

KOMPLEKSOWE BADANIA GEOFIZYCZNE W PROGNOZOWANIU TĄPAŃ W KOPALNIACH GZW

UKD 550.83:622.831.32

Wieloletnie już badania nad profilaktyką przed skutkami tąpnięć i zawałów w kopalniach węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w sposób wyraźny pozwoliły na ustalenie hierarchii w skuteczności stosowanych metod prognozujących i zapobiegających tąpnięciom. Zaangażowanie metod sejsmologicznych i sejsmicznych w badanie zjawisk tąpnięć i zawałów, w prognozowanie, profilaktykę i zwalczanie ich skutków jest, jak dotąd, najszerzej przyjętym postępowaniem badawczym, z zakresu metod geofizycznych, w polskim górnictwie węglowym. Rozszerzenie problematyki badawczej na inne metody geofizyki stosowanej w zagadnieniach górniczych zostało podkreślone w opracowaniu na II Kongres Nauki Polskiej (3, 4).

W ostatnich kilku latach w Międzyresortowym Instytucie Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej Akademii Górniczo-Hutniczej przeprowadza się prace badawcze, za pomocą kompleksu metod geofizyki stosowanej, nad ustaleniem postępowania obserwacyjnego, którego celem byłoby śledzenie zmian zachodzących w górotworze pod wpływem eksploatacji górniczej. Ustalenie następnie związku między zmianą mierzonych parametrów fizycznych a istniejącymi odkształceniami nadkładu wyrobisk górniczych, w których prowadzona jest eksploatacja, może być wskazówką odnośnie do procesów towarzyszących i związanych z tąpnięciami i zawałami.

Cechą szczególnie istotną dla takich badań geofizycznych, przy uwzględnieniu ich kompleksowego charakteru, jest periodyczne powtarzanie obserwacji. Jest bowiem głównym założeniem, iż przyjęcie takiej metodyki badawczej pozwoli na uchwycenie jako funkcji czasu zmian zachodzących w nadkładzie obecnie eksploatowanych partii górotworu. Równocześnie powiązanie tych zmian powinno być korelowane z analogicznymi zmianami występującymi w utworach nad pokładami już wyeksploatowanymi, które zostały zabezpieczone podsadzką lub też były eksploatowane sposobem na zawał. Równie ważnym założeniem ma być porównanie wyników obserwacji geofizycznych z tych dwu kategorii obszarów górniczych z danymi geofizycznymi uzyskanymi w częściach górotworu, w których eksploatacja górnicza nie miała jeszcze miejsca.

Zebrane do chwili obecnej doświadczenia z prac badawczych, jakie uzyskano w szerszym zespole badawczym Międzyresortowego Instytutu Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej AGH w wyniku badań na obszarze jaworznicko-mikołowskiego i bytomskiego GZW pozwoliły na zwiększenie skuteczności określonych metod geofizyki stosowanej dla przedstawionych celów (1).

Do kompleksu metod geofizycznych są włączone w zasadzie prawie wszystkie metody geofizyki stosowanej. Są bowiem prowadzone badania:

- a) grawimetryczne,
- b) sejsmiczne,
- c) geoelektryczne,
- d) magnetyczne

oraz prace nad stwierdzeniem przydatności dalszych metod geofizycznych dla rozwiązania zadania, np. w zakresie

- e) badań radiofalowych.

Uzupełnieniem całości badań geofizycznych są rozważania dotyczące ilościowego uchwycenia zależności między zmianami zachodzącymi w odkształconym górotworze pod wpływem eksploatacji a obserwowanymi wielkościami — parametrami geofizycznymi. W tym zespole badań należy wyróżnić:

f) modelowania geofizyczno-matematyczne, które uzupełniają

g) modelowania fizyczne przeprowadzone na materiałach zastępczych w laboratorium.

Do kompleksu wspomnianych obserwacji geofizycznych, wg założeń badawczych, wchodzi następująca metodyki:

a) w badaniach grawimetrycznych — obserwacje mikrogravimetryczne i pomiary gradientu pionowego siły ciężkości;

b) w badaniach sejsmicznych — prześwietlanie wewnątrz wyrobisk, prześwietlanie między wyrobiskiem a powierzchnią terenu, pomiary refrakcyjne na powierzchni terenu;

c) w badaniach geoelektrycznych — obserwacje wewnątrz wyrobisk, prześwietlanie między wyrobiskiem a powierzchnią terenu;

d) w badaniach magnetycznych — obserwacje powierzchniowe całkowitego wektora natężenia pola magnetycznego;

e) w badaniach radiofalowych — prześwietlanie górotworu między chodnikiem ścianowym a powierzchnią terenu, prześwietlanie warstw leżących bezpośrednio w strefie pokładu węglowego, prześwietlanie pokładu węgla z pochylni ścianowych.

Modelowania geofizyczno-matematyczne są przystosowane do problematyki wynikającej z terenowych obserwacji geofizycznych i obecnie są realizowane:

f₁) interpretacja ilościowa obserwacji grawimetrycznych, a szczególnie określanie zmian gęstości w górotworze, przy zastosowaniu metody elementów skończonych;

f₂) obliczanie rozkładu naprężeń dla zbadanych warunków geologiczno-górnicyznych i przeprowadzenie ich korelacji między zaobserwowanymi zmianami przewodnictwa elektrycznego górotworu, również przy zastosowaniu metody elementów skończonych.

W zakresie modelowań fizycznych rozważano możliwości zastosowania:

g₁) badań deformacji powierzchni metodą holograficznej interferometrii oraz

g₂) badań ultradźwiękowych (na małych bazach obserwacyjnych) metodą prześwietlania i profilowania.

Badania geofizyczne przeprowadzone za pomocą kompleksu metod rozpoczęto w 1970 r. w kopalni Jaworznicko-Mikołowskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego, a po uzyskaniu zachęcających wyników przeniesiono prace badawcze na tereny górnicze, cechujące się występowaniem tąpnięć.

Celem prac badawczych w zakresie badań grawimetrycznych jest obserwowanie rozbieżności zachodzących między odkształceniami górotworu powstałymi w wyniku jego eksploatacji a obserwacjami (zarówno na powierzchni, jak i w wyrobiskach górniczych) zmian mikroanomali siły ciężkości i jej gradientu pionowego.

Zgodnie z założeniami prac badawczych obserwacje są prowadzone w wielu seriach, a w ramach każdej serii wykonywano obserwacje:

- a) mikrogravimetryczne — podziemne,
- b) mikrogravimetryczne — naziemne,
- c) gradientu pionowego siły ciężkości — podziemne (przy użyciu wieży gradientowej o wysokości 1 m),

d) gradientu pionowego siły ciężkości — naziemne (przy użyciu wieży gradientowej o wysokości 3 m).

Przy obserwacjach stosowano grawimetry typu Sharpe zabezpieczające dokładność 0,01 mgal. Wyniki obserwacji grawimetrycznych Δg i $\frac{\sigma g}{\sigma z}$ są ściśle korelowane z danymi niwelacyjnymi. Obserwacje są wykonywane w punktach kopalnianych i dowiązywane do punktów bazowych.

Badania geoelektryczne, mające na celu ustalenie wpływu eksploatacji górniczej na zmiany przewodnictwa górotworu, przeprowadzono początkowo eksperymentalnie w jednej z kopalń Jaworznicko-Mikołowskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego. Obserwacje te, w wersji prześwietlania górotworu między poziomem eksploatowanego pokładu a powierzchnią Ziemi, wykazały kilkudziesięcioprocentowe zmiany przewodnictwa górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. Pomiar geoelektryczny wykonano w dwóch modyfikacjach:

a) profilowanie wzdłuż przekopów metodą średniego gradientu oraz

b) prześwietlanie dipolowe między przekopami usytuowanymi na poziomach 690 m. i 825 m.

Zakres prac interpretacyjnych obejmuje następujące zagadnienia:

a) obliczanie wartości oporności pozornej dla poszczególnych punktów pomiarowych,

b) graficzne zestawienie obliczonych wartości oporności pozornych w funkcji czasu i ewentualnie odległości od frontu robót górniczych,

c) obliczanie rozkładu naprężeń dla przyjętych warunków geologiczno-górniczych,

d) przeprowadzanie korelacji między zaobserwowanymi zmianami przewodnictwa górotworu a zmianami poszczególnych składowych naprężeń,

e) określanie ilościowych związków między zmianami przewodnictwa górotworu a wielkością naprężeń i odległością od frontu eksploatacji,

f) próbę określenia modelu fizycznego wyjaśniającego zaobserwowane związki dla różnych warunków geologiczno-górniczych.

Badania magnetyczne mają charakter ściśle eksperymentalny. Prowadzone są obserwacje na powierzchni obszaru górniczego na stabilizowanych stanowiskach pomiarowych. Wykonano dotychczas kilka cykli obserwacyjnych przy zastosowaniu magnetometrów protonowych typu TMP.

Śledzenie procesu zmian natężenia pola magnetycznego w funkcji czasu oparte są na założeniu, że na tle „normalnych” zmian wiekowych pola magnetycznego istnieją zmiany związane z procesem naruszenia równowagi górotworu. Realizacja tego założenia stawia duże wymagania metodyce obserwacji,

SUMMARY

The paper presents the methodology and preliminary results of studies on the use of a complex of geophysical methods in forecasting bumps and falls in the area of the Upper Silesian Coal Basin. This complex of geophysical methods comprises almost all the methods of applied geophysics (gravimetric, seismic, geoelectric, magnetic and radiowave methods). The methods are supplemented with analyses from the area of mathematical-geophysical and physical modelling (with the use of holographic interferometry for analyses of surface deformations) in order to quantify interdependence between the changes in rock massif deformed by exploitation and the recorded values, i.e. geophysical parameters. The studies made it possible to recognize priority of certain geophysical methods.

interesujące bowiem zmiany mogą być małe (rzędu ± 5 gamma).

Rozważania w zakresie modelowań matematycznych ograniczyły się dotychczas do przeanalizowania ilościowej oceny zmian gęstości w górotworze i wstępnego obliczenia rozkładu naprężeń dla zadanych warunków geologiczno-górniczych i przeprowadzenia ich korelacji między zaobserwowanymi zmianami przewodnictwa elektrycznego górotworu. W obu wypadkach zastosowano metodę elementów skończonych.

Zadania obejmujące modelowania fizyczne stanowią oryginalną próbę zastosowania metody holograficznej interferometrii do badania deformacji powierzchni pewnej grupy ciał, które odbijając światło nie rozpraszają go. Wspomniane badania, po rozwiązaniu zagadnień instrumentalnych (zastosowanie laseru He-Na o pracy ciągłej), są już bardzo zaawansowane.

Zastosowano metodę uzyskiwania podwójnych hologramów oraz, przy opanowaniu sposobu ciągłego śledzenia deformacji przedmiotu (próbki utworu skalnego w prasie hydraulicznej), uzyskano holograficzne pole prążkowe ilustrujące wywoływaną deformację.

Uwagi nasuwające się odnośnie do wyników przeprowadzonych dotychczas badań (2) prowadzą do stwierdzenia, że w zakresie postawionego celu badań istnieje wyraźna przewaga niektórych zastosowanych metod geofizycznych. Uprzywilejowana wydaje się być metoda geoelektryczna oraz grawimetryczna, pozostałe zaś sposoby uzupełniają uzyskiwane wyniki. Metoda holograficznej interferometrii badania deformacji powierzchni po próbach laboratoryjnych będzie mogła być przeniesiona do badań in situ, z czym wiąże się otwarcie nowego kierunku badań w zagadnieniach postawionych w tytule niniejszego opracowania.

LITERATURA

1. J. Kowalczyk — Kierunki badań geofizycznych w problematyce prognozowania tąpnięć i zawałów w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zesz. nauk. AGH, nr 467. Geologia, 1974, z. 22.
2. J. Kowalczyk, S. Małoszewski — Wstępne wyniki badań geofizycznych metodami geofizyki stosowanej w aspekcie prognozowania tąpnięć i zawałów na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Mater. i Pr. Inst. Geof. PAN 1976, vol. 97.
3. J. Kowalczyk — Geofizyka Stosowana w II Kongresie Nauki Polskiej — podsumowanie — Post. Nauk. geol., t. 6, 1974.
4. S. Małoszewski — Geofizyka Stosowana w II Kongresie Nauki Polskiej — Geofizyka Górnicza i inżynierska. Ibidem.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены принципы применения и результаты предварительных исследований с помощью комплекса геофизических методов в прогнозировании провалов в Верхнесилезском угольном бассейне. Комплекс геофизических методов включает по-существу все применяющиеся методы (гравиметрические, сейсмические, электрические, магнитные, радиоволновые). В дополнение к этому, с целью количественного выражения зависимости деформаций в горных породах под влиянием разработки от наблюдаемых величин — геофизических параметров, проводились опыты математико-геофизического и физического моделирования (применение метода голографической интерферометрии в исследовании деформаций поверхности).

Результаты проведенных исследований приводят к заключению, что некоторые из примененных геофизических методов обладают определенными преимуществами.