<u>1999</u> Nr kol. 1428

Tomasz CISEK, Jan PĘCIAK, Marek WESOŁOWSKI

ODDZIAŁYWANIE PRĘDKOŚCI EKSPLOATACJI NA ROZKŁAD NAPRĘŻEŃ I WIELKOŚĆ DEFORMACJI GÓROTWORU OTACZAJĄCEGO

CZĘŚĆ 2. DEFORMACJE

Streszczenie. W pracy przedstawiono określenie wpływu prędkości wybierania pokładu na zachowanie się górotworu w jego sąsiedztwie. W części drugiej autorzy na podstawie przeprowadzonej symulacji komputerowej pokazali, jak się kształtuje się wielkość deformacji w otoczeniu wyrobiska ścianowego w przypadkach prowadzenia wyrobisk ścianowych z kilkoma różnymi prędkościami. Na podstawie uzyskanych wyników autorzy stwierdzili, że wzrost prędkości wybierania prowadzi w przypadku przemieszczeń pionowych do ich nieznacznego wzrostu w rozpatrywanym obszarze, chociaż nie jest on liniowy, w przypadku zaś przemieszczeń poziomych zaobserwowano ich spadek wraz ze wzrostem prędkości eksploatacji.

AN EFFECT OF MINING VELOCITY ON STRESS PATTERN AND QUANTITY OF STRAIN IN SURROUNDING ROCK MASS

PART 2. STRAINS

Summary. The paper presents determination of effect of mining velocity on surrounding rock mass behaviour. On the second part, authors, using a computer simulation methods, shows how a quantity of strain is created in case of longwall driving with few different velocities. On the ground of obtained results authors find, that generally increase of driving velocity causes, in a case of vertical strain, their increase in considerated zone, although this increase is not linear, while in case of horizontal strain observed their decrease with increase a velocity driving.

1. Wprowadzenie

W pierwszej części artykułu dotyczącej rozkładu naprężeń wokół czynnego wyrobiska ścianowego autorzy opisali założenia do utworzonego modelu, jak również sam proces modelowania, więc nie będą one tutaj podawane w celu uniknięcia zbędnego powtarzania się.

2. Wpływ prędkości eksploatacji na wielkość deformacji górotworu

Jak wspomniano wcześniej, głównym celem pracy jest analiza zmienności pola naprężeń i przemieszczeń w zależności od prędkości prowadzenia wyrobiska ścianowego. W tym celu zasymulowano postępujący front eksploatacyjny ściany podsadzkowej o prędkości wybierania 2 m/dobę, 4 m/dobę, 6 m/dobę, 8 m/dobę oraz 10 m/dobę. Założono, że każda z przyjętych prędkości eksploatacji jest stała i nie zmienia się na całym projektowanym wybiegu tarczy. Obserwacje zachodzących zmian w stropie wyrobiska prowadzono wzdłuż linii A-B (rys.1.)



Rys.1. Schemat wyrobiska ścianowego z naniesionymi punktami pomiarowymi Fig.1. Longwall diagram with measuring points

Prowadząc ciągłą symulację biegu wyrobiska ścianowego z zachowaniem zmian zachodzących w modelu tarczy górotworu zamodelowanych zostało pięć stadiów eksploatacji, podczas których dokonywano pomiarów przemieszczeń:

- stadium pierwsze	-	osiągnięty wybieg	-	50 m,
- stadium drugie	-	osiągnięty wybieg	-	100 m,
- stadium trzecie	-	osiągnięty wybieg	~	150 m.

W celu określenia prędkości deformacji stropu wprowadzono do modelu numerycznego trzy punkty pomiarowe. Punkt 1 odpowiada miejscu rozpoczęcia eksploatacji, natomiast punkty 2 i 3 oddalono odpowiednio o 50 oraz 100 m.

Analizując otrzymane wyniki symulacji komputerowej wyrobiska ścianowego prowadzonego z różnymi prędkościami wybierania, należy stwierdzić, że w przypadku przemieszczeń pionowych (rys.2 do 4) widoczne różnice występują jedynie pomiędzy prędkościami 2 m/dobę a 4 m/dobę. Brak jest natomiast widocznych różnic w przypadku prędkości 4 m/dobę, 6 m/dobę, 8 m/dobę oraz 10 m/dobę. Proces taki obserwuje się zarówno w przypadku okresu rozruchu ściany (rys.2.), jak i w przypadku pełnego biegu ściany.

Należy w tym miejscu wskazać na wyraźnie bardziej stromy charakter stoku niecki osiadań warstwy stropowej dla prędkości mniejszych (2 m/dobę). Wzrost prędkości eksploatacji do 4 m/dobę w wyrobisku ścianowym powoduje nieznaczne wydłużenie stoku niecki dla skrzydła ruchomego. Dalszy wzrost prędkości wybierania (prędkość 6 m/dobę, 8 m/dobę oraz 10 m/dobę) nie powoduje już zauważalnych różnic. Oznacza to, że wzrost prędkości wybierania jest stopniowo niwelowany przez własności reologiczne warstw skalnych tworzących belkę stropową.

Bardziej widoczny wpływ prędkości eksploatacji na proces deformowania się belki stropowej obserwuje się w przypadku analizy przemieszczeń poziomych (zgodnych z kierunkiem osi OX). W tym przypadku występuje widoczne zmniejszanie się wartości bezwzględnych przemieszczeń punktów wzdłuż osi OX, przy jednoczesnym zwiększaniu prędkości wybierania (rys. 5 do 7). Podobnie jak to miało miejsce podczas analizy przemieszczeń pionowych, największe przemieszczenia poziome odpowiadają prędkości 2 m/dobę.







Rys.3. Wykres przemieszczeń pionowych dla wybiegu 100 m (etap II) Fig.3. Horizontal strain pattern along A-B line made for first 100 m of mining (II stage)



Rys.4. Wykres przemieszczeń pionowych dla wybiegu 150 m (etap III) Fig.4. Horizontal strain pattern along A-B line made for first 150 m of mining (III stage)



Rys.5. Wykres przemieszczeń poziomych dla wybiegu 50 m (etap 1) Fig.5. Vertical strain pattern along A-B line made for first 50 m of mining (I stage)







Rys.7. Wykres przemieszczeń poziomych dla wybiegu 150 m (etap III) Fig.7. Vertical strain pattern along A-B line made for first 150 m of mining (III stage)



Rys.8. Wykres przemieszczeń pionowych w czasie dla punktu nr 1 Fig.8. Vertical strain quantity at the time for point 1



Rys.9. Wykres przemieszczeń pionowych w czasie punktu nr 2 Fig.9. Vertical strain quantity at the time for point 2



Rys.10. Wykres przemieszczeń pionowych w czasie punktu nr 3 Fig.10. Vertical strain quantity at the time for point 3







Rys.12. Wykres przemieszczeń poziomych w czasie punktu nr 2 Fig.12. Horizontal strain quantity at the time for point 2



Rys.13. Wykres przemieszczeń poziomych w czasie punktu nr 3 Fig.13. Horizontal strain quantity at the time for point 3

Rozpatrując zmiany przemieszczeń odpowiadające krawędzi stałej wyrobiska ścianowego (miejsce rozpoczęcia eksploatacji), należy podkreślić, że prędkość eksploatacji wpływa jedynie na początkowy okres pojawiania się odkształceń. Znaczna część odkształceń związanych ze stałą krawędzią eksploatacyjną ma charakter reologiczny, a ich wielkość jest funkcją czasu. Proces taki zaobserwować można zarówno w przypadku analizowania przemieszczeń poziomych (UX), jak i przemieszczeń pionowych (UY).

Pełniejszy obraz zmian zachodzących podczas eksploatacji pokładu węgla przy różnych prędkościach eksploatacji da obserwacja przemieszczeń występujących w punktach kontrolnych (rys.8 do 13).

W przypadku punktu nr 1 (punkt znajdujący się nad krawędzią stałą) znaczna część z występujących przemieszczeń ma charakter reologiczny. Jedynie początkowy okres występowania przemieszczeń związany jest z prędkością postępującego przodka górniczego.

Większy udział przemieszczeń powstałych na skutek przesuwającego się wyrobiska ścianowego obserwuje się w przypadku przemieszczeń poziomych.

Oceniając wpływ prędkości wybierania pokładu węgla na prędkość powstawania deformacji w stropie, należy zauważyć, że największe różnice występują w przypadku zwiększenia prędkości z 2 m/dobę do 4 m/dobę. Dalszy wzrost prędkości wybierania powoduje znacznie mniejsze przyrosty prędkości przemieszczeń punktu nr 1 zarówno w kierunku OX, jak i OY.

Wpływy prędkości wybierania na pojawiające się przemieszczenia warstwy stropowej najbardziej widoczne są w przypadku analizy punków 2 i 3 (punkty oddalone od krawędzi stałej odpowiednio o 50 m oraz 100 m). Podobnie jak w przypadku punktu 1 wzrost prędkości z 2 m/dobę do 4 m/dobę powoduje największe różnice w prędkości pojawiania się przemieszczeń. Dalszy wzrost prędkości wybierania powoduje podobnie jak w punkcie 1 powolną stabilizację prędkości deformacji.

Analizując przemieszczenia poziome punktów 2 i 3, należy zauważyć, że zwiększenie prędkości wybierania powoduje stopniowe zmniejszenie pojawiających się przemieszczeń poziomych. Prędkość powstawania deformacji poziomych wykazuje podobne zależności jak w przypadku punktu 1.

Podsumowanie

Przedmiotem przedstawionej w pracy symulacji komputerowej było badanie wpływu prędkości wybierania na wielkość i rozkład przemieszczeń oraz naprężeń w stropie modelowanego wyrobiska.

Zamodelowano eksploatację pokładu węgla zalegającego na głębokości 642 m przez wyrobisko ścianowe. Symulacja komputerowa obejmowała początkowe stadium eksploatacji pokładu węgla z podsadzką hydrauliczną na długości 150 m. W celu określenia wpływu prędkości wybierania na zachowanie się warstw stropowych zasymulowano postępujący front eksploatacyjny o prędkości wybierania 2 m/dobę, 4 m/dobę, 6 m/dobę, 8 m/dobę oraz 10 m/dobę. Założono, że każda z przyjętych prędkości eksploatacji jest stała i nie zmienia się na całym projektowanym wybiegu tarczy. Warstwom skalnym przypisany został model mechaniczny nieliniowego ośrodka zgodny z modelem Zenera-Standard.

Budowa modelu numerycznego obejmowała trzy zasadnicze stadia: modelowanie pierwotnego stanu równowagi, wykonywanie przecinki ścianowej oraz prowadzenie eksploatacji górniczej.

Wyniki symulacji komputerowej wskazują, że dla przyjętego układu górotworu wzrost prędkości wybierania powoduje wzrost prędkości przemieszczania się belki stropowej. Jednocześnie zestawione wyniki wykazały, że największy przyrost prędkości przemieszczeń punktów w stropie wyrobiska występuje w przypadku wzrostu prędkości z 2 m/dobę do 4 m/dobę. Dalszy wzrost prędkości wybierania nie powoduje już tak dużych przyrostów prędkości przemieszczeń. Jednocześnie wyniki symulacji komputerowej wykazały, że dalszy wzrost prędkości wybierania (prędkości 6 m/dobę, 8 m/dobę oraz 10 m/dobę) nie powoduje już zauważalnych różnic. Oznacza to, że wzrost prędkości wybierania jest stopniowo niwelowany przez własności reologiczne warstw skalnych tworzących belkę stropową.

W przypadku przemieszczeń poziomych dodatkowo należy podkreślić fakt, iż wzrost dobowego postępu wyrobiska ścianowego powoduje zmniejszenie bezwzględnych wartości przemieszczeń punktów w stropie wyrobiska.

W pracy podjęto próbę określenia wpływu prędkości wybierania na wielkość i rozkład naprężeń towarzyszących postępującej eksploatacji górniczej. Podobnie jak w przypadku przemieszczeń stwierdzono, że wzrost prędkości wybierania powoduje wzrost pojawiających się naprężeń eksploatacyjnych. W tym przypadku również stwierdzono stopniowy proces stabilizacji przyrostów naprężeń.

Przedstawione wyniki komputerowej symulacji eksploatacji stanowią dobry przykład jakościowego opisu zjawisk towarzyszących eksploatacji górniczej. Wykazany w powyższej pracy wpływ górotworu, a w szczególności jego własności reologicznych, wskazuje jednoznacznie na potrzebę indywidualnego doboru prędkości eksploatacji do konkretnych warunków geologiczno-górniczych.

LITERATURA

- 1. Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1968.
- Budryk W.: Wyznaczanie wielkości poziomych odkształceń terenu. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. I z.1 1953.
- Drzęźla B.: Rozwiązanie pewnego przestrzennego zadania liniowej teorii sprężystości w zastosowaniu do prognozowania deformacji górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej wraz z oprogramowaniem. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z.91, Gliwice 1978.
- Drzęźla B.: Podstawy teoretyczne wyznaczania parametrów teorii ruchu górotworu nad eksploatacją górniczą. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z.87, Gliwice 1978.
- Drzęźla B.: Wpływ prędkości wybierania i zmian prędkości wybierania (postojów ścian) na obiekty powierzchni w świetle przyjętych modeli teoretycznych. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej. 1996.
- 6. Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1982.

- 7. Kłeczek Z.: Geomechanika górnicza. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.
- Knothe S.: Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1984.
- Kowalski A.: Wpływ prędkości eksploatacji na deformacje powierzchni na przykładzie eksploatacji KWK Staszic. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej. 1996.
- Kwaśniewski M., Wang J.: Analiza numeryczna deformacji górotworu wywołanych eksploatacją górniczą. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 1996.
- Filcek H., Walaszczyk J., Tajduś A.: Metody komputerowe w geomechanice górniczej. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.
- Sałustowicz A.: Osiadanie stropu w świetle teorii ścinania i ugięcia belek. Sbornik vedeckych praci VŚB v Ostravić. Vol VII. Ostrava 1961.

Recenzent: Dr inż. Zenon Duda

Abstract

Problem of determination of mining velocity effect on surrounding rock mass behaviour is one of the most important mining practice. On the second part, authors, using a computer simulation methods, shows how a strain distribution is created in case of longwall driving with few different velocities: 2m/day, 4 m/day, 6m/day, 8 m/day and 10 m/day. The model is a flat shield consist of three horizontal layers: floor layer - 5m, coal seam 2m and roof layer 10m. three stages of mining was simulated: first stage- initial conditions, second stage - longwall cross-cut realisation and third stage - longwall driving. On the ground of obtained results authors find, that increase of driving velocity causes a increase of strains in considerated zone, although this increase is the biggest between 2 m/day and 4 m/day. Further increase of driving velocity causes smaller strains increments. It means, that further increase of strains is levelled by rheological characteristics of rock mass.