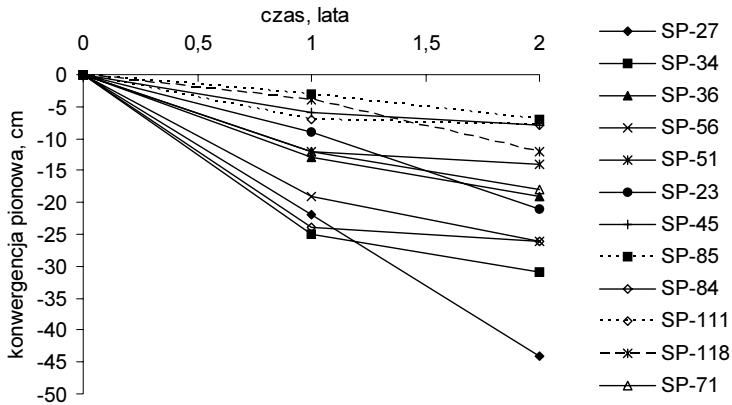


Rys. 4. Konwergencje pionowe na stanowiskach pomiarowych w wyrobiskach węglowych



Rys. 5. Konwergencje poziome na stanowiskach pomiarowych w wyrobiskach kamiennych

kość względnej konwergencji poziomej $-1,03 \text{ \%/rok}$. Wartości konwergencji pionowej, na podstawie obserwacji na 12 stacjach pomiarowych, zmieniają się od -7 cm do -44 cm (rys. 6). Średnia wartość konwergencji pionowej w okresie dwóch lat to $-19,5 \text{ cm}$, czyli średnio $-9,75 \text{ cm/rok}$. Średnia prędkość względnej konwergencji pionowej osiągnęła wartość $-2,6 \text{ \%/rok}$.



Rys. 6. Konwergencje pionowe na stanowiskach pomiarowych w wyrobiskach kamiennych

PORÓWNANIE WARUNKÓW ZACISKANIA W WYROBISKACH WĘGLOWYCH I KAMIENNYCH

Przy założeniu stałych warunków zaciskania można przyjąć, że odkształcenie wyrobiska jest wprost proporcjonalne do czasu t . Zmianę wysokości wyrobiska w czasie dt , (w przedziale $t, t+dt$) można wyrazić zależnością [4]:

$$dW = -kWdt \quad (7)$$

gdzie: k – współczynnik zaciskania, określa zmniejszanie się wysokości wyrobiska
 W – wysokość wyrobiska, $W=h+w$ (rys. 2).

Znak $(-)$ w równaniu (7) jest konsekwencją ujemnej wartości dW – następuje zmniejszenie wymiarów wyrobiska. Całkując równanie (7) w przedziale czasu od $t = 0$ do t otrzymujemy:

$$\frac{W}{W_0} = e^{-kt} \quad (8)$$

gdzie: W_0 – wysokość wyrobiska w czasie $t = 0$
 W – wysokość wyrobiska po czasie t .

Wprowadzając parametr τ (o wymiarze czasu) charakteryzujący własności ośrodka i stan naprężenia w otoczeniu wyrobiska, czyli:

$$\tau = \frac{1}{k} \quad (9)$$

równanie (8) przybiera formę:

$$W = W_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (10)$$

Wskaźnikiem procesu zaciskania wyrobiska, użytecznym w analizie porównawczej tego procesu w kilku wyrobiskach, jest okres, w którym wysokość wyrobiska zmniejszy się o 50%, $t_{1/2}$. Na podstawie (10) otrzymujemy:

$$\frac{W}{W_0} = \frac{1}{2} = \exp\left(-\frac{t_{1/2}}{\tau}\right) \quad (11)$$

Z przekształcenia zależności (11) mamy:

$$t_{1/2} = \tau \ln 2 \quad (12)$$

Okres czasu, w którym wysokość wyrobiska zmniejszy się o 50% w stosunku do wartości początkowej zależy od wartości parametru τ . Przykładowo dla wartości $\tau = 20$ lat, wysokość wyrobiska zmniejszy się o 50% po czasie $t = 13,86$ lat. Przy bardzo wolnym zaciskaniu bardziej przydatnym wskaźnikiem jest okres ubytku 1% wysokości wyrobiska, $t_{1\%}$. Dla $\tau = 20$ lat wysokość wyrobiska zmniejszy się o 1% po czasie $t = 0,2$ roku (73 dni).

Jeżeli przyjąć, że stała τ odpowiada odwrotności prędkości względnej konwergencji pionowej

$$\tau = -\frac{1}{\dot{\xi}_W} \quad (12)$$

gdzie: $\dot{\xi}_W$ – prędkość względnej konwergencji pionowej, $\dot{\xi}_W = \frac{\dot{\xi}_W}{\Delta t}$,

to konwergencję pionową w czasie $\Delta t = t_2 - t_1$ w zależności od $\dot{\xi}_W$ opisuje równanie:

$$k_W = W_2 - W_1 = W_1 \left\{ \exp[\dot{\xi}_W (t_2 - t_1)] - 1 \right\} \quad (13)$$

gdzie: W_1 – wysokość wyrobiska w czasie t_1 ,
 W_2 – wysokość wyrobiska w czasie t_2 .

Konwergencja pionowa względna w czasie $\Delta t = t_2 - t_1$ wynosi:

$$\xi_W = \frac{k_W}{W_0} = \frac{W_1}{W_0} \left\{ \exp[\dot{\xi}_W (t_2 - t_1)] - 1 \right\} \quad (14)$$

gdzie: W_0 – wysokość początkowa wyrobiska.

Jeżeli $t_1 = t_0 = 0$ i $W_1 = W_0$, to

$$\xi_W = \exp[\dot{\xi}_W(t_2 - t_1)] - 1 \quad (14a)$$

Konwergencja pozioma względna w czasie $\Delta t = t_2 - t_1$ wynosi:

$$\xi_l = \frac{k_l}{l_0} = \frac{l_2 - l_1}{l_0} = \frac{l_1}{l_0} \{ \exp[\dot{\xi}_l(t_2 - t_1)] - 1 \} \quad (15)$$

gdzie: l_1 – szerokość wyrobiska w czasie t_1 ,
 l_2 – szerokość wyrobiska w czasie t_2 ,
 l_0 – szerokość początkowa wyrobiska,

$\dot{\xi}_l$ – prędkość względnej konwergencji poziomej, $\dot{\xi}_l = \frac{\xi_l}{\Delta t}$.

Dla $t_1 = t_0 = 0$ i $l_1 = l_0$

$$\xi_l = \exp[\dot{\xi}_l(t_2 - t_1)] - 1 \quad (15a)$$

W celu porównania zaciskania wyrobisk węglowych i kamiennych określono czas, w którym wyrobiska osiągnęłyby dopuszczalne wartości względnej konwergencji poziomej oraz względnej konwergencji pionowej. Z przekształcenia zależności (14a) i (15a) otrzymujemy odpowiednio:

$$t_2 - t_1 = \Delta t = \frac{\ln(\xi_{W_d} + 1)}{\dot{\xi}_W} \quad (16)$$

$$t_2 - t_1 = \Delta t = \frac{\ln(\xi_{l_d} + 1)}{\dot{\xi}_l} \quad (17)$$

gdzie: ξ_{W_d} , ξ_{l_d} – dopuszczalna, w aspekcie funkcjonalności wyrobiska, wartość względnej konwergencji odpowiednio pionowej i poziomej.

Uwzględniając typowe wyposażenie wyrobisk określono, metodą minimalnego obrysu w aspekcie ich funkcjonalności, dopuszczalne wartości względnej konwergencji poziomej i względnej konwergencji pionowej (tab. 1).

Dla wyrobisk węglowych prędkość względnej konwergencji poziomej określonej na podstawie pomiarów wynosi średnio $\dot{\xi}_l = -2,4$ %/rok. Uwzględniając w zależności (17) tę wartość oraz ξ_{l_d} otrzymujemy $\Delta t = 16,87$ lat. Średnia prędkość konwergencji pionowej wyrobisk węglowych określona na podstawie pomiarów kształtuje się na poziomie $\dot{\xi}_W = 5,1$ %/rok, co przy $\xi_{W_d} = -23,2\%$ daje $\Delta t = 5,2$ lat. Wyniki obliczeń prognozowanego czasu, w którym zostanie osiągnięty dopuszczalny ubytek wymiarów poziomych i pionowych zarówno wyrobisk węglowych, jak i kamiennych zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 1. Dopuszczalne wartości względnej konwergencji określone metodą minimalnego obrysu wyrobisk w aspekcie ich funkcjonalności [3]

Rodzaj wyrobisk	Parametr	Oznaczenie	Wartość, %
Wyrobiska węglowe	Dopuszczalna względna konwergencja pozioma	ξ_{l_d}	-33,3
	Dopuszczalna względna konwergencja pionowa	ξ_{W_d}	-23,2
Wyrobiska kamiennie	Dopuszczalna względna konwergencja pozioma	ξ_{l_d}	-29,7
	Dopuszczalna względna konwergencja pionowa	ξ_{W_d}	-19,0

Tabela 2. Wskaźniki zaciskania wyrobisk węglowych i kamiennych

Parametr	Oznaczenie	Wyrobiska węglowe	Wyrobiska kamiennie
Głębokość	H	920 m	960 m
Konwergencja pozioma	ξ_l	średnio -31,7 cm	średnio -9,75 cm
Konwergencja pionowa	ξ_W	średnio -57,4 cm	średnio -19,5 cm
Prędkość względnej konwergencji poziomej	$\dot{\xi}_l$	średnio -2,4 %/rok	średnio -1,03 %/rok
Prędkość względnej konwergencji pionowej	$\dot{\xi}_W$	średnio -5,1 %/rok	średnio -2,6 %/rok
Prognozowany okres, w którym nastąpi dopuszczalny ubytek szerokości wyrobisk	Δt	16,87 lat	34,4 lat
Prognozowany okres, w którym nastąpi dopuszczalny ubytek wysokości wyrobisk	Δt	5,2 lat	8,18 lat

UWAGI KOŃCOWE

Zarówno w wyrobiskach węglowych, jak i kamiennych w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” rejestruje się wyższe wartości liniowej konwergencji pionowej, w porównaniu z liniową konwergencją poziomą. Zaciskanie pionowe wyrobisk ma więc decydujący wpływ na zachowanie stateczności wyrobisk.

Wskaźnikiem zaciskania wyrobisk może być prognozowany okres, w którym nastąpi dopuszczalny ubytek wymiarów wyrobiska, w aspekcie jego funkcjonalności. Wskaźnik ten pozwala na ilościowe porównanie warunków deformacyjnych w wyrobiskach wykonanych w węglu i w skałach nie węglowych.

Okres, w którym nastąpi dopuszczalny, w aspekcie funkcjonalności, ubytek szerokości wyrobisk węglowych oszacowano na ok. 16 lat i 10 miesięcy, a wyrobisk kamiennych na ok. 34 lata i 5 miesięcy. Okres, w którym nastąpi dopuszczalny, w aspekcie funkcjonalności, ubytek wysokości wyrobisk węglowych ustalono na ok. 5 lat i 2 miesiące, a dla wyrobisk kamiennych na ok. 8 lat i 2 miesiące.

Metoda ilościowej oceny zaciskania wyrobisk na podstawie pomiaru konwergencji umożliwiła prognozowanie deformacji wyrobisk i planowanie ich zabezpieczeń.

PIŚMIENNICTWO

1. Błaszczak A., Śrótna W. Charakterystyka własności fizykomechanicznych skał LZW na podstawie badań dołowych i laboratoryjnych. Dokumentacja GIG OT, Lublin 1982–1985.
2. Chudek M. Obudowa wyrobisk górniczych, cz. I. Wyd. Śląsk 1987.
3. Chudek M., Plewka H. Zagadnienie stateczności wyrobisk korytarzowych w obudowie podatnej zamkniętej w świetle badań „in situ”. Wydawnictwo PAN, o/Katowice, 1991.
4. Kortas G. Konwergencja jako miara zaciskania wyrobisk komorowych. Przegląd Górniczy nr 6, 2001: 23–29.

SCORE CLAMPING MINE WORKINGS BASED ON MEASUREMENTS OF CONVERGENCE

Summary

Formulas were given for determining the linear convergence and the crimping process rates of the corridor heading. The results of measuring the convergence of adits made in coal and non-coal rocks in Lubelski Węgiel “Bogdanka” were presented. An assessment of the crimping was made on the basis of permissible heading size reduction rate.

Keywords: mine workings, convergence, clamping, indicators clamping.