

Zbigniew FAJKLEWICZ

Krzysztof JAKIEL

Janusz RADOMIŃSKI

Akademia Górniczo-Hutnicza

Kraków

PROBLEM NAPRĘŻEŃ W EKSPLOATOWANYM GÓROTWORZE W OBRAZIE
MIKROANOMALII SIŁY CIĘŻKOŚCI W KWK "STASZIC"

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki prognoz dotyczących zagrożeń powstałych w rejonie eksploatowanych ścian 407, 408 pokładu 510 w Kopalni Węgla Kamiennego "Staszic".

Prognozy te były opracowywane na podstawie wykonywanych podziemnych badań mikrograwimetrycznych.

Podstawę prognozowania stanowiła wykryta zależność amplitudy zmian mikroanomalii siły ciężkości od emisji energii sejsmicznej emitowanej z eksploatowanych ścian.

1. WSTĘP

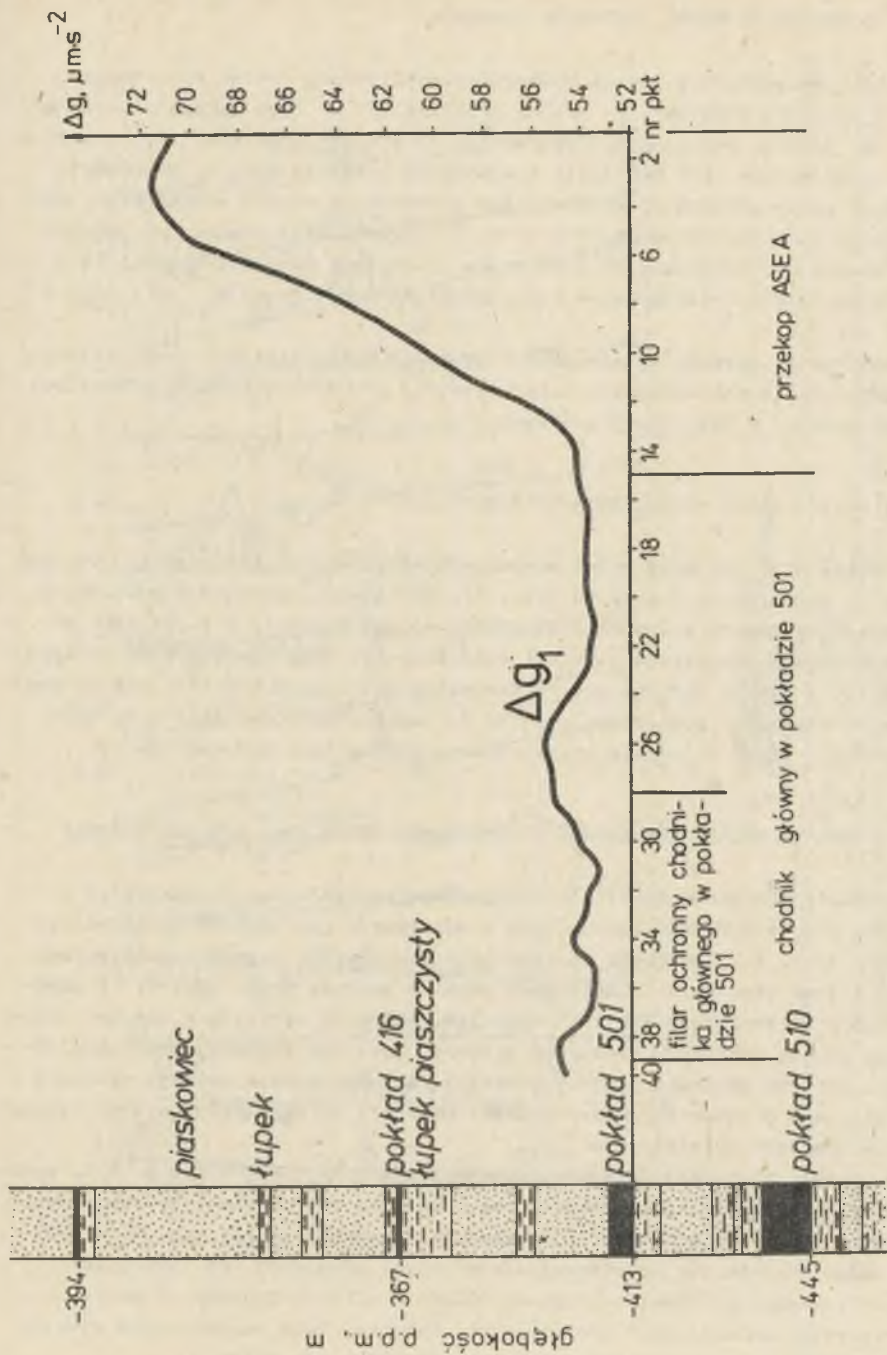
Prognozowanie wstrząsów górniczych i tąpnięć metodą mikrograwimetryczną jest stale doskonalone [1], [3], [4]. Obecnie w Międzyresortowym Instytucie Geofizyki AGH w ramach Centralnego Planu Badań Podstawowych 03.01 prowadzi się systematyczne, podstawowe badania nad zależnością wielkości i znaku mierzonych mikroanomalii siły ciężkości a rozwojem procesu dylatacyjnego w eksploatowanym górotworze.

2. OBSZAR BADAŃ

Kolejny dogodny poligon badawczy założony został w KWK "Staszic" ponad wybiegiem ścian 407 i 408 w pokładzie 510 (rys. 1). Uogólniony profil litologiczny przedstawia rys. 2.

Dotychczasowe doświadczenia wybiierki p. 501 i 510 w kop. "Staszic" wskazują, że w miarę rozszerzania pola wybranego kolejnymi ścianami następuje systematyczne pogarszanie warunków górniczych. Rosnącemu obciążeniu pokładu towarzyszy wyzwalanie coraz większej energii deformacji. Rysunek 1 obejmuje fragment pokładu 510 z krawędziami zaniechanej w 1977 r. zawałowej eksploatacji w pokładzie 501.





Rys. 2. Położenie profilu mikrograwimetrycznego na tle eksploатовanego pokładu 510

Fig. 2. Area of microgravimetry investigations upon the background of seam 510

3. LOKALIZACJA BADAŃ, METODYKA POMIARÓW

Mikrograwimetryczny profil badawczy zlokalizowany został w przekopie ASEA i chodniku głównym w p. 501 na poziomie 720 m. Jego łączna długość wynosi ok. 1200 m. Wzdłuż niego wyznaczono 40 punktów obserwacyjnych (co 25 m) oraz punkt bazowy. Ich położenie i numerację pokazuje rys. 1. Obserwacje grawimetryczne wykonywano wysokoczułym grawimetrem Worden Master prod. USA mierzącym z dokładnością do $\pm 0,1 \text{ m.s}^{-2}$. Średni błąd kwadratowy pojedynczej obserwacji w wykonanych dotychczas 17 seriach pomiarowych od 1986 r. -08-10 do 1987 r. -12-13 wahał się w granicach od $0,05 \mu\text{m.s}^{-2}$ do $0,15 \mu\text{m.s}^{-2}$ (rys. 4).

Redukcje i poprawki obserwowanych wartości siły ciężkości oraz obliczenia podziemnych mikroanomali siły ciężkości prowadzono zgodnie z zasadami prezentowanymi w pracach [3], [2].

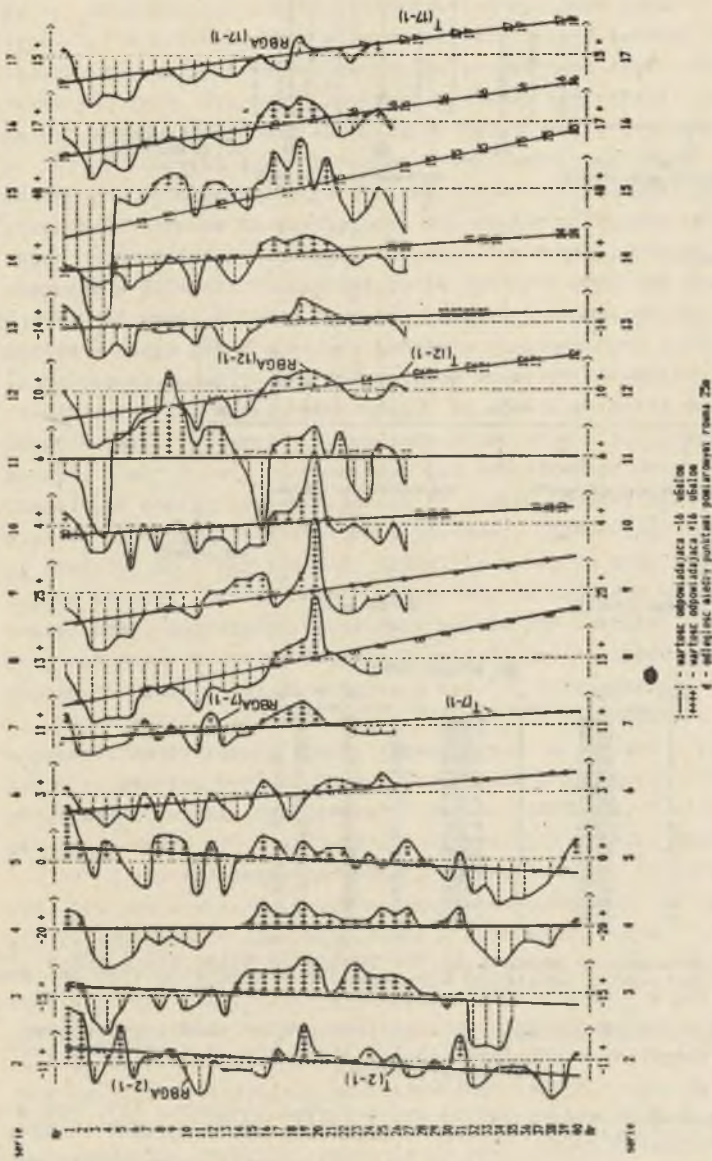
4. WYNIKI BADAŃ MIKROGRAWIMETRYCZNYCH

W okresie 17 miesięcy badań mikrograwimetrycznych w KWK Staszic wykonano 17 serii pomiarowych w profilu (rys. 1). Początkowo obserwacje powtarzano częściej niż co 6 tygodni, następnie co 2-3 tygodnie w zależności od rejestrowanych przyrostów wartości mikroanomali siły ciężkości od postępu ścian 407 i 408 p. 510. Na rys. 2 przedstawiono krzywą rozkładu mikroanomali siły ciężkości pomierzoną w serii 1. Rozkład mikroanomali siły ciężkości Δg_1 (rys. 2) odzwierciedla budowę geologiczną badanego rejonu.

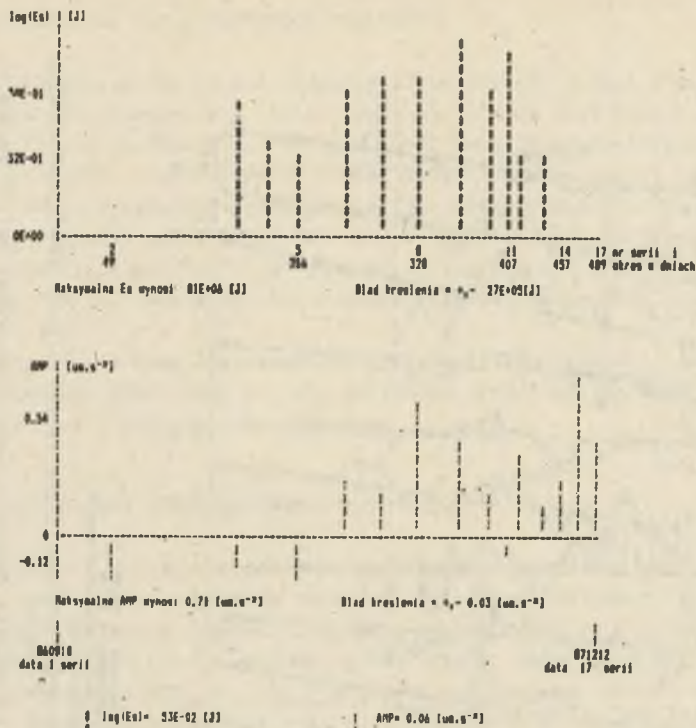
5. OCENA ZAGROŻEŃ ZJAWISKAMI DYNAMICZNYMI ŚCIAN 407, 408 KWK "STASZIC"

Anomalie różnicowe RBGA(i-1) są podstawą zasadniczego wnioskowania o rozwoju procesów destabilizacyjnych w górotworze pod wpływem eksploatacji pokładu (rys. 3). Zawierają informacje o rozwoju pól naprężeń w obszarze badań i jego otoczenia. Obserwowany czasowo zmienny trend $T(i-1)$ i odpowiadające mu amplitudy AMP(i-1) anomalii RBGA(i-1) wynikają z czasowo zmieniającego się poziomego gradientu gęstości badanego podlegającego eksploatacji, ośrodka skalnego. Zmiany gęstości są konsekwencją rozwoju procesów fizycznych w górotworze, które czasami prowadzą do dynamicznego zniszczenia skał w obszarze dylatacyjnym.

W trakcie siedemnastomiesięcznej eksploatacji śc. 407 i 408 p. 510, wykonywując badania mikrograwimetryczne, oceniano zagrożenie zjawiskami dynamicznymi rejonu działalności górniczej. Zależność E (AMP) (rys. 4) w trakcie badań okazała się pożyteczna dla praktyki górniczej. Po każdej serii badań przekazywano kopalni prognozę odnośnie stanu zagrożenia i możliwości wystąpienia zjawisk dynamicznych. Prognozy były weryfikowane zjawiskami towarzyszącymi eksploatacji i sytuacją górniczą ścian.



Rys. 3. Rozkłady różnicowych mikroanomali siły ciężkości RBGA(i-1) i ich trendy T(i-1). KWK "Staszic", rejon ścian 407 i 408, p. 510
 Fig. 3. Distribution of differential microanomalies of gravity RBGA(i-1) and their trends T(i-1) from area of longwalls 407 and 408, seam 510, coal mine "Staszic"



DANE DOTYCZĄCE PONTAROM						
seria i	data	A	B	AMP	R	M
8	060920	0	-0.02047	-1	-26	11 *
9	070118	0	-0.01223	-6	-12	15 *
10	070214	0	-0.00273	-19	-3	11 *
11	070314	9	-0.01832	9	-10	13 *
12	070426	9	0.02694	-10	26	0 *
13	070530	0	0.01603	3	16	0 *
14	070704	6	0.04343	-19	63	15 *
15	070800	0	0.04120	3	44	14 *
16	070905	6	0.01767	-5	10	16 *
17	070921	0	-0.00434	0	-5	25 *
18	071003	0	0.03900	-10	39	10 *
19	071024	6	0.01381	-21	14	10 *
20	071110	3	0.02450	-6	25	9 *
21	071124	12	0.07145	12	71	23 *
22	071127	6	0.04930	-6	49	9 *
23	071212	9	0.04130	-6	41	8 *

Rys. 4. Związek sumarycznej energii ES emitowanej ze ścian 407 i 408 p. 510 w KWK "Staszic" z wielkością amplitudy AMP trendu T w czasie od 1986.08.10 do 1987.12.13

A, B - estymatory prostej regresji, M - różnicowy bład średni kwadratowy, AMP - amplituda trendu, * - gdy |AMPI| > R i |AMP| > M, R - wartości rozproszczenia wyników

Fig. 4. Relationship of seismic energy Es emitted from longwalls 407, 408 seam 510 with the AMP magnitude of trend T from 1986.08.10 to 1987.12.13

A, B - estimates of linear regression, M - differential mean square error, AMP - amplitude of trend, * - where AMP > R and AMP > M, R - values of results of dispersion

Spostrzeżenia i uwagi dotyczące niestabilności górotworu, migracji naprężeń, dedukowane na podstawie lokalnych i regionalnych zmian gęstości górotworu, odnoszono do pozycji mikrograwimetrycznych punktów obserwacyjnych (rys. 3). W krzywych RBGA eksponowały się zmiany lokalne i regionalne. Analizując krzywe RBGA odnoszące się do początkowej fazy badań mikrograwimetrycznych (rys. 3), można zauważyć pomiędzy punktami 37 do 33 istnienie lokalnej strefy odprężonej (RBGA(2-1), RBGA(3-1)) w filarze chodnika gł. w p. 501. Świadczyła ona o odprężeniu tej części górotworu nad wybiegiem ściany 407 - torpedowaniami i strzelaniami wstrząsowymi. Analiza trendów również wskazywała na postępujące odprężenie w kierunku do ściany 407. Kolejne serie badań dostarczyły informacji o systematycznym maleniu strefy odprężeń w filarze. Następował zanik ujemnych wartości trendów od T(2-1) do T(4-1). Od serii 5 badań (rys. 3 - RBGA(5-1)) obserwowano stały wzrost naprężeń w całym rejonie badań. Lokalnie widoczna była jeszcze malejąca strefa odprężona ponad ścianą 407 (ujemne anomalie rezydualne w pkt. 32-39-RBGA(5-1)) (rys. 3). Można było sądzić, że efekty strzelań wstrząsowych i torpedowań malały. Od serii 6 prowadzono obserwacje w skróconym profilu. Koniec profilu - pkt 28-40 - znalazł się pod bezpośrednim wpływem ściany 407. Chodnik, w którym zestabilizowano te punkty, musiał zostać podsadzony. Tak więc informacji o niestabilności górotworu dostarczały badania ze skróconego profilu. Do 8 serii badań (RBGA(7-1) - rys. 3 oraz RBGA(B-1)), i odpowiadające wartości AMP trendów T wskazywały na znaczący wzrost naprężeń w rejonie badań. Szczególnie gwałtowny wzrost AMP nastąpił w serii 8. W wyniku prognozowanego na tej podstawie rozwijającego się procesu dylatacyjnego wystąpił w dniu 87.07.25 wstrząs o $E=8 \cdot 10^7$ J ze skutkami na ścianie (rys. 1). Serie badań 9,10 (RBGA(9-1), RBGA(10-1)) świadczyły o spadku gradientu naprężeń. Rejestrowany spadek naprężeń mógł świadczyć o postępującym odprężeniu po wstrząsie 87.07.25 i skuteczności stosowanych aktywnych środków profilaktyki w celu dezintegracji ośrodka skalnego. W trakcie dalszej eksploatacji ścian 407 i 408 w 87.09.11 wystąpił kolejny wstrząs o energii $2 \cdot 10^7$ J zlokalizowany na wybiegu ściany 407 (ok. 250 m przed ścianą 407 - rys. 1). Można sądzić, że istniejąca w bezpośrednim otoczeniu ściany 407, strefa odprężona - zdeintegrowana w znacznym stopniu - osłabiła skutki tego wstrząsu na ścianie. Dalsza 11 seria badań wykonana już po zatrzymaniu w dniu 87.09.11 ścian 407 i 408 świadczyła o powrocie poziomu naprężeń do wartości sprzed 87.04.26, czyli poziomu rejestrowanego w RBGA(5-1). Kierując się wynikami badań mikrograwimetrycznych, można było wnioskować, że jest to najkorzystniejszy moment do ponownego rozruchu ścian i przejścia pod filarem ochronnym. Trend T(11-1) wskazywał, że po dwóch silnych wstrząsach nastąpiła redukcja regionalnego pola naprężeń (RBGA(11-1), trend T(11-1) - rys. 3). Od serii 12 (87.10.03) rejestrowano wzrost naprężeń (rys. 3). Dalszemu zatrzymaniu ścian mimo stosowania torpedowania i strzelań wstrząsowych towarzyszył stan podwyższonych naprężeń. Odzwierciedliło się to w trendach T(12-1) do T(17-1). Tak więc mimo zastosowania aktywnych

środków dezintegracji skał otaczających ścianę 407 nie zdołano zmniejszyć wzrostu naprężeń związanych z postojem ścian w obrębie oddziaływania filara ochronnego chodnika głównego w pokładzie 501.

6. WNIOSKI

Potwierdzono ponownie badaniami mikrograwimetrycznymi w KWK "Staszic" istnienie związku rejestrowanej wielkości amplitudy AMP, składowej prostoliniowej czasowo zmiennego trendu mikroanomalii siły ciężkości RBGA z wielkością energii sejsmicznej emitowanej z górotworu w obszarze dylatacji. Związek ten stanowi zasadniczy element prognozowania.

W trakcie badań mikrograwimetrycznych wykonywanych tuż po silnych wstrząsach, bezpośrednio po torpedowaniach uzyskano bogaty materiał badawczy. Badania opisały kształtowanie się naprężeń w ośrodku skalnym: w trakcie prowadzenia eksploatacji, zatrzymania ścian, w czasie ich rozruchu, a także po zastosowaniu aktywnych środków profilaktyki (torpedowań, wtłaczania wody w caliznę).

LITERATURA

- [1] Casten U., Fajklewicz Z.: Die Überwachung gebirgsschlaggefährdeter Bereiche mit der Mikrograwimetrie. "Glückauf Forsch.-H." 1986; 47 Jg, nr 6, s. 290-295.
- [2] Fajklewicz Z.: Mikrograwimetria górnicza. Wyd. I, "Śląsk", Katowice 1980.
- [3] Fajklewicz Z., Jakiel K.: Prognozowanie metodą mikrograwimetryczną zagrożeń wstrząsami górnicznymi w KWK "Pstrowski". "Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc." 1986; M-B (191), s. 103-124.
- [4] Fajklewicz Z., Jakiel K., Radomiński J.: Związek energii sejsmicznej z mikroanomaliami siły ciężkości jako nowa możliwość prognozowania niebezpiecznych stanów naprężeń w górotworze. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 900, s. Górnictwo, z. 149 1986; s. 197-206.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Wacław Zuberek

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1988 r.

ПРОБЛЕМА НАПРЯЖЕНИЙ В ЭКСПЛУАТИРОВАННОМ ГОРНОМ МАССИВЕ
В ВИДЕ МИКРОАНОМАЛИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ШАХТЕ
ГУБ "СТАШИЦ"

Р е з ю м е

В работе представлено результаты прогноз касающихся опасностей возникших в районе эксплуатированных лав 407, 408 пласта 510 в каменноугольной шахте "Сташиц". Эти прогнозы были разработаны на основе сделанных подземных микрогравиметрических исследований. Основу прогнозирования была обнаружена зависимость амплитуды изменений микроаномалии силы тяжести от величины эмиссии сейсмической энергии из эксплуатированных лав.

RELATIONSHIP OF ELASTIC STRAIN DEVELOPMENT IN THE
EKSPLOITED ROCKMASS AND UNDERGROUND GRAVITY INDUCED
MICROANOMALIES

S u m m a r y

In the paper the results of safety hazard predictions in the course of the exploitation of the hard coal longwalls 407 and 408 in seam 510 of the mine Staszic, Upper Silesia are presented.

The observed time changes of induced gravity microanomalies were essential for prediction.

A relationship between the magnitude of the linear component amplitude of the time-varied trend of gravity anomalies and the amount of seismic energy emission from the dilatancy area has been fundamental for preparing prediction.